

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MODELO PARA PRIORIZAÇÃO DE DIRETRIZES DE  
COMBATE A CRISES DE ABASTECIMENTO URBANO DE  
ÁGUA**

**WELITOM TTATOM PEREIRA DA SILVA**

**ORIENTADOR: MARCO ANTONIO ALMEIDA DE SOUZA**

**TESE DE DOUTORADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E  
RECURSOS HÍDRICOS**

**PUBLICAÇÃO: PTARH-TD-014/2012**

**BRASÍLIA/DF: DEZEMBRO – 2012**

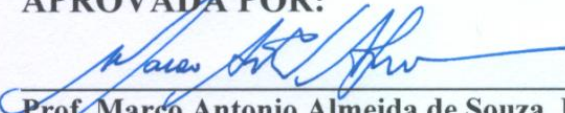
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**


**MODELO PARA PRIORIZAÇÃO DE DIRETRIZES DE COMBATE A**  
**CRISES DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA**

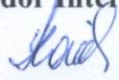
**WELITOM TTATOM PEREIRA DA SILVA**

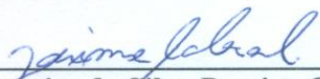
**TESE SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS.**

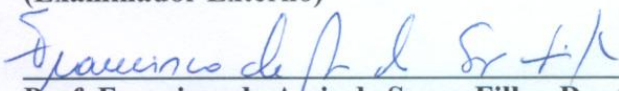
**APROVADA POR:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Marco Antonio Almeida de Souza, PhD (ENC-UnB)  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Oscar de Moraes Cordeiro Netto, Doutor (ENC-UnB)  
(Examinador Interno)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Sérgio Koide, PhD (ENC-UnB)  
(Examinador Interno)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral, PhD (CTG-UFPE)  
(Examinador Externo)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Francisco de Assis de Souza Filho, Doutor (DEHA-UFC)  
(Examinador Externo)

**BRASÍLIA/DF, 10 DE DEZEMBRO DE 2012**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

SILVA, WELITOM TTATOM PEREIRA DA

Modelo para priorização de diretrizes de combate a crises de abastecimento urbano de água [Distrito Federal] 2012.

xvii, 241p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Doutor, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2010).

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Uso racional da água

2. Redução do consumo de água

3. Modelagem híbrida

4. Sistemas especialistas

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

SILVA, W. T. P. (2012). Modelo para priorização de diretrizes de combate a crises de abastecimento urbano de água. Tese de Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.TD-014/2012, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 241p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

AUTOR: Welitom Ttatom Pereira da Silva.

TÍTULO: Modelo para priorização de diretrizes de combate a crises de abastecimento urbano de água.

GRAU: Doutor

ANO: 2012

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Welitom Ttatom Pereira da Silva

Rua C, No. 38, Apto. 10, Bloco 5, Residencial Esmeralda, Terra Nova

78050-404 Cuiabá/MT – Brasil

Endereço Eletrônico: wttatom@terra.com.br

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais Eurípedes e Maria Iranil.*

*E a minha esposa, Anna Cristina, pelo amor, apoio e compreensão.*

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a DEUS, que me possibilitou a conclusão do curso e esteve ao meu lado, conduzindo-me e fortalecendo-me nos, não raros, momentos de fraqueza. Agradeço a minha família, sobretudo à minha mãe, meu pai e minha esposa, que me incentivaram e compreenderam a minha ausência continuada. Sem o apoio familiar seria muito difícil dedicar-me à pesquisa.

Ao professor Marco Antonio Almeida de Souza pela participação efetiva e orientação na pesquisa, apontando caminhos e proporcionando condições adequadas ao desenvolvimento dos trabalhos. Também agradeço pelo tratamento de amigo que sempre me ofereceu.

Aos professores Sergio Koide e Oscar de Moraes Cordeiro Netto pela contribuição crítica na etapa de consolidação da ideia e direcionamento de pesquisa.

Aos professores Yovanka Pérez Ginoris e Carlos Henrique Lima pela contribuição para o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores do PTARH por contribuir com meu crescimento ao longo do curso.

Aos amigos e companheiros do PTARH que se fizeram presentes durante o curso.

Ao amigo Renan Heiji Susuki pelo auxílio no momento de desenvolvimento dos softwares.

Aos especialistas consultados para a obtenção do conhecimento necessário ao desenvolvimento do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro que permitiu a realização da pesquisa.

## **RESUMO**

### **MODELO PARA PRIORIZAR DIRETRIZES DE COMBATE A CRISES DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA**

**Autor: Welitom Ttatom Pereira da Silva**

**Orientador: Marco Antonio Almeida de Souza**

**Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos**

**Brasília, Dezembro de 2012**

As situações de crise no abastecimento urbano de água, caracterizadas pela escassez da água e por prejuízos ambientais, sociais e à saúde da população, principalmente para a população de baixa renda, têm-se tornado algo muito comum em diversas regiões brasileiras. A pesquisa realizada tem o objetivo de apresentar uma contribuição para o planejamento do enfrentamento de crise no abastecimento urbano de água (CAUA). Para isso foi proposta uma combinação de técnicas de inteligência artificial e metodologias multicriteriais de apoio à decisão (MCDA). O desenvolvimento de ferramentas computacionais (software) para auxiliar o processo de tomada de decisão e a realização de um estudo de caso fazem parte do escopo metodológico da proposta da pesquisa. Os resultados encontrados foram os seguintes: o conhecimento de possíveis diretrizes de projeto para solução de casos de CAUA; o conhecimento de fatores influentes na CAUA; o desenvolvimento de um modelo híbrido de análise de decisão, denominado de CAUA-SAD, baseado nos princípios de similaridade vetorial, de sistemas baseados em conhecimento (sistemas especialistas) e na utilização das MCDA (métodos PROMETHEEII, TOPSIS e ELECTRE III). A avaliação da qualidade dos modelos desenvolvidos indicou um percentual de concordância de 56%, e que melhorias nos modelos podem ser obtidas por meio de refinamento nos dados de entrada, em termos de qualidade e de quantidade. As conclusões obtidas da pesquisa indicam que a abordagem adotada para o tratamento do problema pode ser considerada adequada. No entanto, problemas para a obtenção do conhecimento de especialistas humanos sugerem a continuidade dos estudos.

## **ABSTRACT**

### **MODEL FOR PRIORITY GUIDELINES FOR FACING CRISIS OF URBAN WATER SUPPLY**

**Author: Welitom Ttatom Pereira da Silva**

**Supervisor: Marco Antonio Almeida de Souza**

**Graduate Program in Environmental Technology and Water Resources**

**Brasilia, December 2012**

Crisis situations in urban water supply, characterized by water scarcity and by population health, social, and environmental damages, specially for the low-income population, have become very common in several Brazilian regions. The objective of this research is to contribute to the planning for facing crisis in urban water supply (CUWS). To achieving this goal, a combination of artificial intelligence techniques and Multiple Criteria Decision Aid (MCDA) was proposed. The development of computational tools (software) to assist the process of decision making and their application to a case study are parts of the scope of the research proposal. The following results were obtained in this research: knowledge of possible design guidelines for solving CUWS cases; knowledge of factors influencing CUWS; development of a hybrid model of decision analysis, called CUWS-SAD, based on the principles of vector similarity, knowledge-based systems (expert systems) and on the use of MCDA (PROMETHEE II, TOPSIS and ELECTRE III methods). The quality assessment of the developed models indicated concordance index of 56%, and that improvements in the models can be obtained through enhancement in the quality and quantity of the input data. The conclusions of the research indicate that the proposed approach for the problem treatment can be considered adequate. However, problems to attain knowledge of human experts suggest further investigations.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 – OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 – OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>4</b>
<b>3 – REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1 – CRISE NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2 – ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO DA ÁGUA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2.1 – Estratégias não estruturais</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2.2 – Estratégias estruturais</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3 – FERRAMENTAS DE GESTÃO EM ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4 – FERRAMENTAS DE GESTÃO EM AMBIENTE URBANO</b> .....	<b>32</b>
<b>3.5 – SISTEMAS ESPECIALISTAS: SUA VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>3.6 – SISTEMAS HÍBRIDOS</b> .....	<b>42</b>
<b>4 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>45</b>
<b>4.1 – APRENDIZADO DE MÁQUINA</b> .....	<b>45</b>
<b>4.2 – SISTEMAS ESPECIALISTAS</b> .....	<b>45</b>
<b>4.3 – METODOLOGIAS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>4.4 – SISTEMAS HÍBRIDOS</b> .....	<b>47</b>
<b>4.4.1 – Substituição de função</b> .....	<b>48</b>
<b>4.4.2 – Híbridos intercomunicativos</b> .....	<b>48</b>
<b>4.4.3 – Híbridos polimórficos</b> .....	<b>48</b>
<b>5 – METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	<b>49</b>
<b>5.1 – ANÁLISE DO PROBLEMA DE CAUA</b> .....	<b>50</b>
<b>5.2 – SELEÇÃO DE SUBMODELOS</b> .....	<b>50</b>
<b>5.3 – IMPLEMENTAÇÃO DE SUBMODELOS</b> .....	<b>50</b>
<b>5.4 – INTEGRAÇÃO DE SUBMODELOS</b> .....	<b>51</b>
<b>5.5 – AVALIAÇÃO DO MODELO</b> .....	<b>51</b>
<b>5.6 – ESTUDO DE CASO (APLICAÇÃO DO MODELO)</b> .....	<b>52</b>
<b>5.7 – AVALIAÇÃO DO RESULTADO</b> .....	<b>53</b>
<b>6 – RESULTADOS</b> .....	<b>54</b>
<b>6.1 – ANÁLISE DO PROBLEMA DE CAUA</b> .....	<b>54</b>
<b>6.2 – SELEÇÃO DE SUBMODELOS</b> .....	<b>57</b>



<b>6.3 – IMPLEMENTAÇÃO DE SUBMODELOS.....</b>	<b>59</b>
<b>6.3.1 – Implementação do submodelo 1 .....</b>	<b>59</b>
6.3.1.1 – Agregação dos fatores influentes na CAUA .....	59
6.3.1.2 – Classificação dos casos de CAUA.....	65
6.3.1.3 – Módulo computacional para modelagem da CAUA.....	69
<b>6.3.2 – Implementação do submodelo 2 .....</b>	<b>74</b>
6.3.2.1 – Planejamento do sistema especialista (SE) .....	74
6.3.2.2 – Explicitação do conhecimento.....	75
6.3.2.3 – Codificação do conhecimento .....	90
6.3.2.4 – Avaliação e adequação do sistema especialista.....	93
<b>6.3.3 – Implementação do submodelo 3 .....</b>	<b>95</b>
6.3.3.1 – Definição dos critérios .....	96
6.3.3.2 – Definição dos pesos .....	97
6.3.3.3 – Definição das metodologias multicritério de apoio à decisão .....	98
6.3.3.4 – Codificação do submodelo de priorização das diretrizes .....	98
6.3.3.5 – Avaliação da codificação do submodelo 3.....	100
6.3.3.6 – Aplicação da codificação do submodelo de priorização das diretrizes.....	100
<b>6.4 – INTEGRAÇÃO DE SUBMODELOS .....</b>	<b>101</b>
<b>6.5 – AVALIAÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>104</b>
<b>6.6 – ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>110</b>
<b>6.6.1 – Descrição dos estudos de casos .....</b>	<b>110</b>
<b>6.6.2 – Coleta de dados e aplicação do modelo .....</b>	<b>112</b>
<b>7 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>126</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>130</b>
<b>APÊNDICE A – Descrição do método <i>Distance-based</i> .....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE B – Questionário 1.....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE C – Resposta do Questionário 1.....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE D – Submodelos e modelo inteiro (versão digital).....</b>	<b>152</b>
<b>APÊNDICE E – Universo populacional em estudo .....</b>	<b>153</b>
<b>APÊNDICE F – Instituições detentoras de especialistas .....</b>	<b>172</b>
<b>APÊNDICE G – Base de dados de treinamento.....</b>	<b>175</b>
<b>APÊNDICE H – Descrição do algoritmo J48.....</b>	<b>180</b>
<b>APÊNDICE I – Casos-testes utilizado para avaliação do SE .....</b>	<b>181</b>
<b>APÊNDICE J – Resposta da avaliação do SE.....</b>	<b>182</b>

<b>APÊNDICE K – Questionário 2 .....</b>	<b>183</b>
<b>APÊNDICE L – Resposta do Questionário 2.....</b>	<b>185</b>
<b>APÊNDICE M – Questionário 3.....</b>	<b>199</b>
<b>APÊNDICE N – Resposta do Questionário 3.....</b>	<b>201</b>
<b>APÊNDICE O – Questionário 4 .....</b>	<b>215</b>
<b>APÊNDICE P – Resposta do Questionário 4 .....</b>	<b>217</b>
<b>APÊNDICE Q – Questionário 5 .....</b>	<b>231</b>
<b>APÊNDICE R – Resposta do Questionário 5.....</b>	<b>232</b>
<b>APÊNDICE S – Questionário 6 .....</b>	<b>233</b>
<b>APÊNDICE T – Resposta do Questionário 6.....</b>	<b>234</b>
<b>APÊNDICE U – Questionário 7 .....</b>	<b>235</b>
<b>APÊNDICE V – Resposta do Questionário 7.....</b>	<b>236</b>
<b>APÊNDICE W – Questionário 8 .....</b>	<b>240</b>
<b>APÊNDICE X – Resposta do Questionário 8.....</b>	<b>241</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Equipamento típico <i>versus</i> equipamento eficiente .....	6
Tabela 3.2 – Perda de água nas capitais brasileiras (ano de referência 2010) .....	6
Tabela 3.3 – Metas de redução do uso da água e medidas de gerenciamento <sup>(a)</sup> .....	8
Tabela 3.4 – Lista de BMPs .....	16
Tabela 3.5 – Efeitos diretos e indiretos da política tarifária em recursos hídricos.....	19
Tabela 3.6 – Comparação do uso doméstico de água entre países .....	21
Tabela 3.7 – Abordagens para validação .....	40
Tabela 5.1 – Domicílios por classes de renda nas regiões administrativas.....	52
Tabela 6.1 – Fatores influentes no fenômeno CAUA e respectivas tipologias .....	55
Tabela 6.2 – Características do trabalho de Patlitzianas <i>et al.</i> (2008) e trabalho de tese ...	58
Tabela 6.3.a – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas .....	61
Tabela 6.3.b – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas .....	62
Tabela 6.3.c – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas .....	63
Tabela 6.3.d – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas .....	64
Tabela 6.3.e – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas .....	65
Tabela 6.4 – Tarefas do estágio de planejamento do SE.....	74
Tabela 6.5 – Fatores e retornos considerados na avaliação da viabilidade de SE.....	75
Tabela 6.6 – Amostras selecionadas para serem analisadas por especialistas .....	76
Tabela 6.7 – Diretrizes possíveis para projetos que solucionem casos de CAUA .....	77
Tabela 6.8 – Interpretação dos valores da Estatística <i>Kappa</i> .....	86
Tabela 6.9 – Valores da estatística <i>Kappa</i> .....	89
Tabela 6.10 – Critérios e as escalas adotadas.....	96
Tabela 6.11 – Matriz de decisão para o caso qualquer de CAUA.....	100
Tabela 6.12 – Fatores influentes, valores originais e valores modificados .....	105
Tabela 6.13 – Companhia de saneamento e cidades atendidas .....	107
Tabela 6.14 – Verificação caso ACWD: valores observados <i>versus</i> valores estimados ...	109
Tabela 6.15 – Verificação caso SDWUD: valores observados <i>versus</i> valores estimados .	109
Tabela 6.16 – Verificação caso SFWD: valores observados <i>versus</i> valores estimados ....	109
Tabela 6.17 – Características dos ambientes urbanos estudados.....	112
Tabela 6.18 – Resultados do CAUAmoel para os estudos de caso .....	114
Tabela 6.19 – Resultados do CAUA-EXPERT para o estudo de caso .....	115
Tabela 6.20 – Pesos apresentados pelos especialistas .....	116

Tabela 6.21 – Pesos apresentados por técnicos das instituições .....	116
Tabela 6.22 – Pesos apresentados pela população das regiões administrativas .....	117
Tabela 6.23 – Pesos organizados para a região administrativa de Brasília .....	117
Tabela 6.24 – Pesos organizados para a região administrativa do Cruzeiro .....	117
Tabela 6.25 – Pesos organizados para a região administrativa do Estrutural .....	118
Tabela 6.26 – Pesos organizados para a região administrativa do Guará .....	118
Tabela 6.27 – Pesos organizados para a região administrativa do Lago Norte.....	118
Tabela 6.28 – Pesos organizados para a região administrativa do Park Way .....	119
Tabela 6.29 – Pesos organizados para a região administrativa do Varjão .....	119
Tabela 6.30 – Pesos agregados dos critérios por região administrativa .....	119
Tabela 6.31 – Matriz de decisão para a região administrativa Brasília .....	120
Tabela 6.32 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Cruzeiro .....	120
Tabela 6.33 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Estrutural.....	120
Tabela 6.34 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Guará.....	120
Tabela 6.35 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Lago Norte .....	121
Tabela 6.36 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Park Way.....	121
Tabela 6.37 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Varjão .....	121
Tabela E.1 – Universo populacional em estudo .....	153
Tabela F.1 – Instituies detentoras de especialistas.....	172
Tabela G.1 – Base de dados de treinamento .....	175
Tabela I.1 – Questionário utilizados para avaliao do SE (casos-testes).....	181
Tabela J.1 – Respostas da avaliao do sistema especialista .....	182

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Fluxograma ideal para o desenvolvimento de sistema de suporte à decisão ...	35
Figura 4.1 – Funcionamento de um SE.....	46
Figura 4.2 – Desenvolvimento de um SE.....	46
Figura 4.3 – Categorias de sistemas híbridos .....	47
Figura 5.1 – Fluxograma com etapas da metodologia da pesquisa .....	49
Figura 5.2 – Localização dos ambientes urbanos a serem estudados .....	53
Figura 6.1 – Escala e classes em função das distâncias vetoriais .....	68
Figura 6.2 – Estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUAmovel.....	70
Figura 6.3 – Resultados numéricos (a) e de classificação (b) do modelo CAUAmovel .....	71
Figura 6.4 – Resultados gráficos do modelo CAUAmovel.....	71
Figura 6.5 – Resultados de priorização do modelo CAUAmovel .....	71
Figura 6.6 – Interface modelo CAUAmovel .....	73
Figura 6.7 – Aquisição da base de dados de treinamento .....	79
Figura 6.8 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 1.....	80
Figura 6.9 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 2.....	81
Figura 6.10 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 3.....	83
Figura 6.11 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 4.....	84
Figura 6.12 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 5.....	85
Figura 6.13 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 1 .....	87
Figura 6.14 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 2.....	87
Figura 6.15 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 3 .....	88
Figura 6.16 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 4.....	88
Figura 6.17 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 5.....	89
Figura 6.18 – Regras de produção .....	90
Figura 6.19 – Estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-EXPERT.....	91
Figura 6.20 – Interface do CAUA-EXPERT: entrada de dados (a) e saída de dados (b) ....	92
Figura 6.21 – Teste de Turing para o sistema especialista desenvolvido .....	94
Figura 6.22 – Estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-MCDA.....	98
Figura 6.23 – Interface do CAUA-MCDA.....	99
Figura 6.24 – Saída do CAUA-MCDA: método TOPSIS .....	101
Figura 6.25 – Detalhes das relações entre os modelos e subtarefas .....	102
Figura 6.26 – Visão esquemática do CAUA-SAD (interfaces).....	103

Figura 6.27 – Estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-SAD.....	103
Figura 6.28 – Análise de sensibilidade do modelo .....	105
Figura 6.29 – Análise de sensibilidade do modelo com modificação de três fatores .....	106
Figura 6.30 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Brasília.....	122
Figura 6.31 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Cruzeiro .....	123
Figura 6.32 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Estrutural .....	123
Figura 6.33 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Guará .....	123
Figura 6.34 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Lago Norte.....	124
Figura 6.35 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Park Way .....	124
Figura 6.36 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Varjão .....	124

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

ADM	- administração municipal
AG	- algoritmo genético
AMD	- acordo de melhoria de desempenho
ANA	- Agência Nacional das Águas
BC	- base de conhecimento
BMP	- melhores práticas de gerenciamento para a conservação da água
BWR	- necessidade básica de água
CalcPR	- software para modelagem em sistemas de abastecimento de água
CAUA	- crise no abastecimento urbano de água
CE	- concessionária de energia
COM+ÁGUA	- Projetos do Programa de Modernização do Setor Saneamento
CUWA	- Agência Californiana de Água Urbana
CUWCC	- Conselho de Conservação da Água Urbana da Califórnia
EDSS	- sistema de suporte a decisão ambiental
ETE	- estações de tratamento de efluentes
FUM	- função utilidade multiatributo
G2	- <i>shell</i> comercial desenvolvido pela Gensym Coparation
GAD	- grau de atendimento à demanda
GIS	- sistema de informação geográfica
IA	- inteligência artificial
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	- índice de criticidade
INMET	- Instituição de Nacional de Meteorologia
KBS	- sistema baseado em conhecimento
LF	- lógica fuzzy
MCDA	- metodologias multicritério de apoio à decisão
MLP	- perceptron de múltiplas camadas
MODSS	- sistema de suporte a decisão com múltiplos objetivos
MQO	- mínimo quadrático ordinário
OSAA	- operadora do sistema de abastecimento de água
PL	- programação linear
PLF	- programação linear Fuzzy

PMSS	- Programa de Modernização do Setor Saneamento
PNL	- programação não linear
PNLF	- programação não linear fuzzy
POO	- programação orientada a objeto
RNA	- rede neural artificial
SAA	- sistema de abastecimento de água
SDSS	- sistemas de suporte à decisão espacial e geográfica
SE	- sistema especialista
SH	- sistema híbrido
SNIS	- Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SSD	- sistema de suporte a decisão
ULF toilet	- ultra-low flush toilets
WaND	- Water and New Developments Program



## 1 – INTRODUÇÃO

Segundo dados da Organização Meteorológica Mundial, o consumo mundial de água aumentou mais de seis vezes em menos de um século, mais do que o dobro das taxas de crescimento da população, e continua a crescer com a elevação do consumo nos setores agrícola, industrial e doméstico (Freitas e Santos, 1999). Esses mesmos dados possibilitam a conclusão de que, nos próximos anos, a situação global das reservas hídricas tenderá a crises tanto no aspecto quantitativo quanto no qualitativo, caso não se empregue ações eficientes de gestão hídrica. Mais recentemente, tem-se observado a existência de uma crise<sup>1</sup> no abastecimento de água em ambientes urbanos, contexto caracterizado pela escassez da água e por prejuízos ambientais, sociais e à saúde da população, principalmente para a população de baixa renda. Como exemplo, tem-se o caso da cidade de Tijuana no México, que tem apresentado uma das maiores taxas de crescimento econômico daquele país, resultando num rápido crescimento na demanda por água na região e na instalação de cenário de crise no abastecimento urbano de água (Fullerton Jr. *et al.*, 2007). A cidade de Nova York também enfrentou uma crise no abastecimento de água, que se originou a partir da estagnação política e gerencial da administração municipal frente a uma série de mudanças sociais e econômicas iniciadas na década de 1970, com consequências significativas nos anos de 1990 (Gandy, 1997). Algumas dessas consequências foram: impacto sério sobre a qualidade da água, particularmente nos sistemas mais antigos, que atendiam cerca de 10% do consumo da cidade; pressão fiscal, que desde meados de 1970 minou os investimentos de longo prazo em infraestrutura e levou a administração municipal a abrir mão do controle de bens de capital para o setor privado; declínio da qualidade da água na década de 1990, que, em combinação com uma maior consciência ambiental, levou a uma sensação generalizada de crise de saúde pública, abalando as bases da política da água e levando ao desespero e descontentamento com o futuro da água na cidade de Nova York. Outro exemplo refere-se ao Estado da Palestina, caso em que a crise no abastecimento urbano de água é causada, primordialmente, pela ausência de gerenciamento dos recursos hídricos (Zahra, 2001).

No Brasil, pode-se mencionar o caso de Campina Grande, que passou, entre os anos de 1998-2000, por uma crise no abastecimento urbano de água devido aos severos períodos de

---

<sup>1</sup> Descompasso entre a oferta de água e as taxas de consumo (Motiee *et al.*, 2001).

estiagem e à completa ausência de gerenciamento dos recursos hídricos (Rêgo *et al.*, 2001). Essa crise induziu a cidade a um rigoroso racionamento de água, que se materializou pela implantação da intermitência no fornecimento de água entre os anos 1998 e 1999. Esse não foi um evento isolado, pois, segundo Tucci *et al.* (2000), já se observam frequentes racionamentos de água em Recife e São Paulo, sendo apontadas como possíveis causas as condições hídricas desfavoráveis, o nível baixo de desenvolvimento socioeconômico e as condições críticas de sustentabilidade. No Distrito Federal, o crescimento urbano desordenado e as mudanças no uso e ocupação da terra geraram um forte impacto sobre os recursos hídricos e as previsões por parte do operador dos serviços de saneamento do Distrito Federal (CAESB) mencionam que, em 2010, a demanda por água irá exceder a capacidade dos sistemas de abastecimento (IWAS, 2009).

As soluções apontadas pelo poder público, em sua grande maioria, apontam para projetos cuja diretriz<sup>2</sup> é a ampliação da capacidade de abastecimento de água, não considerando possíveis alternativas de regulação e de redução do consumo (Albuquerque, 2004). No caso de Campina Grande, o Estado apontou como solução a construção de um novo reservatório de água, seguindo a linha da expansão da oferta de água, o que demanda altos investimentos e, na maioria das vezes, não resolve o problema (Albuquerque, 2004). Na região metropolitana de São Paulo, optou-se pela importação de água da bacia do rio Piracicaba, devido à contaminação dos mananciais vizinhos (Tucci *et al.*, 2000). Na região metropolitana do Recife, o Estado optou pela ampliação da capacidade do sistema produtor em 50% (ABES, 2010), mesmo apresentando um índice de perdas de água de 70% (ISA, 2004). No caso do Distrito Federal, também se desenha como solução a ampliação da capacidade de abastecimento, via utilização de fonte inicialmente planejada para fins de lazer, paisagístico e de atenuação da umidade (IBRAM, 2009).

Baseando-se no fato de que não são eventos isolados e se referem a ambientes urbanos heterogêneos (condições sociais, econômicas, políticas, tecnológicas, climáticas, históricas e culturais diferentes), tecem-se as seguintes hipóteses: (1) para cada ambiente urbano, com suas características específicas, existe uma melhor solução (uma diretriz ou um conjunto de diretrizes de projeto) para o problema de crise no abastecimento urbano de água; (2) para a grande maioria dos casos de crises no abastecimento urbano de água, a

---

<sup>2</sup> Macro-orientação que reflete as grandes escolhas estratégicas da instituição (ENAP, 2001).

melhor solução é relacionada a estratégias<sup>3</sup> de conservação da água; e, (3) a melhor solução para o problema de CAUA é função da tecnologia disponível e da sociedade. Assim, a pesquisa proposta pretende apresentar uma contribuição para a solução do problema de crise no abastecimento urbano de água. Para isso, pretende-se desenvolver um sistema de apoio à decisão, baseado na técnica dos sistemas híbridos, sistemas que mesclam diferentes técnicas, comumente desenvolvidas em compartimentos/módulos individuais, e os fazem trabalhar juntos na solução de problemas complexos. Essa ferramenta ainda segue na vanguarda das pesquisas com finalidades correlatas (Cortés *et al.*, 2000).

O presente trabalho é estruturado em sete seções, incluindo esta introdução. A segunda seção apresenta os objetivos, a terceira seção apresenta a revisão de literatura, a quarta seção apresenta a fundamentação teórica. As seções quinta, sexta e sétima apresentam a metodologia da pesquisa, os resultados, e o cronograma e as atividades realizadas, respectivamente.

---

<sup>3</sup> Linhas de ação que indicam como a instituição procurará alcançar seus objetivos estratégicos (ENAP, 2001).

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 – OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um modelo para auxiliar o processo decisório de gestão da crise no abastecimento urbano de água. O modelo deverá ser capaz de orientar os tomadores de decisão na seleção de diretrizes e estratégias necessárias para solucionar o problema.

### **2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para o desenvolvimento desta pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

1. Conhecer as possíveis diretrizes de projeto para solução do problema de crise no abastecimento urbano de água;
2. Modelar as possíveis situações de crise no abastecimento urbano de água;
3. Obter e modelar o domínio de conhecimento de especialistas humanos para selecionar uma melhor solução para o problema de crise no abastecimento urbano de água;
4. Comparar e priorizar as diretrizes, definindo estratégias, para solucionar situações de crise no abastecimento urbano de água;
5. Tornar amigável a interação entre o usuário e o modelo desenvolvido (resultados dos objetivos específicos 1, 2, 3 e 4).

### **3 – REVISÃO DE LITERATURA**

Antes de se iniciar a revisão bibliográfica, propriamente dita, faz-se necessária a explicação de alguns termos comumente encontrados em pesquisas correlatas ao tema conservação da água. Esses termos estão apresentados, de forma sucinta, a seguir:

- Crise no abastecimento urbano de água (CAUA) - pode ser definida como um descompasso entre a oferta de água e as taxas de consumo (Motiee *et al.*, 2001);
- Sistema de abastecimento de água (SAA) - trata-se de um conjunto de equipamentos, obras e serviços voltados para o suprimento de água a comunidades (Gomes, 2004);
- Metodologia multicriterial de apoio à decisão (MCDA) – é uma ferramenta matemática que auxilia na tomada de decisão (Lootsma, 1999);
- Inteligência artificial (IA) - é uma forma computacional de simular a inteligência natural (Artero, 2009);
- Algoritmo genético (AG) - modelo computacional que reproduz os mecanismos da evolução natural para resolver problemas de otimização (Holland, 1975);
- Lógica *fuzzy* (LF) - pode ser definida como uma técnica de expressão de quantidades imprecisas, vagas ou mal definidas (Shaw e Simões, 1999);
- Sistema especialista (SE) - é um programa computacional que usa conhecimento e uma máquina de inferência para solucionar problemas (Giarratono e Riley, 2004);
- Sistema de suporte à decisão (SSD) - sistema computacional que auxilia indivíduos que tomam decisões na solução de problemas não estruturados (Porto *et al.*, 2002);
- Sistema híbrido (SH) - sistema que contempla mais de uma lógica, como tentativa de explorar o que cada uma possui de melhor (Pires *et al.*, 2006).

A revisão bibliográfica aqui apresentada contemplou os temas: crise no abastecimento de água; estratégias em conservação da água; ferramentas de gestão em abastecimento de água; ferramentas de gestão em ambiente urbano; sistemas especialistas.

#### **3.1 – CRISE NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

O crescimento acelerado das cidades tem sido confundido com desenvolvimento e tem trazido impactos danosos à qualidade de vida de seus habitantes (Rossetto, 2003). Um desses impactos refere-se à tendência ao esgotamento das fontes de água para

abastecimento público, devido à crescente demanda por água e a severas limitações estruturais e financeiras nos serviços de saneamento. As Tabelas 3.1 e 3.2 apresentam alguns aspectos que contribuem para o agravamento desse impacto, de forma a aumentar o consumo de água no ambiente urbano. Da Tabela 3.1 pode-se verificar que o emprego de equipamentos típicos, ou convencionais, pode resultar em um aumento médio de 25% no consumo de água das residências. Da mesma forma a Tabela 3.2 apresenta um percentual médio de perdas na distribuição de 47%, em 2010, para as capitais brasileiras.

Tabela 3.1 – Equipamento típico *versus* equipamento eficiente

Unidade consumidora	Construção típica		Construção eficiente		Uso típico <i>versus</i> uso eficiente Redução pelo uso eficiente (%)
	Volume perdido por uso (L)	Consumo <i>per capita</i> (L.hab <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )	Volume perdido por uso (L)	Consumo <i>per capita</i> (L.hab <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )	
Vaso sanitário	6	28	4	17	39
Chuveiro	45	25	30	17	32
Banheira	85	30	80	28	7
Torneira	-	12	-	10	17
Máquina de lavar roupa	60	13	40	9	31
Máquina de lavar louça	20	8	15	6	25
Jardim	-	6	-	5	17
Sub-total (L.hab <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )	-	122	-	92	>25

Fonte: UK Environment Agency (2003)

Tabela 3.2 – Perda de água nas capitais brasileiras (ano de referência 2010)

Cidade	Perda do manancial a torneira (%)	Cidade	Perda do manancial a torneira (%)
Brasília	24,9	São Luís	64,1
Goiânia	23,5	João Pessoa	49,8
Campo Grande	28,0	Recife	65,1
Cuiabá	58,8	Teresina	59,3
Rio Branco	68,4	Natal	56,9
Manaus	59,5	Aracaju	56,2
Macapá	77,2	Curitiba	38,1
Belém	46,6	Porto Alegre	23,2
Porto Velho	74,2	Florianópolis	31,4
Boa Vista	55,9	Vitória	34,4
Palmas	30,6	Belo Horizonte	33,6
Maceió	66,1	Rio de Janeiro	33,4
Salvador	47,1	São Paulo	36,3
Fortaleza	27,3		

Fonte: SNIS (2012)

As constatações são aspectos que contribuem para o agravamento da CAUA. Menciona-se ainda que os consumos da construção típica, apresentados na Tabela 3.1, podem divergir,

de forma importante, da realidade brasileira. Alguns exemplos referem-se ao vaso sanitário (caixa acoplada), do chuveiro, da máquina de lavar roupa e da torneira com consumos de 14, 35, 28 e 11L.hab<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, respectivamente (Barreto, 2007). Assim, o percentual de aumento de consumo de água para as residências brasileiras, será diferente do apresentado anteriormente, que foi de 25%.

Na sequência, estão apresentados alguns casos de crise no abastecimento urbano de água, em nível estadual e municipal. Como exemplo pode-se citar o estado da Califórnia, nos EUA, que passou por uma grave crise no abastecimento urbano de água iniciada em 1986 (Dixon *et al.*, 1995). A intensificação das atividades econômicas levou a deficiências generalizadas nos SAAs do estado. Em muitos momentos, as agências operadoras do SAA eram forçadas a impor severos racionamentos para reduzir a demanda a níveis toleráveis (Barakat e Chamberlin, 1992). Essa crise tem motivado várias ações e inúmeros estudos. Uma organização sem fins lucrativos, Agência Californiana de Água Urbana (CUWA), foi criada com a missão de estudar e promover o abastecimento urbano de água nas cidades afetadas. Em janeiro de 1991, a CUWA, em associação com outras organizações, realizou uma conferência sobre como reabilitar os SAAs. Os resultados apontaram para projetos que se concentrassem em questões de interesse estadual, mas com ações e preocupações locais (Barakat e Chamberlin, 1992). Nessa linha, a CUWA elaborou um relatório apresentando as atividades desenvolvidas por várias agências operadoras de SAA, conforme é mostrado na Tabela 3.3.

Segundo o relatório da CUWA, as circunstâncias que levaram à situação de crise no abastecimento são variadas, por isso as metas e as ações de gestão de demanda são diferentes (CUWA, 1992). Outras iniciativas também foram observadas, entre elas: a criação de programa de educação ambiental, denominado de “Califórnia: Uma crise que não se pode ignorar”, cuja missão é educar os californianos sobre os desafios enfrentados no SAA (ACWA, 2007); a criação de um programa de banco de água (*Water Bank Program*), que permite a transferência de água entre agências operadoras de SAA (Jercich, 1997); desenvolvimento de guia para incentivar os consumidores a conservar água (Fiske *et al.*, 1994); criação do Conselho de Conservação da Água Urbana da Califórnia (CUWCC), com o objetivo de integrar a conservação da água urbana com o planejamento e gestão dos recursos hídricos na Califórnia (CUWCC, 1991).

Tabela 3.3 – Metas de redução do uso da água e medidas de gerenciamento <sup>(a)</sup>

Agência operadora do SAA	Meta para redução do consumo de água (%)				Medidas de gerenciamento de demanda									
	Total	Residencial	Industrial	Comercial/Institucional	Medição obrigatória	Conservação obrigatória	Conservação voluntária	Aumento taxa e sobretaxas	Incentivos econômicos	Garantia fornecimento água	Programa de informação	Informação pública	Patrulhas (busca violações)	Tarifação sobre a violação
Alameda Co. WD <sup>1</sup>	15	N/A	N/A	N/A			X	X		X	X	X		
Contra Costa WD <sup>2</sup>	15	15	15	15						X	X	X		
East Bay MUD <sup>3</sup>	15	20/7*	5	10	X	X		X	X	X		X		X
LA Dept of W&P <sup>4</sup>	10	10	10	10			X	X	X	X	X	X		
MWD Southern <sup>5</sup>	10	10	10	10				X	X	X	X	X		
MWD Orange <sup>6</sup>	20	N/A	N/A	N/A				X		X	X	X		
Orange Co. WD <sup>7</sup>	10	N/A	N/A	N/A			X		X	X	X	X		
San Diego Co. <sup>8</sup>	10**	N/A	N/A	N/A					X	X	X	X		
City Diego WUD <sup>9</sup>	20**	20**	20**	20**			X			X	X	X	X	
San Francisco <sup>10</sup>	25	25	25	25	X	X		X		X	X	X		X
Santa Clara V. <sup>11</sup>	15	N/A	N/A	N/A	X	X		X			X	X	X	X

<sup>(a)</sup> Metas e medidas adotadas no Estado da Califórnia, Estados Unidos

\* Unifamiliar/Múlti familiar; \*\* Voluntário

<sup>1</sup> Alameda County Water District; <sup>2</sup> Contra Costa Water District; <sup>3</sup> East Bay Municipal Utility District; <sup>4</sup> City of Los Angeles Department of Water and Power; <sup>5</sup> Metropolitan Water District of Southern California; <sup>6</sup> Municipal Water District Orange County; <sup>7</sup> Orange County Water District; <sup>8</sup> San Diego County Water Authority; <sup>9</sup> City of San Diego Water Utilities Department; <sup>10</sup> San Francisco Public Utilities Commission, Water Department; <sup>11</sup> Santa Clara Valley Water District; N/A: não disponível

Fonte: CUWA (1992)

Em outro caso, Gandy (1997) analisou como o desenvolvimento social e econômico da cidade de Nova York, EUA, levou à crise no SAA da cidade na década de 1990. Esse autor apontou a estagnação política e gerencial da administração municipal, denominada de “*municipal managerialism*”, como principal fator para o prolongamento da CAUA. A fim de entender a CAUA, foi analisado como o desenvolvimento econômico fortaleceu o poder de intervenção do capital no processo de formulação de políticas públicas. O estudo foi dividido em quatro seções: (1) revisão das principais discussões correlatas à reestruturação social/política e a identificação de áreas potencialmente comprometidas com o discurso ambiental; (2) exposição do histórico do desenvolvimento do SAA da cidade de Nova York e das situações de emergências, bem como abordagens adotadas; (3) análise das abordagens adotadas focando em três temas inter-relacionados: impactos das mudanças nos modos de distribuição e consumo, a crise fiscal do estado e a incapacidade de manutenção dos padrões de regulação ambiental e da proteção da qualidade da água; (4) conclusão, na



qual foi feita uma revisão do potencial da reestruturação do SAA considerando a dimensão ecológica desde a década de 1970.

Na literatura observam-se, também, casos de CAUA originados a partir de problemas de qualidade da água. Um exemplo refere-se ao caso ocorrido na cidade de Sydney, na Austrália, estudado por Stein (2000), que analisou um histórico da contaminação da água de abastecimento entre julho e setembro de 1998, seus impactos e consequências. A possível causa apontada refere-se à captação de água contaminada por *Cryptosporidium* e Giárdia e à deficiência do sistema de tratamento para remoção desses contaminantes. Algumas recomendações foram propostas, entre elas a necessidade de cuidados especiais na captação e no desenvolvimento de atividades sem o devido planejamento.

Um caso originado a partir de problemas de conflitos territoriais e de deficiência na gestão de recursos hídricos é apresentado na literatura. Zahra (2001) desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de contribuir para a solução da situação de crise de disponibilidade hídrica pela qual a Palestina passa. Na pesquisa, são apresentados alguns dados sobre a região, entre eles: o consumo *per capita* de água; a disponibilidade *per capita* de água na região; informações sobre como os conflitos regionais interferem na disponibilidade da água; informações sobre as principais fontes de abastecimento; e a situação geral da região em termos de recursos hídricos. Por fim, algumas estratégias para o distanciamento da situação de crise hídrica implantada são apresentadas, entre elas: assegurar o direito à água dos palestinos; fortalecer instituições governamentais capazes de gerir de forma eficiente e eficaz os recursos hídricos; implementar a integração entre o sistema de abastecimento e a demanda de água; reformar e modernizar a agricultura; promover a cooperação entre os países consumidores de água; implementar projetos de saneamento e proteção da qualidade da água; e, gerar conhecimento para gestão eficiente da uso e da qualidade da água.

Na mesma linha, Chakrabarti (2001), frente a um contexto de CAUA na cidade de Delhi, na Índia, realizou um estudo experimental a fim de demonstrar que ações simples, como a construção de barragens e recarga artificial de poços (a partir da coleta e armazenamento de água de chuva), podem ajudar a aumentar o nível da água subterrânea. No estudo, são abordados temas como: a CAUA na Índia; estratégias para captura da água de chuva; captura da água da chuva em telhados, em escala doméstica; construção de sistema para captura da água; restrições dos sistemas de captura da água nos telhados; integração dos

sistemas de captura da água do telhado na cidade de Delhi; estudo físico da área disponível; instalação de piezômetros e construção de barragens; regulação das estruturas e dos incentivos. Como conclusão, foi apresentada a sugestão de criação de mecanismos apropriados de regulação e incentivo, pelos governantes da cidade, para operacionalização dessa tecnologia.

Um caso com algumas características similares aos casos estudados por Zahra (2001) e Chakrabarti (2001) foi estudado por Motiee *et al.* (2001). No estudo de Motiee *et al.* (2001) foi abordado o problema de CAUA no Irã, apresentando informações sobre seu processo de instalação, características climáticas da região, faixa de consumo *per capita* de água, entre outros. Os autores mencionam, ainda, que, até 1990, o abastecimento de água não era um problema crítico e existia uma relação aceitável entre a demanda e a distribuição de água. Na última década, o problema se tornou crítico e as razões sugeridas se referem ao rápido crescimento da população, desenvolvimento de diferentes partes da agricultura, indústria e urbanização, redução do número de SAA (devido à perda de recursos financeiros) e a grande ocorrência de secas. Como soluções, Motiee *et al.* (2001) apresentaram as seguintes: o estabelecimento de uma companhia independente de água e esgotos sobre administração de uma unidade central; a construção de novos projetos; a redução das perdas de água na rede de distribuição; a separação da rede urbana de abastecimento de água, em rede com água potável e rede com água não potável; a modificação nos hábitos de consumo de água; a produção e comercialização de água engarrafada. As conclusões se referem ao atendimento a três princípios básicos: (1) efetivo gerenciamento dos recursos hídricos; (2) adequado gerenciamento da distribuição de água; e, (3) adequado gerenciamento do consumo de água.

Outro estudo na mesma região foi realizado por Abrishamchi *et al.* (2005). Nesse estudo são apresentadas algumas características do SAA e problemas ligados à escassez de água na cidade de Zahedan, no Irã, entre elas: a existência de dois SAA separados, o primeiro fornece água salobra e o segundo água para consumo; o índice de 65% da população é atendido com água salina e um valor muito menor é atendido com água para consumo; fatores como crescimento da população, aumento da retirada de água dos poços, a existência de longos períodos de interrupções no abastecimento de água e descarte do esgoto em valas no solo têm contribuído para salinização da água. É mencionado que essa situação obriga as pessoas a comprar água imprópria para o consumo humano (distribuída

em caminhões tanque, que na grande maioria das vezes se encontra em condições precárias), contribuindo para a transmissão de doenças. Diante desse contexto, foram levantadas oito alternativas a partir do consenso entre o gestor local da água e a autoridade da cidade: (1) construção de um novo sistema de abastecimento de água; (2) construção de uma nova rede de distribuição de água para parte da cidade não atendida, reabilitação do SAA existente, extensão (30 Km) de um pequeno sistema de distribuição de água com torneiras públicas (ou chafarizes) e incentivo à comercialização de água; (3) essencialmente similar a alternativa 2, mais a extensão da rede deixa de ser 30 Km e passa a ser 60 Km; (4) construção de um novo sistema de distribuição de água para consumo atendendo a cidade inteira, reabilitação e aumento do sistema de distribuição de águas salinas e incentivo a comercialização de água; (5) construção de um novo sistema de distribuição de água para consumo para a parte da cidade não atendida, reabilitação e aumento do sistema de distribuição de águas salinas; (6) extensão (30 Km) de uma pequena parte da rede de distribuição de água para consumo com torneiras públicas (ou chafarizes), aumento e reabilitação do sistema de distribuição de águas salinas e incentivo a comercialização de água; (7) essencialmente similar a alternativa 6, mais a extensão da rede deixa de ser 30 Km e passa a ser 60 Km; (8) essencialmente similar a alternativa 7, mas há possibilidade de privatização de parte do atual SAA, sendo que cada residência deve pagar sua ligação na rede de abastecimento. Alguns critérios econômicos, sociais, de saúde pública, tecnológicos e sustentabilidade foram considerados. Para seleção da melhor alternativa foi utilizado o MCDA de Programação de Compromisso. Os resultados indicaram a alternativa (2) como a melhor a ser implantada.

Ainda na mesma região, Keshavarzi *et al.* (2006) desenvolveram uma pesquisa a fim de contribuir com a solução de problemas de sustentabilidade e adequabilidade dos SAA nas regiões áridas e semiáridas do Irã. A pesquisa teve os seguintes objetivos: determinar a relação entre o consumo de água e as atividades desenvolvidas; identificar e determinar o comportamento dos pequenos, médios e grandes consumidores de água; e determinar os fatores que afetam o consumo de água em áreas rurais. A metodologia utilizada consistiu das seguintes etapas: aplicação de questionário para obtenção de informações de consumo doméstico e características individuais; definição da técnica de amostragem, no caso amostragem simples aleatória; definição do número total de amostras, no caso 522, coletadas entre maio de 2004 a janeiro de 2005 e referem-se a dados mensais do período de 1999-2004; realização de análises estatísticas. Os resultados indicaram que o tamanho da

residência e a idade dos chefes de família afetam o consumo de água, a análise de discriminantes revelou que o consumo rural de água é afetado pelo tamanho da área plantada, pelo tamanho das estufas de cultivo e o número de vezes que a área de plantio é irrigada por mês.

Uma situação diversa a das apresentadas anteriormente foi estudada por Schindler e Donahue (2006). No trabalho desses autores foram estudadas algumas províncias na pradaria do ocidente do Canadá. A crise foi atribuída ao crescimento econômico relativamente recente na região e ao aumento da frequência e da duração dos períodos de seca. No estudo, estão mostrados que o aquecimento global e as ações antrópicas têm contribuído significativamente para a redução do fluxo de água nos rios durante os meses de verão, quando há uma maior demanda por água. Projeções mostram que, num futuro próximo, a associação entre fatores como a mudança climática e aumento das atividades humanas resultará numa grave crise de quantidade e qualidade da água. Algumas sugestões foram apresentadas, incluindo a propagação de iniciativas para gestão integrada dos recursos hídricos, a paralisação das atividades de agricultura e industriais durante os períodos de seca, o incentivo a ações de redução de emissões de gases de efeito estufa e o armazenamento de água para os curtos períodos de seca.

Estudos com características similares também foram desenvolvidos no Brasil. Albuquerque *et al.* (2008) realizaram estudos relacionados a alternativas tecnológicas para a redução do consumo de água em cidades, tendo como estudo de caso um bairro da cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba. A motivação do estudo foi a CAUA pela qual a cidade passou no período de 1998-2000. A metodologia empregada compreendeu seis etapas: (1) definição das alternativas tecnológicas de gerenciamento de demanda (reúso de água residencial; medição individualizada em edifícios; aparelhos poupadores; captação da água de chuva); (2) elaboração e adaptação de projetos de implantação das alternativas selecionadas; (3) definição dos objetivos, critérios e categorias a serem considerados na análise multicriterial; (4) aplicação dos métodos de aquisição de dados (questionário, cálculo dos elementos de projeto); (5) concepção do modelo multicriterial com articulação antecipada de preferências do decisor, denominado de GEDAM (Gerenciamento da Demanda de Água Multicriterial); (6) aplicação do modelo GEDAM e análise dos resultados. Os resultados incluíram a possibilidade de reduzir em até 78% o consumo anual de água do setor. Para as casas, a alternativa isolada selecionada foi à bacia sanitária VDR

(volume de descarga reduzido) e a alternativa associada (ou alternativa combinada) foi a captação de água de chuva em conjunto com aparelhos poupadores. Para os edifícios, a alternativa isolada selecionada foi a bacia sanitária VDR e a alternativa associada foi a reuso de água em conjunto com bacia sanitária VDR e a medição individualizada. Os autores concluíram que a utilização da análise multicriterial permitiu, efetivamente, a seleção de alternativas que atendem aos objetivos econômicos, técnicos, ambientais e sociais.

Lopez-Gunn e Llamas (2008) desenvolveram um estudo intitulado “Repensando a escassez de água: pode a ciência e tecnologia resolver a escassez mundial de água?”. No estudo, os autores fornecem exemplos dos últimos 50 anos de inovações científicas e tecnológicas que proporcionam meios relativamente fáceis, rápidos e baratos de tratar das questões importantes na gestão de água. Quatro desses meios são discutidos neste estudo, incluindo: (1) as oportunidades oferecidas pelo comércio virtual de água; (2) a revolução silenciosa pelo uso benéfico das águas subterrâneas; (3) dessalinização de água salgada; e (4) o uso de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (SIG). Um conceito importante é o da água virtual (pegada hídrica), que segundo os autores, é a quantidade de água necessária para produzir um bem ou um serviço. Os autores ainda acrescentam que este é um avanço fundamental na resolução da crise atual da água, porque ele calcula, com bastante precisão, a água embutida na produção de qualquer bem ou serviço. Por exemplo, 1 kg de trigo equivale a 1.000 kg de água (ou 1 m<sup>3</sup>), enquanto 1 kg de carne equivale a 20.000 kg de água (ou 20 m<sup>3</sup>). Como conclusões, os autores, mencionam que a ciência e a tecnologia têm ajudado de forma importante para solução de crises de água. No entanto, Lopez-Gunn e Llamas (2008) destacam que é de responsabilidade dos estados, e de outros atores envolvidos, evitar que os avanços trazidos pela ciência caiam no esquecimento, fazendo uma avaliação cuidadosa de seu potencial e limitações. Este documento também destacou que, graças a estas revoluções, se gerou a inovação científica e tecnológica, e que é da responsabilidade dos estados, e de outros atores envolvidos, avaliar cuidadosamente o seu potencial e limitações.

Outro estudo desenvolvido no Brasil foi realizado por Pinto e Araújo Neto (2009). Este estudo teve como objetivo subsidiar o uso dos recursos hídricos no Distrito Federal (DF), mais especificamente o de realizar um estudo preliminar sobre o abastecimento público de água. O estudo contemplou uma pesquisa das fontes disponíveis e das futuras demandas de

água por parte da população, considerando dados de 2006 e as estimativas populacionais para os anos de 2010, 2015 e 2020. A partir dos resultados dessas pesquisas (vazão de outorga ( $Q_0$ ) e vazão de demanda ( $Q_d$ )) e considerando cada SAA individualmente, foi possível então calcular o Índice de Criticidade ( $IC = Q_0 \cdot Q_d^{-1}$ ) para cada SAA estudado. Os resultados indicaram uma tendência à criticidade dos SAAs em função do constante crescimento populacional. Embora o SAA do DF atualmente atenda à demanda, a partir do ano de 2015 ele não será mais satisfatório. A operadora dos serviços de saneamento do DF indica que as ações de gestão e os investimentos planejados permitirão a correção do déficit observado. Nas conclusões, reporta-se que a abordagem utilizada não é suficiente para avaliação da real situação do abastecimento de água do DF e recomenda-se que novos estudos incorporem a avaliação da qualidade da água e da capacidade instalada dos SAAs.

Em concordância com o estudo desenvolvido por Pinto e Araújo Neto (2009), Conejo *et al.* (2009) analisaram o “Atlas Regiões Metropolitanas - Abastecimento de Água”, desenvolvido pela Agência Nacional de Águas. Esse documento teve como finalidade o diagnóstico detalhado das condições de oferta de água de sedes municipais localizadas em grandes centros e aglomerações urbanas no país. Ainda, esperou-se, que a partir deste diagnóstico, fosse possível a identificação das situações críticas e a consolidação das alternativas técnicas para o aproveitamento de novos mananciais, ampliações e melhorias de sistemas de produção de água e de coleta e tratamento de esgotos. O objetivo do estudo desenvolvido foi apresentar um panorama da oferta de água nos principais centros urbanos do país, adotando como recorte as cidades com população superior a 1.000.000 de habitantes. Na metodologia, foram abordados temas como a caracterização de oferta atual de água para o abastecimento humano ( $O_{AAH}$ ), capacidade atual do sistema produtor ( $C_{ASP}$ ), a avaliação da vulnerabilidade dos mananciais e dos sistemas de produção de água, a avaliação de mananciais superficiais e a avaliação do sistema de produção de água. Os resultados indicaram a existência de três classes do indicador do grau de atendimento à demanda ( $GAD = (1 - (O_{AAH} \cdot C_{ASP}^{-1})) \cdot 100$ ), considerando o horizonte de projeto o ano de 2015. A primeira classe refere-se aos mananciais satisfatórios ( $GAD_{2015} > 30\%$ ), caracterizados pelo excedente hídrico dos mananciais, e as cidades nesta classe são Campinas/SP, Rio de Janeiro/RJ, Porto Alegre/RS, Belém/PA, Manaus/AM e Salvador/BA. Para a segunda classe têm-se os mananciais ainda satisfatórios, mas em estado de alerta ( $0\% < GAD_{2015} < 30\%$ ), caracterizado pela pequena folga, onde se encontram às cidades de Fortaleza/CE, Curitiba/PR e Goiânia/GO. A terceira classe refere-

se aos mananciais vulneráveis ( $GAD_{2015} < 0\%$ ), caracterizando déficit hídrico, sendo que as cidades de São Paulo/SP, Guarulhos/SP, Brasília/DF e Recife/PE estão nesta classe.

Um trabalho correlato foi efetuado por Cardoso e Bordignon (2009), destacando os problemas relativos à escassez de água em vários municípios do estado de Santa Catarina, sendo apresentados para isso alguns dados da defesa civil do estado. Segundo esses autores, o número de municípios catarinenses que decretaram situação de emergência por causa da estiagem no ano de 2006 foi de 195 e em 2009 este número foi de 125. O município de São Bento do Sul, em Santa Catarina, registrou situação de emergência em ambos os períodos e foi o estudo de caso desse trabalho. No estudo, foi realizada uma avaliação dos usos prioritários dos recursos hídricos, estimativas de demandas e de disponibilidades hídricas. Os resultados apontaram a necessidade da integração da sociedade e da implementação de incentivos ao uso racional da água na cidade.

Segundo Jiang (2009), a China vem enfrentando escassez de água cada vez mais grave, especialmente na parte norte do país. Escassez hídrica na China é caracterizada pela insuficiência de recursos hídricos locais, bem como pela redução da qualidade de água, devido à crescente poluição, os quais têm causado sérios impactos sobre a sociedade e o meio ambiente. O autor ainda acrescenta que são três os fatores que contribuem para a escassez hídrica na China: (1) a distribuição espacial desigual dos recursos hídricos; (2) o rápido desenvolvimento econômico e urbanização, com uma população grande e crescente; e (3) a gestão inadequada da água (sistema institucional de gestão dos recursos hídricos fragmentado; gestão do abastecimento dos recursos hídricos e uso ineficiente da água; sistema de direitos da água subdesenvolvido; tarifação inadequada da água; insuficiente e fraco investimento na proteção do ambiente e controle da poluição; e as falhas de outras políticas). Após o desenvolvimento do estudo, o autor apresenta como conclusão que a efetiva gestão dos recursos de água é uma abordagem promissora que pode ajudar a aliviar a vulnerabilidade da China, especialmente quando a escassez de água tende a ser mais grave no futuro.

### **3.2 – ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO DA ÁGUA**

A conservação da água em ambiente urbano, objetivando o uso eficiente e sustentável dos recursos hídricos, pode ser realizada por meio de estratégias que influenciam a demanda.

Segundo Savenije e Van der Zaag (2002), essas estratégias são classificadas em não estruturais (que consistem em incentivos econômicos e legais à mudança de comportamento dos usuários da água, com base em uma realidade institucional e política que permita tal abordagem) e estruturais (que compreendem a utilização de alternativas tecnológicas que proporcionem a redução do consumo da água).

Os membros do CUWA (1997) realizaram um estudo sobre o desempenho das agências operadoras de SAA filiadas ao CUWA, durante o processo de implementação de BMP<sup>4</sup> (melhores práticas de gerenciamento para a conservação da água). O estudo apresenta a situação de cada agência operadora e as 16 BMPs que compõem o memorando de conservação da água em ambiente urbano, conforme apresentado na Tabela 3.4. As BMPs incluem medidas estruturais e não estruturais.

Tabela 3.4 – Lista de BMPs

BMP No.	Descrição da BMP
1	Auditoria da água, interior e exterior das residências
2	Utilização de torneiras novas e reparadas
3	Auditoria no sistema de distribuição de água
4	Instalação de medidores e cobrança de taxas
5	Auditoria da água em áreas verdes (jardins)
6	Exigência de licença para instalação de novas e antigas áreas verdes (jardins)
7	Informação pública (programas de informação pública para educar consumidores)
8	Educação na escola (programas de educação escolar)
9	Conservação da água em instituições, comércios e indústrias (imposição de metas)
10	Revisão do uso da água em novos comércios, indústrias e instituições
11	Precificação da conservação
12	Conservação da água para jardins de residências
13	Proibição da poluição da água
14	Designação de um coordenador responsável pela implementação de ações de conservação da água nas agências operadoras de SAA
15	Incentivo financeiro à redução do consumo
16	Substituição de vaso sanitário convencional por vaso eficiente

Fonte: CUWA (1997)

### 3.2.1 – Estratégias não estruturais

Alguns estudos correlatos a estratégias não estruturais de conservação de água são apresentados a seguir. Gleick (1998) apresenta a visão passada e a nova visão das metas dos SAA. Na visão passada, a missão primária dos gestores era a de atender aos aumentos dos níveis de desenvolvimento econômico. Para isso, realizava-se contínua expansão da

<sup>4</sup> Best Management Practices (BMPs)



infraestrutura dos sistemas e das fontes de água para abastecimento. A nova visão é descrita como uma ferramenta para o desenvolvimento racional, cuja finalidade é a redução dos problemas relacionados à água e o desenvolvimento mais efetivo das políticas e formas de gerenciamento da água. A nova visão abandona a ideia de contínua expansão do SAA e se aproxima da ideia de atendimento à necessidade básica do ser humano. Segundo Gleick (1998), esta prática vem ocorrendo, sobretudo, nos países mais industrializados. Ainda, segundo o mesmo autor, essa abordagem de planejamento e gerenciamento da água incorpora princípios de sustentabilidade e equidade, e vem sendo explorada por inúmeros especialistas. Como forma de contribuir com essa nova visão, Gleick (1998) discute o conceito de “necessidade básica de água” (BWR<sup>5</sup>) e também sugere critérios de sustentabilidade, entre eles: o de garantia de atendimento à quantidade básica de água necessária à manutenção da saúde humana e à sustentabilidade dos ecossistemas; a proteção das fontes de água; e a concretização das recomendações institucionais para o planejamento, gerenciamento e resolução de conflitos. Ainda mais, Gleick (1998) apresenta o valor de 50L.hab.<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup> como sendo o consumo *per capita* para o atendimento da BWR. Este valor de *per capita* é distribuído em 5L para consumo direto, 20L para os serviços sanitários, 15L para o banho e 10L para a preparação de alimentos (valores mínimos para condições climáticas moderadas e níveis médios de atividades).

Outro estudo relacionado a estratégias não estruturais, com enfoque diverso ao de Gleick (1998), foi realizado por Nascimento e Queiroz (2000). Esses autores analisaram experiências em ações de regulação dos serviços de saneamento da Inglaterra e de alguns países da América Latina (Argentina, Brasil, Chile e Panamá). Como conclusões, Nascimento e Queiroz (2000), destacam alguns pontos, entre eles: a participação privada no serviço público de saneamento, de forma geral, é impulsionada pela necessidade de minorar as dificuldades do poder público de investir no setor e de aumentar a eficiência na prestação dos serviços; a estrutura regulatória deve obrigatoriamente prever a figura de um ente regulador com independência decisória e isento de interferência política; independentemente dos serviços a serem prestados por entes públicos ou privados, a regulação eleva os níveis de desempenho das companhias; a simulação de um mercado competitivo e a comparação de desempenho, adotadas pela Inglaterra, são ferramentas úteis para estimular a elevação da eficiência na prestação de serviços; a participação privada no setor de saneamento ainda é incipiente devido à ausência de uma estrutura

---

<sup>5</sup> Basic water requirement (BWR)

regulatória e a indefinição da titularidade dos serviços; e, por fim, somente a criação de um arcabouço legal e institucional não é suficiente para conduzir satisfatoriamente um processo de privatização.

Savenije e Van der Zaag (2002) apresentam reflexões sobre ações de gestão de demanda. Segundo esses autores, em alguns setores (técnico, econômico, outros) o gerenciamento da demanda é visto como algo único e igual ao processo de precificação econômica da água. Esse pensamento é estimulado pelos princípios de Dublin, que, por sua vez, mencionam que a água deve ser vista como um bem econômico. No entanto, esse estudo questiona essa visão e propõe a seguinte discussão: o preço econômico da água é um meio adequado para se obterem níveis aceitáveis de demanda? Esses autores acreditam que não e apresentam uma série de argumentos para mostrar que o preço econômico da água deve previamente servir para dar sustentabilidade financeira. Mais ainda, o preço econômico adequado da água deve considerar a equidade, salvaguardando necessidades ecológicas e de qualidade da água para as classes pobres. Segundo esses autores, uma forma para alcançar o preço econômico adequado seria o aumento dos blocos tarifários e, se esse preço adequado for alcançado, alguns benefícios adicionais serão adquiridos, entre eles o envio de um sinal claro, aos consumidores, de que a água deve ser mais sabiamente utilizada e a contribuição com o processo de realocação da água dos setores com menor valor agregado (como a agricultura) para setores de maior valor agregado (como o uso de água urbana).

O estudo realizado por Nickson e Vargas (2002) pode ser considerado como um caso típico de problema do monopólio natural não regulado. Nickson e Vargas (2002) analisaram as limitações da capacidade governamental, de países em desenvolvimento, para regular a participação privada no setor de saneamento ambiental. Para isso, estudaram a concessão dos serviços de saneamento para cidade de Cochabamba, na Bolívia. No caso, os serviços de concessão incluíam a operação do sistema de abastecimento existente e a execução de um projeto com múltiplos usos (geração de eletricidade, irrigação e abastecimento de água). Após cinco meses de concessão dos serviços de saneamento, a população se revoltou contra os elevados preços da tarifa e o contrato foi cancelado. O estudo analisou o contexto e os fatores que levaram à falha na concessão e apontou que, entre eles, incluem-se: a necessidade de independência política e transparência na prestação de contas; a falta de consistência cronológica nas decisões de regulação; a falta de cuidados com termos de exclusividade no processo de contratação; a necessidade de definição minuciosa e

integrada previamente à concretização das ações regulatórias; a necessidade de implementação de mudança na tarifa de forma gradual; e a necessidade de recursos humanos qualificados.

Rogers *et al.* (2002) realizaram estudos focados nas regras de precificação da água e como a precificação podem ser usada para promoção da equidade, eficiência e sustentabilidade. Os autores concordam com Savenije e van der Zaag (2002), ao afirmarem que, se o preço da água refletir seu verdadeiro valor, o recurso será mais valorizado pelos consumidores. Na Tabela 3.5, estão apresentados os efeitos, bem conhecidos e pouco conhecidos, da política tarifária sobre os recursos hídricos (água superficial, água subterrânea e efluente).

Tabela 3.5 – Efeitos diretos e indiretos da política tarifária em recursos hídricos

---

Efeitos diretos e indiretos

---

- (a) Aumentar o preço reduz a demanda
    - (i) Bens substitutos tornam-se mais baratos
    - (ii) Conservação se torna viável
    - (iii) Há mudança na preferência de consumo
  - (b) Aumentar o preço aumenta o abastecimento
    - (i) Projetos marginais se tornam viáveis
    - (ii) Há incentivos econômicos para reduzir as perdas de água
  - (c) Aumentar o preço facilita a realocação entre os setores
    - (i) Da irrigação para o doméstico e industrial
    - (ii) De fora do sistema para dentro do sistema (reuso)
  - (d) Aumentar o preço aumenta a eficiência marginal devido ao aumento das receitas
    - (i) Melhora a manutenção
    - (ii) Melhorar a formação pessoal (treinamento e educação)
    - (iii) Técnicas modernas de monitoramento se tornam viáveis
    - (iv) Técnicas modernas de gerenciamento se tornam viáveis
  - (e) Aumentar o preço leva à sustentabilidade
    - (i) Reduz a demanda sobre os recursos naturais
    - (ii) Reduz a carga de poluição devido à reciclagem da água na indústria
  - (f) Aumentar o preço reduz o custo *per capita* da água para as classes mais pobres
    - (i) Aumenta a cobertura de atendimento das populações de classes mais pobres e de periferia urbana, porque há mais água disponível por toda extensão do sistema
    - (ii) Reduz a dependência, das classes mais pobres, dos fornecedores de água
- 

Fonte: Rogers *et al.* (2002)

O estudo de Rogers *et al.* (2002) menciona que uma série de objetivos pode levar à necessidade de ajuste da política tarifária, entre eles: a maximização da eficiência de alocação dos recursos; a necessidade de percepção da importância do recurso água, por parte dos consumidores; o equilíbrio entre as classes consumidoras de água; a sustentabilidade financeira da operadora dos serviços de saneamento ambiental; a aquisição de estabilidade na receita; e outros. Por fim, conclui-se que há nítidas provas de

que o aumento do preço pode promover equidade, eficiência e sustentabilidade. Apesar de Rogers *et al.* (2002) apresentarem esses efeitos (Tabela 3.5) como certos, ressalta-se a necessidade de cuidados, uma vez que nem sempre o aumento da tarifa levará à sustentabilidade. Por exemplo, se houver a elevação no preço da água superficial, poderá ocorrer aumento do consumo da água subterrânea. Assim, o planejamento considerando esses efeitos deverá ponderar, também, as características locais.

Na mesma linha, Belem (2009) desenvolveu um estudo com o intuito de avaliar a eficácia do instrumento “cobrança pela utilização dos recursos hídricos no setor de saneamento ambiental”. Para tal, analisou o comprometimento da receita operacional com a cobrança (em percentual) e os índices de perdas de faturamento e perdas de distribuição, em período antes e após implantação da cobrança pelo uso da água. Como conclusões, Belem (2009) menciona os seguintes pontos: o objetivo da cobrança pelo uso da água deveria ser um incentivo ao uso racional dos recursos hídricos, no entanto, as experiências brasileiras e no mundo, mostram que a principal orientação é a geração de receitas, ou seja, a cobrança tem sido muito mais um instrumento arrecadatário do que um instrumento promovedor do uso racional da água; os valores definidos para cobrança são de tão baixa magnitude que não chegam a afetar as quantidades consumidas pelos usuários e o comportamento da demanda tende a ser inelástico (consumo não afetado pelo preço); os valores de cobrança deveriam ser definidos por critérios econômicos, refletindo o custo marginal social da água e assim suficientes para induzir o uso racional da água; o acordo de melhoria de desempenho (AMD) pode servir de modelo para incentivar a racionalização do uso da água, a ideia básica no AMD é a de um compromisso de metas entre o comitê da bacia e o prestador de serviços de saneamento.

### **3.2.2 – Estratégias estruturais**

CUWA e A&N (2004) desenvolveram estudos com o objetivo de estimar o potencial da redução do consumo de água a partir de dados de programas de conservação de água. Os resultados indicaram que existe um significativo potencial de conservação da água para a cidade da Califórnia, nos EUA, a partir da implementação de BMP. As BMPs destacadas referem-se à substituição de equipamentos convencionais por equipamento de alta eficiência e a implantação de vasos sanitários com descarga ultra baixa (ULF toilet).

Sim *et al.* (2005) apresentaram um relatório sobre os resultados do programa WaND (Water and New Developments Program), que teve como objetivo apoiar a execução da gestão integrada e sustentável da água para novas construções, através da disponibilização de ferramentas e orientações para dimensionamento, implementação e gestão. O programa é atualmente desenvolvido pelo Departamento de Ciências da Computação e Matemática da Universidade de Exeter (na cidade de Exeter, no Reino Unido). O relatório ainda compara os principais usos domésticos da água em alguns países, conforme é mostrado na Tabela 3.6. O estudo também apresenta duas condições para que a tendência de redução do consumo de água seja alcançada. A primeira se refere às novas residências e afirma que ações como implantação de medidores, equipamentos e construções eficientes devem ser empregadas. A segunda se refere às antigas residências, mencionando que devem ser adotados os medidores e as máquinas de lavar modernas. Algumas alternativas para redução do consumo de água também estão apresentadas no relatório, entre elas: instalação de medidores; desenvolvimento de equipamentos consumidores de água mais eficientes (chuveiros, vasos sanitários, torneiras, máquinas de lavar, entre outros); redução da pressão nos chuveiros e torneiras; coleta de água de chuva; telhados verdes; reciclagem de água cinza; e regulação da vazão doméstica de água.

Tabela 3.6 – Comparação do uso doméstico de água entre países

Uso da água	UK <sup>1</sup>	UK <sup>2</sup>	Dinamarca	Holanda	US/Canadá	Brasil
<i>Per capita</i> de água (L.hab <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )		110 <sup>3</sup>	156 <sup>3</sup>	70 <sup>3</sup>	554 <sup>3</sup>	149 <sup>4</sup>
Vaso sanitário (%)	35	31	27	29,0	33,3	5,5 <sup>5</sup>
Chuveiros (%)	25,3	20	36	35,3	22,3	13,9 <sup>5</sup>
Lavadora de roupa (%)	14	20	13	19,0	25,6	28,4 <sup>5</sup>
Torneiras (%)		24		9,9	15,6	9,6 <sup>5</sup>
Lavadora de louça (%)	15,7	1	17	0,7	2,2	12,0 <sup>5</sup>
Outros (%)		4	7	6,0	1,1	30,6 <sup>5</sup>
Total (%)	100	100	100	100	100	100

<sup>1</sup> UK Environment Agency (2001); <sup>2</sup> Anglian Water SoDCon, POST (2000)

Fonte: Sim *et al.* (2005); <sup>3</sup> Gleick (2003); <sup>4</sup> SNIS (2012); <sup>5</sup> Barreto (2007)

Brochi *et al.* (2009), com o objetivo de sensibilizar e conscientizar todos os segmentos da sociedade sobre a questão do uso racional da água e energia, apresentaram um projeto denominado de “Casa modelo experimental - uso racional da água e energia”, que, de forma prática, demonstra a eficiência de novas tecnologias e métodos construtivos. O projeto encontra-se implantado na sede do Consócio PCJ no município de Americana, em São Paulo. Como conclusões, os autores destacaram a importância de se potencializarem as estratégias de sensibilização e comunicação voltadas à gestão da demanda da água.

Miranda e Fill (2009), diante de um contexto de redução da disponibilidade de novas fontes para atender às necessidades crescentes de consumo, apresentam um estudo do uso das águas pluviais como uma fonte alternativa de abastecimento. O estudo teve como objetivo verificar a viabilidade do abastecimento de água residencial através da coleta, armazenamento e distribuição de águas pluviais, considerando esta uma fonte alternativa de abastecimento. Um estudo de caso foi realizado na cidade de Curitiba e a metodologia empregada compreendeu a determinação do volume potencial de águas pluviais para o abastecimento e a análise de viabilidade técnica e econômica para implementação do sistema para coleta, armazenamento e distribuição. Os resultados indicaram que, para obter taxas de retorno atraentes, o risco de falha deverá ser relativamente elevado (tempo de retorno de 2 anos), sendo o valor da taxa interna de retorno maior quanto maior for a área de captação e consumo. As tarifas públicas de água poderão sofrer, no futuro, aumentos decorrentes da implementação da política usuário-pagador para as captações destinadas ao abastecimento, o que aumentaria a atratividade de sistema de captação de águas pluviais.

### **3.3 – FERRAMENTAS DE GESTÃO EM ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Apresentam-se, a seguir, algumas pesquisas realizadas cujo objetivo principal foi o desenvolvimento de ferramentas de gestão em SAA.

Cocharn e Cotton (1984) desenvolveram estudos sobre a demanda de água para as cidades de Oklahoma e Tulsa, no estado de Oklahoma, nos EUA. O trabalho teve como objetivo definir e analisar a postura social e os fatores ambientais e sociais que influenciam no consumo de água, bem como auxiliar no processo de tomada de decisão por meio do desenvolvimento de uma ferramenta para projeção de demanda de água de longo-prazo. Os resultados indicaram como variáveis preditivas o preço e o consumo *per capita* de água para o caso da cidade de Oklahoma. Para o caso da cidade de Tulsa, a variável preditiva foi a demanda *per capita* de água. Foram observados bons ajustes para modelos de regressão linear e logarítmica.

Foi criado no Brasil, em 1993, o Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) que desenvolveu inúmeras ações no campo da estruturação dos serviços de saneamento ambiental no Brasil (Brasil, 1993). Um dos produtos do PMSS foi o Projeto COM+ÁGUA (Projeto Demonstrativo Técnico e Institucional Visando ao Gerenciamento Integrado de

Perdas de Água e do Uso de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água). O projeto apresentou contribuições para controle e redução das perdas de água e de energia elétrica em SAA. Podem-se citar como contribuições do Projeto COM+ÁGUA o desenvolvimento e disponibilização de material teórico de suporte técnico para operação de SAA e o desenvolvimento de software para auxiliar o controle e minimização de perdas de água (CalcPR - Software para modelagem de ganhos com redução da pressão em sistemas de abastecimento de água). Mais informações sobre o PMSS podem ser encontradas no site <http://www.pmss.gov.br/>.

Paralelamente ao trabalho desenvolvido no PMSS, Miranda e Koide (2003) realizaram estudos com objetivo de discutir e alertar sobre os problemas nos indicadores de perdas de água. No estudo, são apresentadas as falhas existentes nos indicadores expressos em percentual e no indicador de índice de perdas de faturamento, além de mencionar a necessidade de inserção de fatores de homogeneização. Por fim, Miranda e Koide (2003) recomendam alguns indicadores, apresentando detalhamento sobre sua forma de cálculo e sua classificação em níveis básico, intermediário e avançado. De acordo esses autores, os indicadores considerados são mais representativos da realidade dos sistemas brasileiros e podem servir de referência para a avaliação de desempenho no campo das perdas de água.

Lertpalangsunti *et al.* (1999), com o objetivo de auxiliar a tomada de decisões gerenciais no SAA da cidade de Regina, no Canadá, desenvolveram um SH (sistema híbrido) que combina técnicas de LF (lógica *fuzzy*), de conhecimento baseado em casos, e de sistema baseado em conhecimento. Para o desenvolvimento do estudo, realizaram-se as seguintes etapas: aquisição de *shell* comercial, *expert system shell* G2; coleta de dados junto ao operador do SAA; coleta de dados junto a agência ambiental canadense; desenvolvimento do sistema combinando diferentes técnicas; e verificação dos resultados obtidos. As fontes de dados foram relatórios disponibilizados pela operadora do SAA e pela instituição de monitoramento do clima do Canadá. O histórico de dados refere-se ao período de 1992 a 1994. Os dados utilizados incluíram o período de funcionamento de bombas, a vazão horária de abastecimento, o nível dos reservatórios, a temperatura e a umidade relativa do ar. Como conclusões do estudo, têm-se que o modelo desenvolvido apresentou bons resultados, a temperatura foi o fator de maior importância na previsão da demanda, e os sistemas híbridos apresentam-se como uma alternativa viável ao estudo de problemas de grande complexidade.

León *et al.* (2000) desenvolveram um SH denominado EXPLORE, que combina técnicas de otimização com SE (sistema especialista), e seu desenvolvimento foi motivado pelas necessidades de redução dos custos com energia elétrica, de otimização operacional e de ações de gestão de demanda da água no SAA da cidade de Seville, na Espanha. O objetivo principal do EXPLORE foi o de garantir o abastecimento de água. Para alcançar esse objetivo, o EXPLORE deveria decidir qual seria a vazão diária a ser tratada pela estação de tratamento de água, usando a previsão de demanda e os níveis dos reservatórios como segurança marginal. O segundo objetivo do EXPLORE foi o de reduzir os custos com a energia elétrica da estação de tratamento de água. Esse objetivo deve ser alcançado satisfazendo a demanda. As bombas constituem os componentes de maior custo elétrico e não se pode reduzir a quantidade total de energia consumida porque ela depende somente da demanda de água, fator que não pode ser controlado externamente. No entanto, como a tarifa de energia é diferente durante as horas do dia, é possível reduzir os custos com a energia pelo bombeamento durante as horas de tarifa mais baixa. Um objetivo adicional foi a manutenção da qualidade da água. Para alcançar esse objetivo, não se deveria utilizar a capacidade máxima dos reservatórios, considerando as concentrações adequadas de cloro. Para se atingir esses objetivos, o EXPLORE deveria realizar duas tarefas: (1) integração do controle e informações - todas as informações sobre as condições da rede de distribuição de água deveriam ser encaminhadas ao centro de controle da operadora do SAA, os operadores deveriam decidir que ações realizar no SAA; (2) usar os dados do histórico da demanda de água disponíveis no centro de controle da operadora do SAA - os operadores não poderiam utilizar facilmente o histórico de demanda de água para realizar previsões do consumo de água e a automação da previsão é uma informação essencial para redução dos custos com energia elétrica. Nessa linha, o EXPLORE foi desenvolvido considerando três atividades principais: (1) configuração do processo; (2) operação do processo; e (3) simulação do processo. Os resultados indicaram uma redução de 25% nos custos com energia e os benefícios adicionais do sistema referem-se à possibilidade de qualificação dos operadores menos experientes, obtenção de guia para a operação do SAA, e possibilidade de simulação de diferentes estratégias gerenciais. Por fim, León *et al.* (2000) destaca que o SH é altamente flexível, pode ser aplicado em outros SAAs e que o modelo de previsão apresentou erros significativos e necessita de mais estudos.

Froukh (2001), procurando contribuir para formulação da política dos recursos hídricos na cidade de Swindon, no Reino Unido, desenvolveu estudos com a finalidade de integrar



abordagens matemáticas e heurísticas para previsão e gerenciamento da demanda doméstica de água. Para isso, o autor desenvolveu um SH que integrou técnicas de SE, de GIS (sistema de informação geográfica), de MCDA, de sistema baseado em conhecimento e modelagem matemática. O SH desenvolvido foi capaz de prever a demanda doméstica de água (considerando diferentes métodos, definidos em função dos dados disponíveis e da aplicação de MCDA), de calcular a eficácia de conservação da água (a partir da implementação de diferentes ações de gerenciamento), de prever o consumo unitário de água em diferentes unidades (habitante, por residência e por ligação), e de desenvolver diferentes cenários mediante mudanças na política da água. O SH trabalha com diferentes dados de entrada, que incluem o histórico do demanda de água da área urbana, o número de moradores por residência, consumo residencial de água, a tarifa de água, o índice pluviométrico, a temperatura, os volumes consumidos pela máquina de lavar louças, pelo chuveiro, pela banheira, pelo vaso sanitário, pia da cozinha, entre outros. Também podem alimentar o SH informações como nível educacional, fatores socioeconômicos e demográficos. Com a finalidade de dar segurança às respostas produzidas pelo SH, o sistema foi testado de acordo com dois critérios principais. O primeiro, diz respeito aos testes com os modelos, sendo utilizada para isso a comparação dos resultados obtidos pelo SH com os resultados obtidos, ao se realizarem as mesmas análises, utilizando o Excel. O segundo critério envolve a checagem das respostas apresentadas pelo SH. Para isso, o SH foi projetado com uma ferramenta que apresenta a sequência de argumentos lógicos que resultou naquela resposta, junto com a descrição do sistema especialista que gerou a resposta. Uma aplicação do SH desenvolvido foi realizada na cidade de Swindon, utilizando dados da operadora do SAA. Como conclusões, Froukh (2001) menciona que o SH foi testado e apresentou bons resultados na cidade de Swindon, no Reino Unido.

Segundo Mahabir *et al.* (2003), a previsão da demanda de água é uma importante ferramenta de gestão, especialmente em regiões onde o volume anual de água é influenciado diretamente pelas estações climáticas, caso da província de Alberta, no Canadá. Na estação da primavera, ocorre a alimentação das bacias hidrográficas pelo derretimento da neve e no verão ocorrem os picos de consumo. Segundo esses autores, para realização das previsões de demanda e de disponibilidade de água, se tem utilizado uma combinação de equações de regressão. Infelizmente essa abordagem tem sucesso limitado em termos de precisão, por isso uma nova abordagem foi necessária. A alternativa proposta foi à modelagem por lógica *fuzzy*, que tem sido aplicada, com muito sucesso, em

vários campos onde a relações entre causa e efeito são imprecisas. Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios e os autores concluem que a LF tem um potencial promissor para realização de previsões em SAA.

Corral-Verdugo (2003) realizou um estudo com o objetivo de identificar os determinantes psicológicos e situacionais do comportamento de conservação da água. Foram estudadas duas cidades do Nordeste do México, uma com escassez crônica e outra com provisão suficiente de água. A metodologia empregada fundamentou-se em coleta de dados primários, análise estatística dos dados, proposição e análise de modelos estruturais. Os resultados apontaram que o consumo de água foi significativo e positivamente influenciado por crenças utilitárias (por exemplo: água é um recurso inesgotável e barato) e pela posse de equipamentos domésticos facilitadores de consumo, enquanto que motivos e habilidades de conservação bem como escassez de água inibiam tal consumo. Os motivos de conservação foram positivamente afetados pela escassez de água e pelas habilidades de conservação e foram negativamente influenciados por crenças utilitárias.

Fernandes Neto *et al.* (2004) mencionaram que a utilização de valores de consumo *per capita* de água tabelados ou de cidades com características semelhantes é questionável, dada a covariação deste consumo com fatores de nível socioeconômico, nível de industrialização, clima, porte da cidade, características topográficas, percentual de hidrometração, custo da tarifa, entre outros. Para desenvolvimento do estudo, foram avaliadas diversas variáveis intervenientes no consumo *per capita* de água em um universo amostral composto por 96 municípios do estado de Minas Gerais. O estudo possibilitou inferir observações acerca da influência dos fatores considerados, segundo cada faixa populacional avaliada, e delinear um modelo matemático para municípios com população de 50 a 100 mil habitantes.

Tillman *et al.* (2005) desenvolveram estudos com os objetivos de (1) apontar possíveis riscos de desabastecimento de água associados à forma de dimensionamento e a estratégias de gestão atualmente utilizadas em SAA, e (2) identificar caminhos de dimensionamento e estratégias que minimizem esses riscos. Para isso, um modelo baseado em agentes (*Agent-Based Model*) foi desenvolvido. A metodologia empregada fundamentou-se nas seguintes etapas: proposição de regras típicas para os agentes influentes (*stakeholders*) no SAA via regras do tipo “*Se* (condição) *Então* (ação)”, obtidas através de consulta à literatura,

entrevistas e observações; discussão, análise, mudança e adequação das regras a partir de processo participativo envolvendo diretamente os *stakeholders*; desenvolvimento e validação do modelo computacional; testes com múltiplos cenários explorando diferentes estratégias de gerenciamento e de engenharia. As conclusões reportam que o modelo baseado em agentes mostrou-se ferramenta promissora para o planejamento em SAA (ênfatisando mais as ações dos *stakeholders* e menos as características técnicas dos sistemas), e que o caminho para se alcançar as BMPs passa por ferramentas de gerenciamento com incentivos tarifários, campanhas informativas, e gerenciamento de eventos extremos.

López-Paredes *et al.* (2005), com objetivo de avaliar alternativas de políticas da água em diferentes cenários (diferentes condições climáticas e tecnológicas), serviram-se do modelo FIRMABAR (Freshwater Integrated Resources Management with Agents in Barcelona) para a situação da região metropolitana de Barcelona, na Espanha. O modelo FIRMABAR é calcado nas técnicas de modelo baseado em agentes (*Agent-Based Model*) e fundamentação em programação orientada a objetos (POO). O modelo considerou variáveis como fatores influentes na demanda de água (número de membros da residência, idade, renda bruta, classe socioeconômica, atitude social, preferência por residência, tipo de residência e demanda residencial de água), definição de fontes de relações complexas (diferentes tipos de *stakeholders*, mudanças no uso e ocupação do solo), e presença de processos autônomos (condições climáticas, preferências individuais e sociais). Os dados utilizados abrangeram o tipo do município, o tipo de habitação, o preço de cada casa, a densidade populacional, o índice pluviométrico, a temperatura, o armazenamento de água nos reservatórios, o volume de água tratado e as perdas de água. Também foram utilizados dados necessários à identificação do comportamento da família. A identificação do comportamento da família é apresentada na Equação 3.1.

$$F = \{n, age, inc, wea, SC, SA, Hp\} \quad (3.1)$$

Na qual:  $F$  é a identificação comportamental da família;  $n$  é o número de membros da família;  $age$  é a idade do chefe de família;  $inc$  é a renda bruta da família;  $wea$  é o acúmulo de patrimônio familiar;  $SC$  é a classe social da família;  $SA$  é a atitude social da família;  $Hp$  é a preferência da família por determinado tipo de residência.

As conclusões do estudo de López-Paredes *et al.* (2005) se referem à viabilidade da utilização do modelo FIRMABAR, sendo este uma ferramenta que permite representar detalhadamente a participação dos indivíduos no sistema, capturar heterogeneidade e representar com realismo social o processo e as interações entre os agentes. No caso específico da região metropolitana de Barcelona, o modelo indicou que a política da água deveria focar mais no aumento da eficiência do consumo residencial e na redução nas perdas da rede de abastecimento. Atualmente, o modelo tem sido aplicado com bons resultados na cidade de Valladolid, na Espanha.

Altunkaynak *et al.* (2005) mencionaram que os gestores em SAA precisam tomar inúmeras decisões para atender a demanda, tais como aumento da capacidade de abastecimento, programação de manutenção e o planejamento de longo prazo. Segundo esses autores, a previsão da demanda de água é condição fundamental para que os SAAs sejam considerados confiáveis. Com o objetivo de contribuir com a confiabilidade do SAA da cidade de Istambul, na Turquia, foi desenvolvido um modelo *Takagi Sugeno (TS) Fuzzy* (consiste em um sistema de inferência capaz de descrever, de forma exata ou aproximada, sistemas dinâmicos não lineares por meio de um conjunto de sistemas dinâmicos lineares, localmente válidos, interpolados de forma suave, não linear e convexa) para prever a demanda mensal de água. Os resultados indicaram que o modelo desenvolvido pode ser considerado satisfatório, tendo apresentado um erro inferior a 10%. As conclusões desse trabalho referem-se à constatação de que a abordagem *fuzzy* apresenta algumas vantagens em relação aos métodos clássicos, e, em geral, produz melhores resultados, sem a existência das restrições dos métodos clássicos.

Athanasiadis *et al.* (2005), com vistas ao desenvolvimento de subsídios para a tomada de decisão no processo de formulação de políticas da água, para a cidade de Tessalonica, na Grécia, desenvolveram um SH, nomeado de DAWN (hybrid model for estimating residential water demand), fundamentado nos modelos baseados em agentes (*Agent-Based Model*) e em modelos econométricos. Segundo os autores desse trabalho, a abordagem tradicional da engenharia tem induzido ao constante aumento na capacidade dos SAA, à depreciação das fontes de água, à superexploração dos recursos hídricos e à subvalorização da água. O modelo proposto teve como finalidade a realização de estimativas de demanda residencial futura de água a partir da propagação de mudanças na atual política da água. Como conclusão, Athanasiadis *et al.* (2005) expõe que o modelo desenvolvido tem

contribuído para a formulação de novas políticas da água na região metropolitana de Tessalonica e tem direcionado as ações de controle de demanda de água.

Morais e Almeida (2006), considerando o fato de que em planejamento de SAA normalmente são envolvidos grupos ou instituições com diferentes objetivos e uma grande variabilidade de alternativas, propuseram uma abordagem de MCDA para realizar a seleção de alternativa para minimização do problema de perdas em SAA. O estudo considerou principalmente os termos de custo e de desempenho. Várias alternativas para minimização das perdas foram propostas, entre elas: substituição ou aferição dos hidrômetros; implantação de hidrômetros; implantação de medição individualizada por apartamento; campanha educativa ao usuário; setorização ou instalação de válvulas redutoras de pressão; fiscalização contra fraudes; reabilitação de válvulas e conexões; e reaproveitamento da água de lavagem das unidades de tratamento. Os atores considerados foram a concessionária da água, o engenheiro projetista, a agência ambiental e o líder comunitário. O método MCDA utilizado foi PROMETHEE II e diversos critérios foram considerados, incluindo: custo de implantação; horizonte de projeto; balanço econômico-financeiro; redução de desperdício; benefícios ambientais; dificuldade de manutenção e operação; e a aceitabilidade social. Com o objetivo de ilustrar a aplicação do modelo, foi elaborado um estudo baseado em um caso real na cidade de Carnaíba, localizada no sertão Pernambucano a 417km da capital, com população total de 17.696 habitantes. O resultado indicou como melhor alternativa a reabilitação de tubos e conexões.

Fullerton Jr. *et al.* (2007) desenvolveram estudos sobre as séries temporais do consumo de água para a cidade de Tijuana, região do semiárido do México. O objetivo do trabalho foi analisar o consumo dinâmico mensal de água da cidade de Tijuana. Nesse estudo, foram consideradas as variáveis consumo total de água, número total de consumidores, preço médio do m<sup>3</sup> da água, índice pluviométrico, temperatura média do ar, índice de emprego e produção industrial da cidade. Os dados foram coletados em diversas instituições, incluindo a operadora de serviços públicos, o instituto de monitoramento demográfico e social e o instituto de monitoramento climático. Foram propostos e ajustados modelos teóricos de consumo de água por consumidor e para a cidade. Os resultados indicaram que o modelo e respectivos coeficientes foram significativos e que as previsões e políticas derivadas dos modelos propostos devem ser desenvolvidas cuidadosamente.

Melo e Jorge Neto (2007) desenvolveram estudos com vistas à formulação de políticas voltadas para a regulação, modernização e ampliação do setor de saneamento básico no Brasil, direcionados para a estimação de funções de demanda residencial de água em contexto de preços não lineares. O estudo foi desenvolvido em cinco seções. Na primeira seção é apresentada a introdução. A segunda seção refere-se ao modelo teórico geral da função de demanda sob a ótica da precificação em bloco, começando com os problemas decorrentes da aplicação direta do método dos MQO (mínimos quadrados ordinários) e encerrando-se com um resumo do método econométrico de máxima verossimilhança, apropriado ao contexto do estudo. A terceira refere-se à descrição estatística da base de dados utilizada no estudo. Na quarta seção, constam os resultados, acompanhados por uma análise econométrica sobre os parâmetros estimados. Na última, conclui-se o estudo mencionando que a elasticidade de preço da demanda de água é aproximadamente unitária, sendo o preço marginal e a renda considerada as variáveis mais relevantes do modelo.

Qin *et al.* (2008) realizaram estudos voltados ao desenvolvimento de SH, cujo objetivo foi avaliar o impacto das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos e facilitar adequações necessárias na bacia da Geórgia, no Canadá. No estudo, os referidos autores abordaram temas como MCDA para análise de política da água, impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos na bacia de Geórgia e a arquitetura do SH desenvolvido, nomeado de MAEAC (sistema especialista baseado em MCDA para análise de adaptação às mudanças climáticas). Por fim, o SH desenvolvido (MAEAC) pode ser usado para aquisição de conhecimento sobre impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos na bacia da Geórgia e para auxiliar a formulação de políticas relevantes para a adequação da bacia.

Silva *et al.* (2008), no intuito de auxiliar a formulação de políticas de regulação setor da água na cidade de Cuiabá/MT, realizaram uma pesquisa com o objetivo de identificar o grau de participação das variáveis socioeconômicas e climáticas na determinação do consumo *per capita* de água, bem como propor um modelo estatístico capaz de projetar esse consumo. Para isso, realizaram coleta de dados em diversas instituições (operadora dos serviços de saneamento, concessionária de energia, instituto de monitoramento climático e administração municipal) e procederam as análises estatísticas dos dados. Os resultados apontaram para a não interveniência das variáveis climáticas sobre a demanda *per capita* de água, as variáveis intervenientes foram a classe socioeconômica e o consumo

*per capita* de energia elétrica, sendo que o modelo de projeção apresentou razoável capacidade de projeção ( $R^2 = 0,795$ ), porém sendo ainda necessário realizar alguns ajustes no modelo. Observou-se que a necessidade de ajuste no modelo pode estar relacionada à associação entre a classe socioeconômica e consumo *per capita* de energia elétrica.

Makropoulos *et al.* (2008) mencionam que as práticas convencionais em gerenciamento da água urbana são focadas no atendimento à demanda e afastam a ideia de utilização de águas cinzas e água pluviais em áreas urbanas já estabelecidas. No entanto, em uma abordagem alternativa, consideram que a demanda de água pode ser atendida por águas cinzas e águas pluviais. Com o propósito de ajudar gestores de água em ambiente urbano, os autores desenvolveram uma ferramenta de suporte a decisão, nomeada de UWOT (Urban Water Optioneering Tool), para facilitar a seleção de combinações entre estratégias e tecnologias em novas construções. A UWOT é um dos produtos do programa de pesquisa WaND (Water Cycle Management for New Developments) e se baseia no modelo de balanço hídrico do Matlab-Simulink. O modelo possui uma biblioteca de alternativas tecnológicas que podem ser selecionadas pelo usuário em função das características de cada caso. Para a seleção das melhores alternativas de combinação, são utilizados critérios ambientais, econômicos, sociais e tecnológicos. A seleção das combinações de tecnologias é fundamentada na otimização em AG (algoritmo genético). Por fim, os autores concluem afirmando que a UWOT tem sido testado, apresentando bons resultados, em estudos de caso no Reino Unido (Elvetham Heath residencial, cidade de Fleet, no Reino Unido).

Zarghami *et al.* (2008) desenvolveram estudos com objetivo de selecionar alternativas de medidas de gestão da demanda de água, em um ambiente com significativo crescimento populacional, SAA com sérios problemas e frequentes falhas no abastecimento de água (caso da cidade de Zahedan, no Irã). Assim, foi desenvolvido para a cidade de Zahedan um modelo multiobjetivo e multicritério para o problema de abastecimento de água contemplando várias variáveis (perdas na rede, medidas de consumo, volume de água transferido, parâmetros de qualidade de água, e outros). Diferentes critérios (custos, necessidade de abastecimento de água e risco social) foram agregados, utilizando o método de Programação de Compromisso. Na definição dos pesos, realizou-se uma consulta à operadora dos serviços de água e esgoto e à administração municipal. Os resultados mostraram que as medidas de gestão da demanda podem atrasar os projetos de transferência de água, para cidade de Zahedan, em mais de 10 anos. Os autores também

afirmam que a técnica de Programação Compromisso é uma ferramenta eficiente para a gestão integrada dos recursos hídricos em áreas urbanas e a técnica pode ser utilizada por tomadores de decisão em outros casos.

Odan (2010) desenvolveu pesquisa com enfoque na problemática da previsão de demandas com vistas à operação dos SAAs em tempo real. No trabalho, foram utilizados dados das cidades de São Carlos e Araraquara, no estado de São Paulo. Foram utilizadas RNA (Redes Neurais Artificiais) perceptron de múltiplas camadas (RNAs MLP), RNA dinâmica (DAN2) e duas RNAs híbridas. As entradas fornecidas foram definidas com base na revisão bibliográfica, análise de correlação e variáveis meteorológicas. Os resultados indicaram o modelo de RNA dinâmica como melhor modelo de previsão.

Os modelos desenvolvidos vêm tentando capturar a ambiguidade e imprecisão dos dados necessários à tomada de decisão em situações CAUA. Alguns modelos têm apresentado resultados considerados satisfatórios, estes modelos, em sua grande maioria, integram diferentes técnicas de modelagem.

### **3.4 – FERRAMENTAS DE GESTÃO EM AMBIENTE URBANO**

Apresentam-se, a seguir, algumas pesquisas cujo objetivo primário foi a contribuição para a solução de problemas ambientais, não diretamente relacionados com a água, porém com características similares, no ambiente urbano.

UNEP/UNESCO (1987), com o objetivo de elaborar um guia metodológico para avaliação ambiental integrada do desenvolvimento de projetos em recursos hídricos, reuniu um grupo de especialistas para elaboração de um documento orientador. Nesse documento são apresentados temas como: abordagens básicas e definições; classificação de sistemas hídricos; indicadores ambientais; indicadores socioeconômicos; avaliação do estado atual do ambiente hídrico; metodologia para seleção de opções; e, exemplos numéricos. O documento descreve uma metodologia que permite (1) avaliar o estado ambiental atual da água e (2) avaliar os projetos hídricos sobre os aspectos ecológicos e econômicos. Para isso, o grupo de especialistas envolvido propôs a agregação de diversos indicadores (de clima, de uso do solo, do corpo hídrico, socioeconômico, outros), por meio de uma técnica MCDA (*Compromise Programming*) e respectivas equações, chegando a um indicador



multinível. Por fim, o documento descreve a metodologia (passo a passo) e também apresenta um exemplo com valores numéricos.

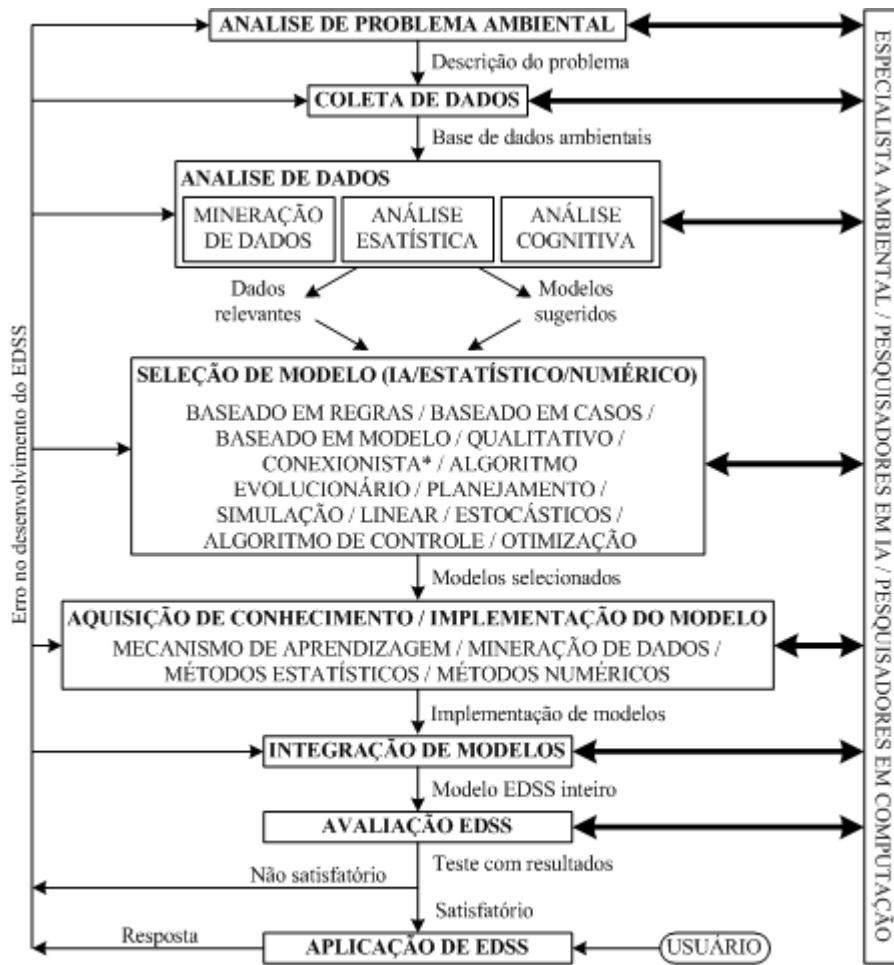
Wei e Weber (1996) desenvolveram um sistema especialista (SE) para selecionar a melhor alternativa para o gerenciamento dos resíduos sólidos perigosos. O SE foi composto por duas diferentes bases de conhecimento, a primeira, econômica e tecnológica, e a segunda, política e social. O desenvolvimento do SE seguiu as seguintes etapas: desenvolvimento da base de conhecimento econômica e técnica; desenvolvimento da base de conhecimento política e social; implementação do SE; e aplicação do SE desenvolvido a um estudo de caso (indústria de papel e celulose). Entre as conclusões destacou-se que os resultados obtidos pelo SE são equivalentes aos resultados apresentados por um especialista humano e que a metodologia pode ser aplicada a outros casos.

Zhu *et al.* (1998) realizaram estudos com o objetivo de desenvolver uma nova abordagem para a criação de sistemas de suporte a decisão espacial e geográfica (SDSS), auxiliando assim os gestores do uso e ocupação do solo na ilha de Islay, na Escócia. A abordagem proposta integra um SDSS, um SE e outras técnicas. A metodologia para desenvolvimento do estudo contemplou os seguintes tópicos: revisão bibliográfica; proposição e detalhamento da arquitetura do sistema; implementação e desenvolvendo um sistema de suporte a decisão para o uso da terra (nomeado de ILUDSS, Islay Land Use Decision Support System), incorporando ferramentas como ARC/INFO (software de informação geográfica utilizado para coletar e construir base de dados), *shell* CLIPS (C Language Integrated Production System) e HARDY (software de diagramação); aplicação do ILUDSS em um caso real, a ilha de Islay. Na conclusão, apresenta-se que a abordagem proposta é uma alternativa bastante vantajosa em relação à abordagem clássica, uma vez que captura vantagens de várias técnicas de solução de problemas.

Baeza *et al.* (2000), objetivando aumentar o controle sobre os processos mais suscetíveis à falhas e obter um alto nível de controle operacional em estações de tratamento de efluentes (ETE), desenvolveram um SE para supervisionar e controlar uma ETE piloto. A ETE piloto operava com processos A<sup>2</sup>/O (anaeróbico, anóxico, oxidação). O SE foi desenvolvido em um ambiente G2 (*shell* comercial, *expert system shell* G2). Como conclusão, o autor afirma que o SE desenvolvido tem uma estrutura versátil e capaz de se adequar a ETES com diferentes configurações.

Cortés *et al.* (2000) desenvolveram estudos com objetivo de mostrar como as técnicas de IA (Inteligência Artificial) têm apresentado sucesso no desenvolvimento de ferramentas para modelagem, dimensionamento, simulação, predição, planejamento e auxílio à decisão na área ambiental. O estudo apresenta os trabalhos desenvolvidos nos últimos 15 anos organizados em três categorias: técnicas de mineração e interpretação de dados; técnicas de diagnóstico de problemas; e técnicas de suporte a decisão. Apresentam denominações tipicamente utilizadas, entre elas: KBS (Knowledge-Based Systems), SSD (sistema de suporte a decisão), EDSS (Environmental Decision Support Systems) e MODSS (Multiple Objective Decision Support Systems). Cortés *et al.* (2000) apresentam, também, um fluxograma, considerado como ideal, para o desenvolvimento de EDSS, mostrado na Figura 3.1. Após a apresentação e análise de uma série de trabalhos correlatos, Cortés *et al.* (2000) concluem que uma grande variedade de problemas ambientais pode ser solucionada pelas técnicas de IA, em especial aquelas em que os métodos tradicionais apresentam dificuldades. Cortés *et al.* (2000) destacam ainda que as técnicas de IA tenham sido muito pouco exploradas em pesquisas.

Chau *et al.* (2002), considerando a diversidade de métodos disponíveis para modelagem hidráulica e qualitativa das águas costeiras e a necessidade de conhecimento específico para a seleção do(s) método(s) mais adequado(s), desenvolveram um SH com objetivo de simular um especialista humano solucionando o problema. Segundo os autores citados, a análise da hidráulica costeira e da qualidade da água geralmente envolve regras heurísticas e experiência empírica, o que é inerente ao especialista humano. Observa-se, ainda, que a precisão das projeções é amplamente dependente das condições de contorno, dos parâmetros usados e do modelo numérico adotado. Dessa forma, o estudo desenvolvido teve por objetivo integrar o conhecimento adquirido pelo especialista humano e as técnicas de modelagem numérica por meio de técnicas de IA. Para isso, fez-se uso de uma *shell* comercial chamada *Visual Rule Studio*, e realizou-se a coleta de uma série de variáveis e definição de parâmetros envolvidos. Para a obtenção e representação do conhecimento, foram utilizadas regras de produção (*Se* (condição) *Então* (ação)). O modelo desenvolvido foi então aplicado em um caso real, o caso do Mar de Tolo Harbour. Os resultados indicaram que a integração entre os SE e modelos numéricos pode contribuir significativamente para quebra da barreira existente entre os modelos numéricos e seus usuários.



\* Enfatizam o uso de símbolos para solução de problemas. Sustentam que inteligência surge de sistemas simples, pela interação de componentes através de aprendizado e adaptação (Luger, 2009).

Figura 3.1 – Fluxograma ideal para o desenvolvimento de sistema de suporte à decisão  
 Fonte: Adaptado de Cortés *et al.* (2000)

Segundo Cheng *et al.* (2003), as agências ambientais chinesas, há mais de 30 anos, têm implementado ações para controle da poluição hídrica (alguns exemplos são os incentivos econômicos e os padrões ambientais obrigatórios). No entanto, a qualidade da água continua a se deteriorar. Dessa forma, novas medidas de regulação devem ser desenvolvidas para se conhecer as necessidades e dificuldades das agências ambientais chinesas na tentativa para se alcançar o controle de poluição hídrica. A fim de contribuir com a solução desse problema, foi desenvolvido um SH para o controle de poluição hídrica industrial (nomeado de WPC-ES, expert system for municipal industrial water pollution control). O sistema combina técnicas de SE e SSD e pode auxiliar os gestores ambientais a selecionar a melhor decisão. O WPC-ES tem como principais atribuições a diminuição da taxa de erro humano, a facilitação do treinamento de operadores e recomendação das melhores alternativas de projetos. As conclusões obtidas indicam que o WPC-ES pode ser considerado uma ferramenta extremamente útil, uma vez que tem como base conceitual a

premissa de que a qualidade da água é intrinsecamente relacionada ao sistema social e econômico da cidade e a decisão apontada considera e integra diferentes modelos, simplificando os resultados para o usuário. Acrescenta-se ainda que o WPC-ES tenha sido aplicado, com resultados satisfatórios, na cidade de Huhhot, na China.

Ares e Serra (2008) desenvolveram uma metodologia para selecionar projetos de engenharia ambientalmente sustentáveis, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais na planície costeira do rio Chubut, na Argentina. O estudo desenvolvido levou em consideração questões como conhecimento básico de hidrologia, presença de *stakeholders*, avaliação de pesos e definição de critérios não redundantes e robustos. A metodologia proposta seguiu cinco etapas: identificação dos paradigmas ambientais regionais; modelagem hidrológica e coleta do julgamento dos *stakeholders* para a definição das alternativas viáveis; desenvolvimento de um conjunto de indicadores de sustentabilidade ambiental, para avaliação das alternativas de projeto, e respectivo teste de consistência; avaliação de indicadores propostos por meio da análise de componentes principais, estimação dos pesos e redução da redundância; e obtenção de conjunto de alternativas viáveis. Por fim, Ares e Serra (2008) concluíram que os procedimentos desenvolvidos permitiram a seleção de três alternativas viáveis que satisfizeram o julgamento dos *stakeholders* e minimizaram as redundâncias.

Fu *et al.* (2008) reportaram que a maioria das pesquisas de otimização operacional em ETEs urbanas tem sido desenvolvida com foco mono-objetivo. No entanto, em situações reais, estratégias com soluções mono-objetivo são extremamente limitadas e pouco úteis. Para efetiva otimização operacional, estratégias de controle com múltiplos objetivos, possivelmente conflitantes, são necessárias. Nesse sentido, Fu *et al.* (2008) desenvolveram um estudo de otimização multiobjetivo em um sistema simulado de coleta e tratamento de esgotos, cuja coleta de esgoto abrange uma área total de 725,8 ha e o sistema de tratamento de lodos ativados é baseado na ETE da cidade de Norwich, no Reino Unido. Os objetivos foram representados pelas Equações 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6. No trabalho de Fu *et al.* (2008), para encontrar as soluções de ótimo de Pareto, foi utilizado o algoritmo genético NSGA II (algoritmo genético de otimização multiobjetivo). Os resultados mostraram eficácia da otimização multiobjetivo e do NSGA II para integração das diferentes estratégias em sistemas urbanos complexos.

$$\text{máx} DO - M \quad (3.2)$$

$$\text{mín} DO - DU \quad (3.3)$$

$$\text{mín} AMM - M \quad (3.4)$$

$$\text{mín} AMM - DU \quad (3.5)$$

$$\text{mín} P \quad (3.6)$$

Nas quais: DO-M é o mínimo da concentração de OD no rio; DO-DU é a duração da concentração de OD menor que o mínimo pré-definido; AMM-M é a concentração máxima de amônia do rio; AMM-DU é a duração da concentração acima do máximo pré-definido; P custo da energia para bombeamento e aeração.

Segundo Zuffo (2011), critérios com poucos dados ou cuja interpretação depende do conhecimento de especialistas podem perfeitamente estar contidos em uma faixa de possibilidades, com diferentes faixas de valores ou probabilidades. Essa graduação pode ser traduzida pelas funções de pertinência dos números *fuzzy*, o que poderá possibilitar uma melhor performance das análises multicriteriais nessas aplicações. Nesse sentido, Zuffo (2011) propôs a incorporação da aritmética *fuzzy* em dois métodos multicriteriais muito utilizados em planejamento e gestão de recursos hídricos (Programação de Compromisso e Teoria dos Jogos Cooperativos). Como conclusões, o autor destaca que a incorporação de aritmética *fuzzy* mostrou-se viável nos métodos estudados, e a incorporação da matemática *fuzzy* em outros métodos multicriteriais também pode vir a ser viável, contribuindo na construção de ferramentas que enriqueçam o processo de tomada de decisão multicriterial.

### **3.5 – SISTEMAS ESPECIALISTAS: SUA VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO**

Considerando-se o fato de que os Sistemas Especialistas (SEs) são ferramentas presentes em boa parte das pesquisas atualmente desenvolvidas em planejamento ambiental urbano, apresentam-se a seguir, alguns trabalhos correlatos ao seu desenvolvimento, bem como formas de sua verificação e validação.

Suwa *et al.* (1982) efetuaram estudos acerca de abordagens para verificação da competência e consistência de sistemas especialistas baseados em regras. Com o objetivo de verificar a competência e a consistência de SE baseado em regras, esses autores desenvolveram um programa para testar, de forma automática, a capacidade de inferência e precisão de SEs. Esse programa permite a detecção automática de erros comuns

encontrados na implementação de novos SEs. Segundo Suwa *et al.* (1982), o processo de verificação do SE tem dois componentes diferentes, o primeiro se refere à checagem das restrições da base de conhecimento e o segundo à verificação da capacidade de interpretação da base de conhecimento. O estudo de Suwa *et al.* (1982) também contempla os problemas comumente encontrados durante o desenvolvimento de novos SEs, sua forma de correção e a descrição dos fundamentos envolvidos no programa desenvolvido, concluindo que o programa desenvolvido pode contribuir com os desenvolvedores de SEs, aumentando a competência e consistência de seus sistemas.

Mettrey (1991) realizou estudos com objetivo de comparar diferentes *shells*<sup>6</sup> para o desenvolvimento de SEs. Foram avaliadas cinco *shells*: (1) Automated Reasoning Tool for Information Management (ATR-IM); (2) C Language Integrated Production System (CLIPS); (3) Knowledge Engineering System (KES); (4) Level 5; e, (5) VAX OPS5. As ferramentas foram avaliadas segundo os critérios de representação de conhecimento, engenharia de inferência, ambiente de desenvolvimento, ambiente de saída, documentação e suporte a utilização. Após teste e análise das ferramentas, são apresentadas algumas conclusões, entre elas: todas as ferramentas analisadas apresentam pontos fortes e pontos fracos, portanto uma única ferramenta não é adequada para todos os problemas; as ferramentas KES e Level 5 não foram adequadas para uma aplicação que necessite da construção da solução de um problema, esperava-se de ambas melhor performance para problemas com abordagem heurística; as ferramentas ART-IM, CLIPS e VAX OPS5 apresentaram fraca força para resolução de problemas de abordagem heurística, isso porque falta suporte para programação em encadeamento reverso (*backward*<sup>7</sup>).

Wong e Monaco (1995), com objetivo de contribuir com os desenvolvedores de SE, realizaram revisão bibliográfica de trabalhos envolvendo SE aplicados a *business* no período de 1977 a 1993. Foram estudados 380 artigos e esses foram classificados segundo o ano de publicação, a área de aplicação, tipo de problema (genérico ou específico), o domínio do problema (estruturado ou semiestruturado), nível de gerenciamento (operacional, tático, estratégico), nível de independência, meio de desenvolvimento

---

<sup>6</sup> Shell é uma ferramenta de Inteligência Artificial voltada para construção de sistemas especialistas (Giarratano e Riley, 2004).

<sup>7</sup> Nesta modalidade de processamento a máquina de inferência parte da conclusão a ser provada, tentando provar a validade de suas premissas (Areto, 2009). Para o caso contrário, *forward* ou encadeamento direto, a máquina de inferência parte dos dados sobre o problema até a chegada a conclusão (Areto, 2009).

(linguagem de programação ou *shell*), tipo de desenvolvedor (academia ou companhia) e a tecnologia de integração. Os resultados induziram a algumas conclusões, entre elas: em um futuro próximo, os SEs devem ser integrados tanto com outras ferramentas de tomada de decisão, quando com outras tecnologias; os avanços nas áreas de IA e de computação representam novas oportunidades para aplicação dos SEs em *business*.

O’Keefe e Preece (1996) realizaram revisão bibliográfica sobre SE, apresentando aplicações bem sucedidas e benefícios do seu desenvolvimento. O objetivo foi contribuir para o desenvolvimento dos SE e com a implementação das técnicas de SE em novas áreas. A revisão aborda as metodologias de desenvolvimento do SE, metodologias de validação e implantação. No trabalho são abordados temas como terminologias, tecnologia de implementação (*shell*, novas tecnologias, RNA), aplicações (realização de tarefas, suporte a decisão, valoração de tarefas), metodologias de desenvolvimento, verificação e validação e implementação. Por fim, os autores mencionam que o SE é visto, sobre o ponto de vista da pesquisa operacional, como outro tipo de técnica de modelagem que se associa com sistemas computacionais e difere de técnicas como programação matemática e simulação. Segundo esses autores, essa visão é relacionada ao fato de que os pesquisadores da área de pesquisa operacional não descobriram e nem propagaram os SEs.

Seguindo a linha de O’Keefe e Preece (1996), Spring (1997) realizou um estudo com foco na revisão bibliográfica e na discussão sobre os atuais esforços para validação de SE. O objetivo foi auxiliar o desenvolvimento de SE. No estudo, são apresentadas três importantes definições, a verificação, validação e avaliação. A primeira é definida como a demonstração de consistência, competência e exatidão do software, sendo considerada essencialmente uma atividade de programação. A segunda é relacionada à qualidade das conclusões ou soluções do problema apresentado pelo SE, sendo essencialmente relacionada à eficácia do SE, etapa que é chamada por alguns autores de validação conceitual ou validação semântica. E a terceira definição (avaliação) é relacionada com a aceitação do SE por parte do usuário e sua utilidade. Também, são apresentados alguns questionamentos sobre a forma tradicional de validação de SE, a validação por simples estudo de caso. O método consiste basicamente na comparação dos resultados apresentados pelo SE e os apresentados pelo especialista humano ao analisarem o mesmo problema. Alguns argumentos são apresentados: (1) referem-se ao fato de que a resposta considerada correta é a do especialista humano e essa resposta vem com erros intrínsecos; (2) os

históricos de casos estudados incluem alternativas pobres para validar o SE, uma vez que não abrangem todas as situações que o SE é capaz de enfrentar; (3) o especialista humano pode ser contra a introdução de sistemas computacionais em seu domínio, o que o levaria a produzir respostas tendenciosas e incorretas; e (4) alguns especialistas podem não ter conhecimento adequado para emissão de julgamento sobre todos os casos propostos. Algumas das técnicas de validação estão apresentadas na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Abordagens para validação

Abordagem	Nível de validação	Notas
Gráficos de regras de dependência	Lógica	Usa topologia da base de regra para detectar problemas
Simple estudo de caso	Semântica	Usa a comparação do sistema com dados históricos ou experimentais para avaliar o desempenho
Simulação	Semântica	Usa a comparação do sistema com dados simulados para avaliar o desempenho
Modelos analíticos	Semântica	Usa a comparação do sistema com dados de um modelo analítico para avaliar o desempenho
Modelos consensuais	Semântica	Ferramenta analítica para compara o sistema com especialista para avaliar o desempenho
Teste de Turnig	Semântica	Ferramenta analítica para compara o sistema com especialista para avaliar o desempenho

Fonte: Spring (1997)

Por fim, Spring (1997) conclui o seu estudo afirmando que a validação deve começar com a clara definição das especificações do SE e do conjunto de restrições em que ele opera e que o SE deve apresentar validação semântica tão adequada quanto a verificação.

Segundo Collier *et al.* (1999), durante o processo de recuperação financeira de companhias, comumente faz-se necessária a presença de especialistas para a orientação e seleção das alternativas estratégicas a serem priorizadas e implementadas. A fim de contribuir com as companhias em processo de recuperação financeira, esses autores desenvolveram um SE para entender e reproduzir o processo de tomada de decisão dos especialistas. Como metodologia para o desenvolvimento do SE, esses autores seguiram os seguintes passos: breve descrição da companhia, que passa pelo processo de recuperação financeira; desenvolvimento do SE, nomeado de INSOLVE; e apresentação e discussão dos métodos de verificação e de validação. No processo de verificação e validação foram realizadas as seguintes etapas: (1) validação do modelo cognitivo por meio de seis especialistas envolvidos na aquisição do conhecimento (nesta fase, o modelo foi reavaliado e corrigido); (2) após a verificação do modelo cognitivo, um protocolo piloto (caso) foi



testado com três especialistas envolvidos na aquisição do conhecimento (esse protocolo revisado e seus resultados não participaram da validação do SE); (3) 17 especialistas seguiram os seguintes procedimentos: teste individual do INSOLVE com três casos hipotéticos (desenvolvidos pelos autores) e considerando uma escala de acerto com pontos variando de 1 a 7 (considerando 1 = muito ruim; 4 = neutro; 7 = muito bom). Os especialistas, também, foram perguntados sobre a aplicação do INSOLVE em três casos próprios. Os resultados da validação indicaram índices de acerto de 6,02 e 6,15, respectivamente. Finalmente, os autores concluem que a validação do INSOLVE permite afirmar que o modelo tem a precisão de um especialista humano e que há necessidade de descrição dos riscos inerentes à decisão.

Knauf *et al.* (2002) propuseram uma metodologia para evidenciar que um SE representa a análise realizada por um especialista humano. O objetivo da metodologia foi o de auxiliar na solução do problema de validação de SE. A metodologia de validação proposta é composta por cinco passos: (1) geração de casos-testes, o que, por sua vez, compreende duas subetapas, a primeira refere-se à cobertura de todos os casos possíveis (geração de um número muito grande de casos) e a segunda refere-se à minimização eficiente do número de casos gerados; (2) experimentação dos casos-testes, quando os casos-testes (já minimizados) são avaliados pelo SE e pelos especialistas humanos; (3) avaliação, em que são determinados os erros atribuídos ao SE; (4) validação da avaliação, etapa em que os resultados da avaliação são analisados e as conclusões sobre a validade do SE são elucidadas; (5) refinamento do SE, com o objetivo de melhorar o SE final, quando um guia sobre como corrigir os erros do SE é fornecido, como se fosse um resultado dos quatro passos anteriores. Por fim, Knauf *et al.* (2002) concluem que a metodologia para validação do SE baseado em regras foi desenvolvida e que ela avalia eficazmente os erros apresentados e permite a proposição de sugestões de correções.

Gravina (2002) apresenta uma revisão sobre validação de SSD. O objetivo foi desenvolver um método para a validação de SSD financeiro na área de avaliação de opções. O autor apresenta o SSD a ser validado, nomeado de OPTE-SAD (Sistema de Apoio a Decisões para o Mercado de Opções) e propõe um método dividido em quatro passos para validação: (1) validação conceitual; (2) verificação; (3) legitimidade; e (3) documentação final. Gravina (2002) menciona como conclusão que o método apresentou bons resultados, demonstrando o potencial para ser aplicado a outros sistemas.

Knauf *et al.* (2003) propõem uma mudança na metodologia proposta por Knauf *et al.* (2002), com o objetivo de reduzir a participação do especialista humano no processo de validação de SE. No trabalho é mencionado que a manutenção de uma base de dados permanente de casos-testes pode ser um meio de gerenciamento e aperfeiçoamento no longo prazo para os SEs. O estudo propõe o uso do conhecimento adquirido durante o processo de refinamento do SE (apresentado por Knauf *et al.*, 2002) para geração de um conjunto de casos-testes com “melhores soluções”. Como vantagens são apresentadas a redução do número de casos-testes necessários para validação, e a redução do trabalho, do tempo e dos custos com os especialistas humanos. A ideia básica é conservar os casos-teste com melhores soluções fornecidas ao mesmo tempo, pelo SE e pelo especialista humano, para reusar nos próximos procedimentos de validação. Por fim, os autores apresentam duas vantagens principais da metodologia proposta, a diminuição do trabalho dos especialistas humanos no processo de validação e o fornecimento de mecanismos de constante atualização do sistema.

Liao (2005) realizou uma extensa revisão bibliográfica sobre trabalhos envolvendo sistemas especialistas (SE), considerando o período de 1995 a 2004. Foram pesquisados 166 artigos em 78 revistas acadêmicas. A partir dessa pesquisa, esse autor sugere uma classificação de todas as categorias de SE, conforme segue: sistema baseado em regras; sistema baseado em conhecimento; redes neurais; SE *fuzzy*; metodologia orientada a objeto; conhecimento baseado em casos; sistema de agentes inteligentes; e metodologia baseada em banco de dados. Por fim, conclui-se afirmando que a metodologia de SE se desenvolve pela orientação dada pelo especialista e que a robustez da metodologia SE está na capacidade de contínuo aprendizado.

### **3.6 – SISTEMAS HÍBRIDOS**

Neste item são apresentados alguns trabalhos relacionados ao desenvolvimento de SH para a tomada de decisão em áreas diversas a da área ambiental, porém com perspectivas de implementação em situações de CAUA.

Poh (1998) relatou que diversos fatores (entre eles: a existência de estrutura matemática complexa nos MCDA; a existência de instituições que não possuem técnicos com completo conhecimento dos modelos MCDA; e o grande número de métodos MCDA disponíveis)

tornam possíveis e frequentes os erros ao se empregar MCDA. Outro ponto refere-se à propagação de novos métodos MCDA, surgindo então uma questão primordial: qual MCDA é mais efetivo para solução de um problema? A fim de contribuir com a obtenção dessa resposta, Poh (1998) desenvolveu estudos com objetivo de selecionar o método mais efetivo para resolução de um problema específico. Para isso, foi desenvolvido um SH de suporte a decisão, que fosse fundamentado nos princípios do SE e dos MDCA. O SH analisa a entrada fornecida pelo usuário e utiliza a base de conhecimento para determinar o melhor método para solução do problema. Após a seleção do melhor método, o SH implementa o método selecionado e apresenta os resultados. O SH também está apto a adquirir novos métodos MDCA desenvolvidos. Conclui-se no estudo que o SH que foi desenvolvido é flexível e incorpora diferentes níveis de conhecimento, e que o trabalho pode contribuir significativamente para minimização de erros durante o processo de decisão.

Patlitzianas *et al.* (2008), com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento das companhias europeias do setor de energia, mais especificamente desenvolver um ambiente operacional ótimo, desenvolveram um SH fundamentado nos princípios de SE e MCDA. A metodologia usada para o desenvolvimento do SH seguiu sete etapas: (1) identificação de todos os possíveis caminhos (alternativas) para se alcançar o ambiente operacional ótimo; (2) modelagem do ambiente operacional da companhia, por meio de indicadores operacionais diretos e indiretos; (3) estimativa da prioridade dos caminhos, a partir de simulações com modelo do ambiente operacional desenvolvido na etapa anterior; (4) investigação dos caminhos e definição dos limiares, considerando a continuidade das medidas existentes, a modificação das medidas existentes, a proposição e formulação de novas medidas; (5) definição dos critérios de seleção de caminhos (alternativas) e da escala de desempenho; (6) definição dos pesos dos critérios; (7) realização de análise MCDA para ordenação dos caminhos, usando, no caso, o método ELECTRE III. Para o desenvolvimento do SH, realizou-se a integração de dois subsistemas/módulos. O primeiro é o do SE, que é responsável por estimar a necessidade e escolher os caminhos efetivamente necessários à implantação do ambiente operacional ótimo (usando para tal uma *shell* comercial, a XpertRule Knowledge Builder). O segundo refere-se à MCDA, responsável pela avaliação e ordenação dos caminhos apontados pelos SE (usando a planilha de cálculo do Microsoft Excel). Por fim, conclui-se que o SH desenvolvido se mostrou útil para identificar, diagnosticar e classificar os melhores caminhos para formulação de políticas de modernização de companhias de energia e a metodologia

utilizada para o desenvolvimento do SH pode ser utilizada para a tomada de decisão em outras áreas do conhecimento.

Huang (2009) desenvolveu um SH que integra técnicas MCDA e técnicas de SE, com o objetivo de selecionar ações prioritárias para melhoria de um indicador de desempenho organizacional (*Balanced Scorecard* - BSC). Para o desenvolvimento desse estudo, Huang (2009) explorou os seguintes temas: sistemas baseados em conhecimento; *Balanced Scorecard*; método AHP; e desenvolvimento e implementação do SH, nomeado de BSCKBS (Intelligent BSC knowledge-based system). As conclusões se referem ao fato de que o BSCKBS pode auxiliar a implementação e desenvolvimento do planejamento estratégico em companhias, permitindo a definição da importância de estratégias específicas e o estudo pode contribuir para o aumento da eficiência na execução de ações de planejamento.

## **4 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Na fundamentação teórica foram abordados os seguintes temas: aprendizado de máquina (AM), sistema especialista (SE), metodologias multicritério de apoio à decisão (MDCA) e sistema híbrido (SH).

### **4.1 – APRENDIZADO DE MÁQUINA**

O aprendizado de máquina (AM) é uma área da inteligência artificial cujo objetivo é o desenvolvimento de técnicas computacionais de aprendizado com a construção de sistemas capazes de adquirir conhecimento de forma automática (Artero, 2009). Um sistema de aprendizado é um programa de computador que toma decisões baseado em experiências acumuladas por meio da solução bem-sucedida de problemas anteriores (Resende, 2005). O AM pode ser classificado de diferentes maneiras, porém, o mais comum é classificá-lo em supervisionado e não-supervisionado. No primeiro caso, deve ser apresentado um conjunto de pares de entrada e saída, sendo as entradas formadas por alguns atributos relativos aos objetos que se deseja reconhecer (algum padrão ou tendência) e as saídas correspondem às classes desejadas. Por outro lado, no aprendizado não-supervisionado, apenas as entradas são fornecidas e, neste caso, o padrão de saída deve ser deduzido pelo próprio sistema de aprendizado. Informações adicionais acerca de AM podem ser encontradas em Rezende *et al.* (2005), Artero (2009), Giarratano e Riley (2004) e Waterman (1986).

### **4.2 – SISTEMAS ESPECIALISTAS**

Artero (2009) definiu SE como um sistema computacional destinado a representar o conhecimento de um ou mais especialistas humanos, sobre um domínio bem específico e, a partir do processamento da base de conhecimento, buscar soluções para problemas que, em geral, requerem grande conhecimento especializado. Giarratano e Riley (2004) apresentaram o funcionamento de SE na Figura 4.1, e alguns conceitos básicos sobre SE. No funcionamento, tem-se que o usuário alimenta o SE com fatores ou informações e o sistema retorna com o conhecimento de especialistas. Internamente, o SE consiste de dois componentes principais que são a base de conhecimento e a engenharia de inferência. A

base de conhecimento armazena o conhecimento e a engenharia de inferência usa o conhecimento armazenado para construir as conclusões.

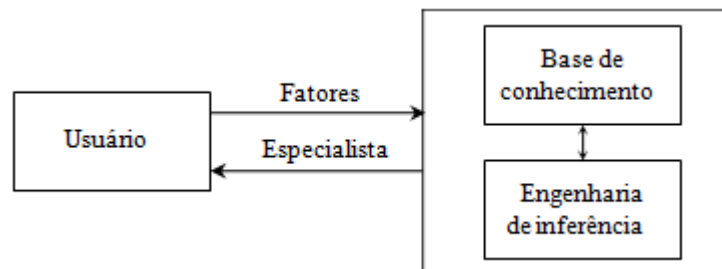


Figura 4.1 – Funcionamento de um SE  
 Fonte: Giarratano e Riley (2004)

Alguns conceitos básicos referem-se ao conceito de domínio do problema, conceito de domínio do conhecimento e conceito de engenharia de inferência. O domínio de um problema refere-se a um problema específico de uma área (medicina, finanças, ciência ou engenharia) que o especialista pode resolver. O conhecimento do especialista, sobre como resolver um problema específico é chamado de domínio do conhecimento. A engenharia de inferência, diz respeito à habilidade que o SE possui para inferir da mesma maneira que o especialista humano deveria inferir frente a um problema. As estratégias gerais para o desenvolvimento de SE são representadas na Figura 4.2 (Giarratano e Riley, 2004).

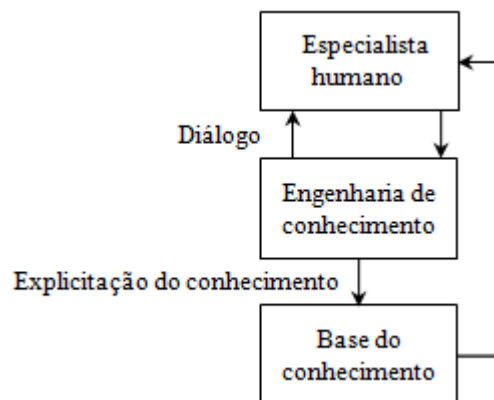


Figura 4.2 – Desenvolvimento de um SE  
 Fonte: Giarratano e Riley (2004)

Resumidamente, o processo de desenvolvimento do SE consiste em: (1) o desenvolvedor do SE estabelece diálogo com o(s) especialista(s) para explicitação do conhecimento do especialista; (2) o desenvolvedor faz a codificação do conhecimento explicitado (desenvolvimento do SE); (3) o(s) especialista(s) avalia(m) e crítica(m) o SE desenvolvido, o desenvolvedor realiza as adequações e o processo é repetido até que o SE seja

considerado adequado pelo(s) especialista(s). Na prática, o SE é um programa executável que busca um arquivo, em separado, o conhecimento sobre o seu domínio e isso significa que a base de conhecimento pode ser completamente alterada e, mesmo assim, o programa funcionará normalmente, adotando o conhecimento da nova base (Artero, 2009). Algumas referências sugeridas acerca do assunto são: Klahr e Waterman (1986); Rezende *et al.* (2005); Artero (2009); Giarratano e Riley (2004); Waterman (1986); Wright *et al.* (1993); Kim *et al.* (1990); Liao (2005); e Wong e Monaco (1995).

### 4.3 – METODOLOGIAS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO

As MCDA consistem de um conjunto de métodos para auxiliar pessoas e organizações a tomarem decisões, esclarecendo o problema e avaliando as alternativas através de múltiplos critérios, os quais são conflitantes na maioria dos casos (Gomes *et al.*, 2002). Poh (1998) menciona que o grande número de métodos MCDA disponíveis torna possível e frequente a ocorrência de erros no processo de decisão. Também, Souza *et al.* (2001) relata que são tantas as MCDA e tão variadas em suas características que se torna difícil a elaboração de uma classificação de aceitação geral. Para auxiliar na escolha e na implementação das MCDA sugerem-se algumas referências: Porto *et al.* (2002); Bouyssou *et al.* (2000); Hanne (2001); Janssen (1994); Lootsma (1999); e Gomes *et al.* (2002).

### 4.4 – SISTEMAS HÍBRIDOS

Atualmente, um dos principais objetivos da IA é a integração de diferentes técnicas para formar sistemas mais robustos, os chamados sistemas híbridos (SH). Esses sistemas mesclam métodos de engenharia de conhecimento e os fazem trabalhar juntos para obter uma melhor solução para o problema (Rezende *et al.*, 2005). Goonatilake e Khebbal (1995 *apud* Rezende *et al.*, 2005, p.253) propuseram um esquema de classificação para os SHs composto por três categorias, conforme é mostrado na Figura 4.3.

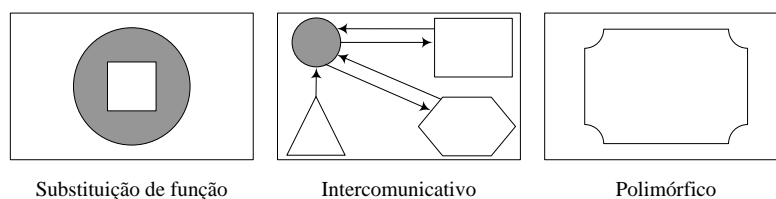


Figura 4.3 – Categorias de sistemas híbridos  
Fonte: Rezende *et al.* (2005)

Existe na literatura numerosa quantidade de referências sobre o tema SH, algumas delas, consultadas para o desenvolvimento do trabalho, são: Shaw e Simões (2008); Rezende *et al.* (2005); Nikolopoulos (1997); Khosla e Dillon (1997); Luger (2009); e, Cortés *et al.* (2000). Uma breve descrição de cada uma dessas categorias é apresentada a seguir.

#### **4.4.1 – Substituição de função**

Nessa categoria, utiliza-se uma técnica para implementar uma função de outra técnica (conforme exemplificado na Figura 4.3, Substituição de função). Essa forma de hibridismo não acrescenta nenhuma funcionalidade ao sistema inteligente, apenas supera alguma limitação da técnica principal ou otimiza sua execução. Como exemplo, pode-se citar o uso de árvores de decisão para indexar a base de dados de um sistema baseado em casos.

#### **4.4.2 – Híbridos intercomunicativos**

Essa é a categoria de SH que é usada para resolver problemas complexos que possam ser subdivididos em várias subtarefas independentes (conforme exemplificado na Figura 4.3, Intercomunicativo). Assim, o SH é formado por módulos independentes, nos quais cada um usa uma técnica inteligente para resolver uma das subtarefas do programa principal. Como exemplo, pode-se citar o sistema desenvolvido por Patlitizianas *et al.* (2008), com maiores detalhes apresentados na revisão de literatura.

#### **4.4.3 – Híbridos polimórficos**

Nessa categoria, uma única técnica é adaptada para realizar uma tarefa inerente à outra técnica (conforme exemplificado na Figura 4.3, Polimórfico). A motivação dessa categoria é descobrir novas funcionalidades de uma técnica e entender como diferentes técnicas podem se relacionar. Com exemplo, há o uso das Redes Neurais Artificiais para manipulação de regras.



## 5 – METODOLOGIA DE PESQUISA

Segundo Cortés *et al.* (2000), uma ferramenta de auxílio a decisão idealmente deve abranger elementos físicos, biológicos, socioeconômicos e políticos. Essa ferramenta também deve ser amigável ao usuário e direcionada para atender à necessidade do interessado na decisão. Dessa maneira, ao se considerar o objetivo geral da pesquisa, as características do problema estudado e a revisão bibliográfica realizada, justifica-se a adaptação dos procedimentos sugeridos por Cortés *et al.* (2000) para o desenvolvimento do modelo do processo decisório de gestão da crise no abastecimento urbano de água. Ainda, de acordo os procedimentos sugeridos por Cortés *et al.* (2000), processos decisórios complexos podem ser tratados pela adequada seleção e emprego de métodos/modelos que cubram todos os tipos de conhecimento e possuam as funcionalidades necessárias para o processo de tomada de decisão. A metodologia adotada na presente pesquisa, portanto, é composta por diversas etapas, que estão apresentadas na Figura 5.1.

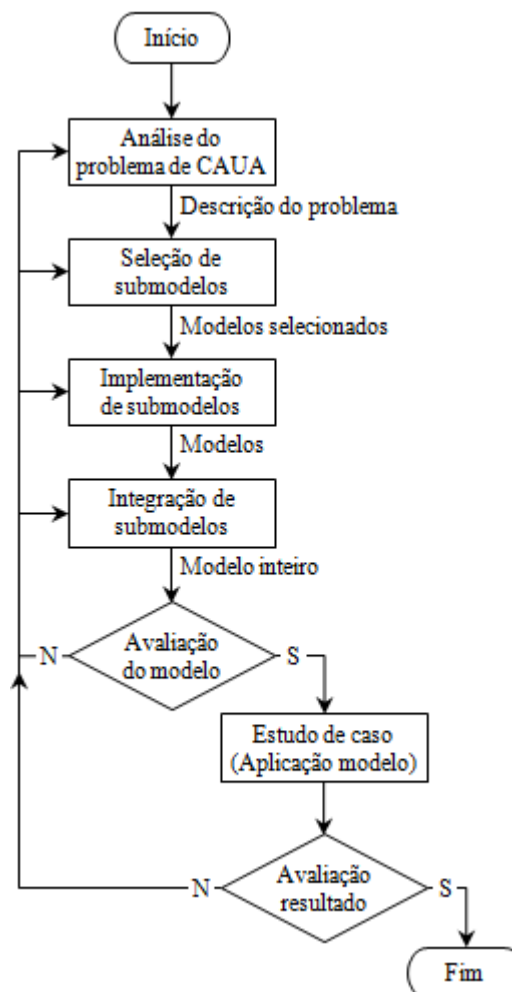


Figura 5.1 – Fluxograma com etapas da metodologia da pesquisa

A seguir estão descritas as etapas da metodologia utilizada.

### **5.1 – ANÁLISE DO PROBLEMA DE CAUA**

Para análise do problema de CAUA, realizou-se uma revisão de literatura acerca do tema CAUA. Essa revisão de literatura teve por objetivo o entendimento geral dos processos que ocasionam a CAUA e das atuais formas de tratamento do problema e a identificação dos fatores influentes e suas tipologias. Sendo que a informação obtida foi sistematizada com o propósito de atender aos objetivos da pesquisa.

### **5.2 – SELEÇÃO DE SUBMODELOS**

Conforme apresentado anteriormente, a utilização dos procedimentos sugeridos por Cortés *et al.* (2000) pressupõe o emprego de modelos, ou submodelos, que cubram todos os tipos de conhecimento e as funcionalidades necessárias para o processo de tomada de decisão. Esta abordagem adotada emprega sistemas híbridos de análise de decisão, o que envolve a associação de submodelos, cada um baseado em uma técnica diferente de análise. Assim, para seleção de submodelos, foi realizada uma análise comparativa entre as características do problema de CAUA (processos, fatores influentes e respectivas tipologias), as correntes formas de tratamento do problema de CAUA apresentadas na literatura e as formas de tratamento de problemas com características similares apresentadas na literatura, adotando os procedimentos sugeridos por Cortés *et al.* (2000).

### **5.3 – IMPLEMENTAÇÃO DE SUBMODELOS**

Para implementação dos submodelos, foram realizadas as atividades de adaptação dos submodelos selecionados ao problema de CAUA e, posteriormente, as atividades de codificação dos submodelos selecionados e adaptados. Informações detalhadas, acerca das atividades de adaptação dos submodelos selecionados, somente puderam ser elucidadas após o conhecimento dos resultados das etapas de análise do problema de CAUA e de seleção de submodelos. No entanto, afim de exemplificação, uma adaptação, bastante simplória, de um modelo é apresentada a seguir. Segundo López-Paredes *et al.* (2005) a identificação do comportamento da família pode ser representado por um modelo vetorial que é composto por elementos como número de membros da família, idade do chefe de

família, renda bruta da família, entre outros, conforme apresentado na Equação 3.1. Então, por analogia, pode-se adaptar o modelo vetorial para identificar a disponibilidade de água em uma cidade. Assim o modelo vetorial adaptado seria composto por elementos como perdas na rede de abastecimento de água, intermitência no sistema de abastecimento de água, vazão de outorga do manancial, entre outros, conforme apresentado na Equação 5.1.

$$DA = \{pe, int, vo, \dots, n\} \quad (5.1)$$

Na qual: *DA* é a disponibilidade de água me uma cidade; *int* é a intermitência no sistema de abastecimento de água; *vo* é a vazão de outorga do manancial; *n* é o termo que representa outros elementos envolvidos na disponibilidade de água da cidade.

Como instrumento para codificação dos submodelos selecionados e adaptados, foi dada preferência ao emprego de ferramentas acessíveis e de fácil utilização.

#### **5.4 – INTEGRAÇÃO DE SUBMODELOS**

Para integração dos modelos, foi utilizada a técnica dos sistemas híbridos intercomunicativos, da mesma maneira como foi realizado nos trabalhos apresentados na revisão de literatura (León *et al.*, 2000; López-Paredes *et al.*, 2007; Athanasiadis *et al.*, 2005; Froukh, 2001; e, Tillman *et al.*, 2005). Segundo Rezende *et al.* (2005), essa categoria de sistema híbrido é usada para resolver problemas complexos que podem ser subdivididos em várias subtarefas independentes, conforme apresentado na fundamentação teórica.

#### **5.5 – AVALIAÇÃO DO MODELO**

Para avaliação do modelo (modelo inteiro), foram realizadas análises de sensibilidade e testes de verificação, sugeridos na literatura, para modelo de auxílio à tomada de decisão.

Segundo a metodologia adotada, se o modelo atender aos requisitos da análise de sensibilidade e teste de verificação, o modelo é considerado adequado e passa-se ao próximo passo. Em caso contrário, deve-se voltar a uma das etapas anteriores e realizar correções/adequações.

## 5.6 – ESTUDO DE CASO (APLICAÇÃO DO MODELO)

Um estudo de caso, que teve a finalidade de auxiliar na avaliação dos resultados do modelo (modelo inteiro) foi realizado. Considerando a perspectiva de possíveis problemas de abastecimento de água no Distrito Federal, conforme mencionado por Conejo *et al.* (2009), Pinto e Araújo Neto (2009) e IWAS (2009), adotou-se como estudo de caso algumas das regiões administrativas do Distrito Federal. As regiões administrativas do Distrito Federal estudadas incluíram Brasília, Lago Norte, Cruzeiro, Guará, Varjão, Estrutural e Park Way (Distrito Federal, 2008). Essas regiões administrativas foram escolhidas em função da importância de estudo de ambientes urbanos com diferentes níveis econômicos. A Tabela 5.1 apresenta a distribuição de renda domiciliar mensal segundo as classes das regiões administrativas que foram estudados (Lago Norte, renda muito alta; Varjão, baixa renda muito baixa; demais regiões administrativas, renda intermediária).

Tabela 5.1 – Domicílios por classes de renda nas regiões administrativas

RA	Total	Até 1 SM	1 até 2 SM	2 até 5 SM	5 até 10 SM	10 até 20 SM	Mais de 20 SM
Brasília	100	22,0	2,5	7,4	14,9	24,6	28,6
Cruzeiro	100	15,0	5,7	15,0	22,1	27,0	15,0
Estrutural	100	25,8	48,1	22,9	2,5	0,3	0,3
Guará	100	9,5	5,9	17,0	24,3	26,6	16,6
Lago Norte	100	35,1	1,8	2,2	4,3	5,4	51,3
Park Way	100	39,7	7,2	13,4	7,2	10,1	22,4
Varjão	100	15,9	36,2	39,5	6,6	0,7	1,0

RA é a região administrativa; SM é o salário mínimo

Fonte: Distrito Federal (2010)

Para o estudo de caso, foi realizada a consulta (por meio de utilização de questionários) às diversas instituições do Distrito Federal, mais especificamente a CAESB (Companhia de Saneamento do Distrito Federal), CODEPLAN (Companhia de Planejamento de Distrito Federal), CEB (Companhia de Energia de Brasília), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia – DF). Para obtenção de dados referentes à população, realizou-se a aplicação de questionário a 0,1% da população (estimação *a priori*, conforme metodologia utilizada por Albuquerque *et al.*, 2008) de cada região administrativa estudada. Para tal, fez-se a utilização da técnica de Amostragem Aleatória Estratificada, frequentemente usada em estudos empíricos (Martins, 2002). Na Figura 5.2, é apresentada a localização dessas regiões.

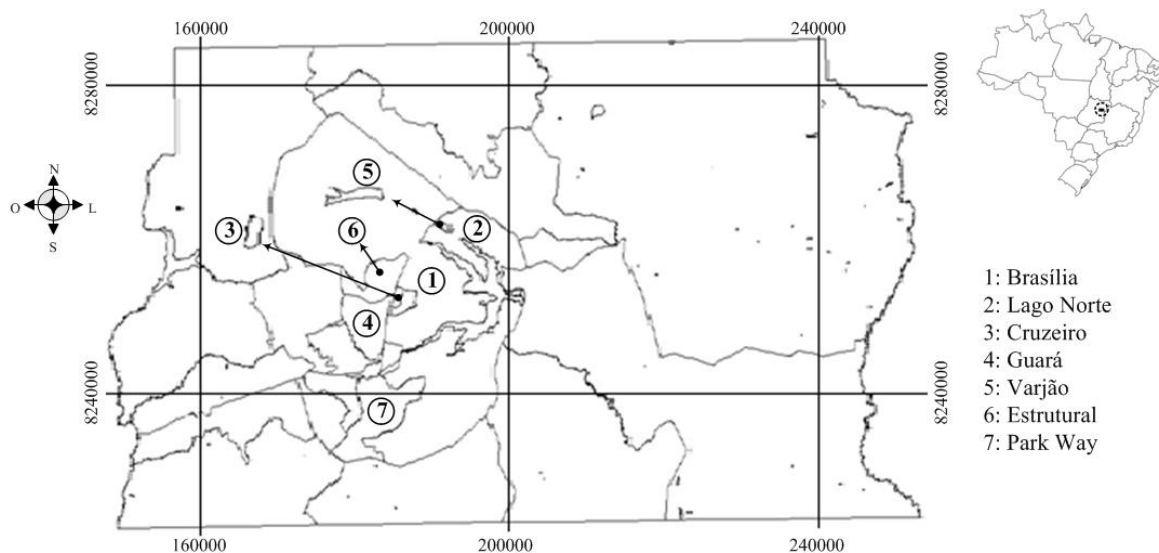


Figura 5.2 – Localização dos ambientes urbanos a serem estudados  
 Fonte: Adaptado de Distrito Federal (2008) e Reatto *et al.* (2004)

## 5.7 – AVALIAÇÃO DO RESULTADO

Nesta etapa, as soluções encontradas (resultados) pelo modelo desenvolvido para o estudo de caso, são avaliadas pelo tomador de decisão. Para isso, o tomador de decisão foi convidado a avaliar se as soluções encontradas (resultados) podem ser consideradas úteis para auxiliar na tomada de decisão. No caso do tomador de decisão considerar as soluções encontradas (resultados) úteis, o modelo pode ser considerado adequado e apto ser aplicado em outros ambientes urbanos. Para o caso contrário, deve-se retornar a qualquer das etapas anteriores e realizar correções/adequações.

## 6 – RESULTADOS

Apresentam-se neste capítulo os resultados obtidos pelo desenvolvimento das etapas apresentadas na metodologia da pesquisa.

### 6.1 – ANÁLISE DO PROBLEMA DE CAUA

De acordo com Motiee *et al.* (2001), o problema de CAUA pode ser definido como um descompasso entre a oferta de água e as taxas de consumo. Definições similares também foram encontradas na literatura. Por exemplo, para Jiang (2009) a quantificação da escassez de água é atribuída ao déficit no volume de recursos hídricos para atender às necessidades de água. Assim, a partir da revisão de literatura, o problema de CAUA pode ser constatado sempre que o consumo superar a disponibilidade de água num ambiente urbano. Mais especificamente, consideraram-se como casos de CAUA, para este trabalho, os casos em que CAUA ocorre de forma crônica e não momentânea ou eventual no ambiente urbano. Os prejuízos associados à CAUA são vários e abrangem desde prejuízos ambientais até os prejuízos a saúde da população, principalmente a população de baixa renda. Como exemplos de prejuízos ao meio ambiente e a população, pode-se mencionar o aumento da retirada de água dos poços e a proliferação de doenças relacionadas ao consumo de água não potável. Para um maior conhecimento do problema, foi realizada, a partir da revisão de literatura, uma breve descrição dos processos que ocasionam a CAUA e das formas de tratamento do problema, e a identificação dos fatores influentes e suas tipologias.

De modo geral, os processos que ocasionam a CAUA tem sua origem associada ao crescimento populacional, à intensificação das atividades econômicas, ao aumento na frequência de períodos de seca e ao despreparo da administração municipal para lidar com esses processos. Alguns exemplos desses casos de CAUA foram encontrados na literatura, entre eles os casos estudados por Gandy (1997), Zahra (2001), Chakrabarti (2001), Motiee *et al.* (2001) e Schindler e Donahue (2006), previamente apresentados na revisão de literatura. Quanto às formas de tratamento do problema de CAUA, dadas pelas administrações municipais, o que se constata é a continua implementação de ações de racionamento da água e ampliação da capacidade do sistema de abastecimento de água.

Nessa situação se enquadram os casos estudados por Tucci *et al.* (2000) e Cardoso e Bordignon (2009). Por outro lado, as formas de tratamento apresentadas por diversos pesquisadores comumente incidem na aplicação de técnicas MCDA ao problema da CAUA. Os resultados encontrados são variados e função, obviamente, das características locais. Nessa situação se enquadram os casos estudados por Abrishamchi *et al.* (2005) e Albuquerque *et al.* (2008), também trabalhos apresentados na revisão de literatura.

Em relação à identificação dos fatores influentes e suas tipologias, foram encontrados vários fatores de diferentes tipologias. A Tabela 6.1 apresenta os fatores influentes na CAUA identificados na revisão de literatura e respectivas tipologias.

Tabela 6.1 – Fatores influentes no fenômeno CAUA e respectivas tipologias

Item	Fator	Referências	Quantitativo		Qualitativo	
			Discreto <sup>a</sup>	Contínuo <sup>b</sup>	Nominal <sup>c</sup>	Ordinal <sup>d</sup>
1	Taxa de crescimento populacional	2, 12, 15, 17, 19, 20, 27, 32		X		
2	Densidade populacional	12, 17, 19, 32		X		
3	Nível socioeconômico	1, 3, 10, 12, 17, 19, 31, 33				X
4	Nível educacional	1, 33				X
5	Nível de industrialização	2, 17, 19, 27, 33				X
6	Temperatura do ar	2, 3, 10, 11, 13, 15, 19, 31, 33		X		
7	Umidade relativa do ar	10, 11, 13, 15, 19, 31, 33		X		
8	Índice pluviométrico	2, 3, 10, 11, 13, 15, 19, 21, 31, 32, 33		X		
9	Sazonalidade	1, 3, 4, 9, 13, 15, 19, 22, 27, 31, 33			X	
10	Porte e as características topográficas da cidade	14, 27, 33				X
11	Percentual de hidrometração	5, 16, 30, 33		X		
12	Tarifa da água cobrada	2, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 23, 29, 30, 31, 33	X			

<sup>a</sup> variáveis numéricas cujos possíveis valores formam um conjunto finito ou enumerável de números; <sup>b</sup> variáveis numéricas cujos possíveis valores pertencem ao intervalo de números reais; <sup>c</sup> variáveis de uma realização de qualidade (ou atributo) a qual não existe nenhuma ordenação; <sup>d</sup> variáveis de uma realização de qualidade (ou atributo) para a qual existe uma ordem nos seus resultados.

<sup>1</sup> Keshavarzi *et al.* (2006); <sup>2</sup> Fullerton Jr *et al.* (2007); <sup>3</sup> Cochram e Cotton (1984); <sup>4</sup> Schindler e Donahue (2006); <sup>5</sup> Morais e Almeida (2006); <sup>6</sup> Corral-Verdugo (2003); <sup>7</sup> Savenije e Van der Zaag (2002); <sup>8</sup> Rogers *et al.* (2002); <sup>9</sup> Tillman *et al.* (2005); <sup>10</sup> López-Paredes *et al.* (2007); <sup>11</sup> Athanasiadis *et al.* (2005); <sup>12</sup> Froukh (2001); <sup>13</sup> Lertpalangsunti (1999); <sup>14</sup> Albuquerque *et al.* (2008); <sup>15</sup> Mahabir *et al.* (2003); <sup>16</sup> Hoag (1992); <sup>17</sup> Altunkayank *et al.* (2005); <sup>18</sup> Melo e Jorge Neto (2007); <sup>19</sup> Qin *et al.* (2008); <sup>20</sup> Pinto e Araujo Neto (2009); <sup>21</sup> Miranda e Fill (2009); <sup>22</sup> Cardoso e Bordignon (2009); <sup>23</sup> Acserad *et al.* (2009); <sup>24</sup> Belem (2009); <sup>25</sup> Galvão (2007); <sup>26</sup> Sim *et al.* (2005); <sup>27</sup> Motiee *et al.* (2001); <sup>29</sup> CUWA e A & N (2004); <sup>30</sup> Mitchell *et al.* (1997); <sup>31</sup> Silva *et al.* (2008); <sup>32</sup> Chakrabarti (2001); <sup>33</sup> Fernandes Neto *et al.* (2004)

Tabela 6.1 – Fatores influentes no fenômeno CAUA (continuação)

Item	Fator	Referências	Quantitativo		Qualitativo	
			Discreto <sup>a</sup>	Contínuo <sup>b</sup>	Nominal <sup>c</sup>	Ordinal <sup>d</sup>
13	Tipo de política tarifária	2, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 23, 29, 30, 33			X	
14	Existência de rede coletora de esgoto	33			X	
15	Índice de desenvolvimento humano municipal	17, 33		X		
16	Pressão média na rede de distribuição	5, 25, 33		X		
17	Existência de hábitos conservacionistas	6, 12, 33			X	
18	Número/tipologia de equipamentos hidrossanitários por residência	1, 6, 14, 26, 29, 30, 33			X	
19	Área construída	1		X		
20	Número de cômodos	1	X			
21	Abundância ou escassez de mananciais	6, 22, 27, 30, 32, 33			X	
22	Perdas na rede de abastecimento	5, 33		X		
23	Identificação social da família	1, 3, 6, 10			X	
24	Existência e tipo de política municipal de recursos hídricos	16, 30			X	
25	Aceitação da população das ações de conservação e uso racional da água	30			X	
26	Tipologia habitacional predominante	10			X	
27	Tipologia de consumidores	12			X	
28	Tipologia do município	14, 33			X	
29	Função predominante do ambiente urbano	33			X	
30	Existência de políticas de incentivo a conservação da água	16, 30			X	
31	Intermitência no abastecimento de água	33			X	
32	Consumo de energia	31, 33		X		

<sup>a</sup> variáveis numéricas cujos possíveis valores formam um conjunto finito ou enumerável de números; <sup>b</sup> variáveis numéricas cujos possíveis valores pertencem ao intervalo de números reais; <sup>c</sup> variáveis de uma realização de qualidade (ou atributo) a qual não existe nenhuma ordenação; <sup>d</sup> variáveis de uma realização de qualidade (ou atributo) para a qual existe uma ordem nos seus resultados.

<sup>1</sup> Keshavarzi *et al.* (2006); <sup>2</sup> Fullerton Jr *et al.* (2007); <sup>3</sup> Cochram e Cotton (1984); <sup>4</sup> Schindler e Donahue (2006); <sup>5</sup> Morais e Almeida (2006); <sup>6</sup> Corral-Verdugo (2003); <sup>7</sup> Savenije e Van der Zaag (2002); <sup>8</sup> Rogers *et al.* (2002); <sup>9</sup> Tillman *et al.* (2005); <sup>10</sup> López-Paredes *et al.* (2007); <sup>11</sup> Athanasiadis *et al.* (2005); <sup>12</sup> Froukh (2001); <sup>13</sup> Lertpalangsunti (1999); <sup>14</sup> Albuquerque *et al.* (2008); <sup>15</sup> Mahabir *et al.* (2003); <sup>16</sup> Hoag (1992); <sup>17</sup> Altunkayank *et al.* (2005); <sup>18</sup> Melo e Jorge Neto (2007); <sup>19</sup> Qin *et al.* (2008); <sup>20</sup> Pinto e Araujo Neto (2009); <sup>21</sup> Miranda e Fill (2009); <sup>22</sup> Cardoso e Bordigon (2009); <sup>23</sup> Acserad *et al.* (2009); <sup>24</sup> Belem (2009); <sup>25</sup> Galvão (2007); <sup>26</sup> Sim *et al.* (2005); <sup>27</sup> Motiee *et al.* (2001); <sup>29</sup> CUWA e A & N (2004); <sup>30</sup> Mitchell *et al.* (1997); <sup>31</sup> Silva *et al.* (2008); <sup>32</sup> Chakrabarti (2001); <sup>33</sup> Fernandes Neto *et al.* (2004)



Tabela 6.1 – Fatores influentes no fenômeno CAUA (continuação)

Item	Fator	Referências	Quantitativo		Qualitativo	
			Discreto <sup>a</sup>	Contínuo <sup>b</sup>	Nominal <sup>c</sup>	Ordinal <sup>d</sup>
33	Existência de política regulatória de consumo	16, 30			X	
34	Existência de campanha educacional	5, 16, 30			X	
35	Crença de que a água é um recurso inesgotável e barato	6			X	

<sup>a</sup> variáveis numéricas cujos possíveis valores formam um conjunto finito ou enumerável de números; <sup>b</sup> variáveis numéricas cujos possíveis valores pertencem ao intervalo de números reais; <sup>c</sup> variáveis de uma realização de qualidade (ou atributo) a qual não existe nenhuma ordenação; <sup>d</sup> variáveis de uma realização de qualidade (ou atributo) para a qual existe uma ordem nos seus resultados.

<sup>1</sup> Keshavarzi *et al.* (2006); <sup>2</sup> Fullerton Jr *et al.* (2007); <sup>3</sup> Cochram e Cotton (1984); <sup>4</sup> Schindler e Donahue (2006); <sup>5</sup> Moraes e Almeida (2006); <sup>6</sup> Corral-Verdugo (2003); <sup>7</sup> Savenije e Van der Zaag (2002); <sup>8</sup> Rogers *et al.* (2002); <sup>9</sup> Tillman *et al.* (2005); <sup>10</sup> López-Paredes *et al.* (2007); <sup>11</sup> Athanasiadis *et al.* (2005); <sup>12</sup> Froukh (2001); <sup>13</sup> Lertpalangsunti (1999); <sup>14</sup> Albuquerque *et al.* (2008); <sup>15</sup> Mahabir *et al.* (2003); <sup>16</sup> Hoag (1992); <sup>17</sup> Altunkayank *et al.* (2005); <sup>18</sup> Melo e Jorge Neto (2007); <sup>19</sup> Qin *et al.* (2008); <sup>20</sup> Pinto e Araujo Neto (2009); <sup>21</sup> Miranda e Fill (2009); <sup>22</sup> Cardoso e Bordigon (2009); <sup>23</sup> Acserad *et al.* (2009); <sup>24</sup> Belem (2009); <sup>25</sup> Galvão (2007); <sup>26</sup> Sim *et al.* (2005); <sup>27</sup> Motiee *et al.* (2001); <sup>29</sup> CUWA e A & N (2004); <sup>30</sup> Mitchell *et al.* (1997); <sup>31</sup> Silva *et al.* (2008); <sup>32</sup> Chakrabarti (2001); <sup>33</sup> Fernandes Neto *et al.* (2004)

A observação dos dados apresentados na Tabela 6.1 indicou que a maioria dos fatores influentes é do tipo qualitativo nominal (51,4%), ou seja, a maior parte dos fatores influentes refere-se a possíveis realizações de uma qualidade (ou atributo) sem ordenação possível. Para segunda maior tipologia (31,4%) dos dados, tem-se o tipo quantitativo contínuo, ou seja, os que se referem a realizações numéricas resultantes de uma mensuração que pertence ao intervalo de números reais. Para o terceiro e quarto tipo, tem-se o qualitativo ordinal (realização qualitativa ordinal com ordenação possível) e quantitativo discreto (realização quantitativa que forma um conjunto finito de valores) com valores de 11,4% e 5,7%, respectivamente. A quantidade e a diversidade de fatores influentes evidenciam a complexidade do problema de CAUA e colaboram para justificar a abordagem híbrida adotada para o tratamento do problema. Da Tabela 6.1, observa-se, ainda, que a frequente presença desses fatores influentes nos estudos pode dar uma ideia de quão importante os pesquisadores e estudiosos as consideram. Por exemplo, o fator “Tarifa da água cobrada” (citado doze vezes) pode ser considerado mais importante do que o fator “Área construída” (citada apenas uma vez).

## 6.2 – SELEÇÃO DE SUBMODELOS

A análise comparativa entre as características do problema de CAUA e a revisão de literatura sugeriu a seleção e adaptação dos submodelos utilizados por Patlitzianas *et al.*

(2008). Na Tabela 6.2 estão apresentadas algumas das características do estudo realizado por Patlitzianas *et al.* (2008) e do estudo realizado neste trabalho.

Tabela 6.2 – Características do trabalho de Patlitzianas *et al.* (2008) e trabalho de tese

Estudo	Patlitzianas <i>et al.</i> (2008)	Trabalho de tese
Problema	Companhias do setor energético da Comunidade Europeia não possuem um ambiente operacional ótimo. Existem vários fatores influentes em termos políticos, regulatórios e de suporte financeiro.	Descompasso entre a oferta de água e as taxas de consumo no ambiente urbano (CAUA). Existem vários fatores influentes em termos socioeconômicos, gerenciais, urbanos, culturais e ambientais.
Objetivo	Desenvolver um sistema de apoio à decisão para formulação de um ambiente operacional ótimo em companhias do setor energético na Comunidade Europeia (selecionar e priorizar caminhos).	Desenvolver um modelo para o processo decisório no combate à crise no abastecimento urbano de água (selecionar e priorizar diretrizes).
Submodelo 1	Agregação de indicadores (diretos e indiretos)	Agregação de indicadores (fatores influentes diretos, indiretos)
Submodelo 2	Modelo baseado em regras (SE)	Modelo baseado em regras (SE)
Submodelo 3	ELECTRE III (MCDA)	ELECTRE III, PROMETHEE II e TOPSIS (MCDA)
Modelo	Sistema híbrido (SE e MCDA)	Sistema híbrido (SE e MCDA)

A complexidade dos problemas e a importante presença de fatores influentes de diferentes tipologias em ambos os problemas justificaram a adoção, seleção, e adaptação dos submodelos utilizados por Patlitzianas *et al.* (2008). Essencialmente, ambos os trabalhos possuem o mesmo objetivo, selecionar e priorizar opções para se alcançar uma determinada condição. No caso de Patlitzianas *et al.* (2008), a condição refere-se ao alcance de ambiente operacional ótimo em companhias do setor energético na Comunidade Europeia. No caso deste trabalho, a condição refere-se ao estado de ambiente urbano sem CAUA. Para a seleção e priorização dos caminhos (opções), Patlitzianas *et al.* (2008) fizeram uso de três submodelos. O primeiro submodelo agregou os fatores influentes em dimensões, a partir da análise das características dos fatores e das dimensões do problema (obtidas por meio de revisão de literatura). O segundo submodelo fez a utilização dos fatores influentes agregados de forma a sugerir opções para se alcançar o ambiente operacional ótimo (obtido por meio de SE). O terceiro submodelo fez a priorização das opções selecionadas pelo segundo submodelo (obtido por meio das MCDA, mais especificamente pelo método ELECTRE III). Para a seleção e priorização das diretrizes (opções) deste trabalho, foram realizadas adaptações aos três submodelos utilizados por Patlitzianas *et al.* (2008). No primeiro submodelo, os fatores influentes foram agregados

por meio de análise vetorial, fundamentando-se nos trabalhos de UNEP/UNESCO (1987) e López-Paredes *et al.* (2005). No segundo submodelo, a adaptação se referiu à substituição de uma *shell* (ferramentas para construção de sistemas especialistas) comercial, XpertRule Knowledge Builder, por uma *shell* livre, CLIPS. Para o terceiro submodelo, a adaptação se referiu ao incremento de outros dois outros métodos de tomada de decisão, TOPSIS e PROMETHEE II, além do que foi utilizado por Patlitzianas *et al.* (2008), o método ELECTRE III. O incremento dos métodos teve a finalidade de melhoria da qualidade dos resultados.

### **6.3 – IMPLEMENTAÇÃO DE SUBMODELOS**

Na sequência, estão descritos os resultados da implementação desses submodelos.

#### **6.3.1 – Implementação do submodelo 1**

Para implementação do submodelo 1, foram realizadas várias subetapas que coincidiram com o trabalho realizado por Patlitzianas *et al.* (2008). O submodelo 1 se concentrou na modelagem da CAUA via a realização das subetapas de agregação dos fatores influentes, de classificação dos casos de CAUA e de desenvolvimento de módulo computacional para modelagem da CAUA.

##### **6.3.1.1 – Agregação dos fatores influentes na CAUA**

Para agregação dos fatores influentes na CAUA, foi realizada a vetorização numérica dos fatores influentes, seguindo a metodologia utilizada por López-Paredes *et al.* (2005). Um ganho de se utilizar essa forma de composição refere-se ao fato de que os vetores numéricos podem ser comparados e ordenados segundo uma determinada escala (Beinat, 1997), o que permite a análise de similaridade entre os possíveis casos de CAUA. A vetorização realizou-se de modo a compor os fatores influentes agrupados, aqui definidos nas dimensões socioeconômica, gerencial, urbana, ambiental e cultural. A composição dessas dimensões se fundamentou na análise de compatibilidade entre as características dos fatores influentes e respectivas dimensões. Por exemplo, o fator “Taxa de crescimento populacional” se enquadra mais adequadamente na dimensão socioeconômica do que nas demais dimensões (dimensão gerencial, dimensão urbana, dimensão ambiental e dimensão

cultura) do problema. Logo, o fator “Taxa de crescimento populacional” deve pertencer ao vetor que representa a dimensão socioeconômica. A título de exemplificação, a Equação 6.1, apresenta uma dimensão qualquer e fatores influentes.

$$Dq = \{f_1, f_2, \dots, f_n\} \quad (6.1)$$

Na qual:  $Dq$  é a dimensão qualquer;  $f_1$  é o fator influente 1, relacionado à dimensão qualquer;  $f_2$  é o fator influente 2, relacionado à dimensão qualquer;  $f_n$  é o fator influente  $n$ , relacionado à dimensão qualquer.

Então, após a compatibilização de todos os fatores influentes e dimensões do problema, foram encontrados os resultados da composição dos vetores, que estão apresentados na matriz  $Di$  (Equação 6.2) na seguinte forma: (1) o primeiro elemento de cada linha refere-se à identificação do vetor ( $a_{11}, a_{21}, \dots, a_{51}$ ); (2) os demais elementos de cada linha referem-se à identificação dos fatores influentes ( $a_{m2}, a_{m3}, \dots, a_{m12}$ , com  $1 \leq m \leq 5$ ); (3) o conjunto dos elementos de uma linha compõem um vetor, conforme o apresentado na Equação 6.1; (4) os vetores não possuem a mesma quantidade de elementos.

$$Di = \begin{bmatrix} Ds & n & age & inc & wea & SC & SA & Hp & tc & dp & ne & ni \\ Dg & in & hi & pr & pe & ta & tta & tai & prh & pac & prc & pea \\ Du & fa & pc & rce & IDH_M & th & ths & ac & nc & nb & ce & dau \\ Da & T+ & T & T- & U+ & U & U- & P+ & P & P- & sz & ae \\ Dc & hc & ap & arib & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.2)$$

Na qual:  $Ds$  é a dimensão socioeconômica;  $Dg$  é a dimensão gerencial;  $Du$  é a dimensão urbana;  $Da$  é a dimensão ambiental; e,  $Dc$  é a dimensão cultural.

As Tabelas 6.3.a, 6.3.b, 6.3.c, 6.3.d e 6.3.e descrevem os fatores influentes agrupados por dimensão, valores numéricos, escalas de valores e fontes de dados.

Com a finalidade de evitar possíveis problemas com diferenças nas escalas originais dos fatores influentes, optou-se, sempre que possível, pela utilização de um escala intervalar, com valores variando de 1 até 10.

Tabela 6.3.a – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas

Fator	Descrição	Valores numéricos e referências	Escala adotada
$n^{(1)}$	Número médio de pessoas por família	De 1 até 5 pessoas por residência (ppr), adaptado de IBGE (2010)	1 = 1,0 até 1,4 ppr; 2 = 1,4 até 1,8 ppr; 3 = 1,8 até 2,2 ppr; 4 = 2,2 até 2,6 ppr; 5 = 2,6 até 3,0 ppr; 6 = 3,0 até 3,4 ppr; 7 = 3,4 até 3,8 ppr; 8 = 3,8 até 4,2 ppr; 9 = 4,2 até 4,6 ppr; 10 = 4,6 até 5,0 ppr
$age^{(1)}$	Idade do chefe de família	De 18 até 70 anos de idade, adaptado de IBGE (2010)	1 = 19 até 24 anos; 2 = 24 até 29 anos; 3 = 29 até 34 anos; 4 = 34 até 39 anos; 5 = 39 até 44 anos; 6 = 44 até 49 anos; 7 = 49 até 54 anos; 8 = 54 até 59 anos; 9 = 59 até 64 anos; 10 = 64 até 70 anos
$inc^{(1)}$	Renda bruta da família	De 1 até mais de 20 salários mínimos (SM), conforme IBGE (2010)	1 = até 1 SM; 2 = 1 até 2 SM; 3 = 2 até 3 SM; 4 = 3 até 5 SM; 5 = 5 a 10 SM; 6 = 10 até 20 SM; 7 = mais de 20 SM
$wea^{(1)}$	Acumulo de patrimônio familiar	De 1 = até mais 30% renda bruta (RB), conforme IBGE (2010a)	1 = até 1% da RB, 2 = 1 até 5% da RB, 3 = 5 até 10% da RB, 4 = 10 até 15% da RB; 5 = 15 até 20% da RB; 6 = 20 até 25% da RB; 7 = 25 até 30% da RB, 8 = mais de 30% da RB
$SC^{(1)}$	Classe social da família	De A1 até E, conforme ABEP (2011)	1 = classe A1; 2 = classe A2; 3 = classe B1; 4 = classe B2; 5 = classe C1; 6 = classe C2; 7 = classe D; 8 = classe E
$SA^{(1)}$	Atitude social da família para conservação de recursos naturais	De conservacionista até não conservacionista adaptado de Lopez-Paredes <i>et al.</i> (2005)	1 = atitude conservacionista; 2 = atitude razoavelmente conservacionista; 3 = atitude não conservacionista
$Hp^{(1)}$	Preferência da família por determinado tipo de residência	De forte a fraca preferência por residência ambientalmente correta, adaptado de Lopez-Paredes <i>et al.</i> (2005)	1 = forte preferência por residência ambientalmente correta; 2 = moderada preferência por residência ambientalmente correta; 3 = fraca preferência por residência ambientalmente correta
$tc^{(1)}$	Taxa de crescimento populacional do ambiente urbano	De -8 até 30% ao ano, adaptado de IBGE (2000)	1 = -8,0 até -4,2%; 2 = -4,2 até -0,4%; 3 = -0,4 até 3,4%; 4 = 3,4 até 7,2%; 5 = 7,2 até 11,0%; 6 = 11,0 até 14,8%; 7 = 14,8 até 18,6%; 8 = 18,6 até 22,4%; 9 = 22,4 até 26,2%; 10 = 26,2 até 30,0%
$dp^{(1)}$	Densidade populacional do ambiente urbano	De menos de 0,9 até 13000 hab./km <sup>2</sup> , adaptado de IBGE (2000)	1 = até 0,9 hab./km <sup>2</sup> ; 2 = 1,0 até 5,0 hab./km <sup>2</sup> ; 3 = 5,0 até 10,0 hab./km <sup>2</sup> ; 4 = 10,0 até 25,0 hab./km <sup>2</sup> ; 5 = 25,0 até 100 hab./km <sup>2</sup> ; 6 = 100 até 2600 hab./km <sup>2</sup> ; 7 = 2600 até 5200 hab./km <sup>2</sup> ; 8 = 5200 até 7800 hab./km <sup>2</sup> ; 9 = 7800 até 10400 hab./km <sup>2</sup> ; 10 = 10400 até 13000 hab./km <sup>2</sup>
$ne^{(1)}$	Nível educacional da população do ambiente urbano, representado pelo indicador analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos	De 0 até 70% da população do ambiente urbano, adaptado de IBGE (2000)	1 = 0 até 7%; 2 = 7 até 14%; 3 = 14 até 21%; 4 = 21% até 28%; 5 = 28 até 35%; 6 = 35 até 42%; 7 = 42 até 49%; 8 = 49 até 56%; 9 = 56 até 63%; 10 = 63 até 70%

<sup>(1)</sup> fator influente pertencente a dimensão socioeconômica; <sup>(2)</sup> fator influente pertencente a dimensão gerencial; <sup>(3)</sup> fator influente pertencente a dimensão urbana; <sup>(4)</sup> fator influente pertencente a dimensão ambiental; <sup>(5)</sup> fator influente pertencente a dimensão cultural

Tabela 6.3.b – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas

Fator	Descrição	Valores numéricos e referências	Escala adotada
<i>ni</i> <sup>(1)</sup>	Nível de industrialização	De 0 até 50%, adaptado de IBGE (2010b)	1 = 0 até 5%; 2 = 5 até 10%; 3 = 10 até 15%; 4 = 15 até 20%; 5 = 20 até 25%; 6 = 25 até 30%; 7 = 30 até 35%; 8 = 35 até 40%; 9 = 40 até 45%; 10 = 45 até 50%
<i>in</i> <sup>(2)</sup>	Intermitência no sistema de abastecimento urbano de água	De 0 até 7 dias por semana (dps), adaptado de SNIS (2008)	1 = 0 dps; 2 = até 1 dps; 3 = 1 até 2 dps; 4 = 2 até 3 dps; 5 = 3 até 4 dps; 6 = 4 até 5 dps; 7 = 5 até 6 dps; 8 = 6 até 7 dps
<i>hi</i> <sup>(2)</sup>	Percentual de hidrometração	De 5 até 100% de hidrometração, adaptado de SNIS (2008)	1 = 5 até 10%; 2 = 10 até 20%; 3 = 20 até 30%; 4 = 30 até 40%; 5 = 40 até 50%; 6 = 50 até 60%; 7 = de 60 até 70%; 8 = 70 até 80%; 9 = 80 até 90%; 10 = 90 até 100%
<i>pr</i> <sup>(2)</sup>	Pressão média na rede de distribuição	De menos que 10mca até pressão oscilante, adaptado de Zorzal et al. (2008)	1 = até 10 mca, 2 = mais de 10 a 20 mca, 3 = mais de 20 até 30 mca, 4 = mais de 30 até 40 mca, 5 = mais de 40 até 50 mca, 6 = mais de 50 mca, 7 = pressão oscilante (menos que 10 até mais de 50 mca)
<i>pe</i> <sup>(2)</sup>	Perdas nos sistema de distribuição	De 5 até 85% de perdas, adaptado de SNIS (2008)	1 = 5 até 13%; 2 = 13 até 21%; 3 = 21 até 29%; 4 = 29 até 37%; 5 = 37 até 45%; 6 = 45 até 53%; 7 = 53 até 61%; 8 = 61 até 69%; 9 = 69 até 77%; 10 = 77 até 85%
<i>ta</i> <sup>(2)</sup>	Tarifa de água cobrada	De sustentabilidade financeira até insustentabilidade financeira, adaptado de Savenije e Van der Zaag (2002)	1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (receita maior que custos); 2 = permite sustentabilidade financeira parcial da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (até 70% dos custos); 3 = permite sustentabilidade financeira parcial da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (até 50% dos custos); 4 = não permite sustentabilidade financeira parcial da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (até 30% dos custos); 5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 10% dos custos)
<i>tta</i> <sup>(2)</sup>	Tipo de política tarifária aplicada	Variadas tipologias, conforme Pedrosa (1999)	1 = crescente por blocos de consumo, 2 = decrescente por bloco, 3 = uniforme por volume consumido, 4 = tarifa fixa
<i>tai</i> <sup>(2)</sup>	Capacidade de incentivo a conservação da água da tarifa de água cobrada	De forte a ausência de incentivo, adaptado de Savenije e Van der Zaag (2002)	1 = forte capacidade de incentivo a conservação da água, 2 = moderada capacidade de incentivo a conservação da água, 3 = fraca capacidade de incentivo a conservação da água, 4 = não incentiva (ausência) a conservação da água
<i>prh</i> <sup>(2)</sup>	Existência de política de recursos hídricos municipal	De existente e efetiva até ausência de política de recursos hídricos, adaptado de Scare (2003)	1 = existe política municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva, 2 = existe política municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva, 3 = não existe política municipal de recursos hídricos

<sup>(1)</sup> fator influente pertencente a dimensão socioeconômica; <sup>(2)</sup> fator influente pertencente a dimensão gerencial; <sup>(3)</sup> fator influente pertencente a dimensão urbana; <sup>(4)</sup> fator influente pertencente a dimensão ambiental; <sup>(5)</sup> fator influente pertencente a dimensão cultural

Tabela 6.3.c – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas

Fator	Descrição	Valores numéricos e referências	Escala adotada
<i>pac</i> <sup>(2)</sup>	Existência de uma política de incentivo a conservação da água	De existente e efetiva até ausência de política incentivo, adaptado de Savenije e Van der Zaag (2002)	1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário, 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva, 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos
<i>prc</i> <sup>(2)</sup>	Existência de uma política de regulação do consumo de água	De existente e efetiva até ausência de política de regulação, adaptado de CUWA e A&N (2004)	1 = existe política de regulação de consumo de água e é efetiva, 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não é efetiva, 3 = não existe política de regulação de consumo de água
<i>pea</i> <sup>(2)</sup>	Existência de programa de educação ambiental	De existente e efetivo até ausência de programa de educação ambiental, adaptado de CUWA e A&N (2004)	1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo, 2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo, 3 = não existe programa de educação ambiental implantado
<i>fa</i> <sup>(3)</sup>	Função predominante do ambiente urbano	Variadas tipologias, adaptado de Fernandes Neto <i>et al.</i> (2004)	1 = religiosa, 2 = militar, 3 = político administrativa, 4 = turística, 5 = comercial, 6 = tecnológica, 7 = industrial
<i>pc</i> <sup>(3)</sup>	Porte do ambiente urbano	Variadas tipologias, conforme MCIDADES (2008)	1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo; 2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo; 3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos; 4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza; 5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo; 6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos; 7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste; 8 = aglomerados e centros regionais centro sul; 9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste; 10 = principais aglomerados e capitais ricas; 11 = regiões metropolitanas
<i>rce</i> <sup>(3)</sup>	Índice de cobertura da rede coletora de esgotos	De 0 até 100% de coleta de esgoto, adaptado SNIS (2008)	1 = 5 até 10%; 2 = 10 até 20%; 3 = 20 até 30%; 4 = 30 até 40%; 5 = 40 até 50%; 6 = 50 até 60%; 7 = de 60 até 70%; 8 = 70 até 80%; 9 = 80 até 90%; 10 = 90 até 100%
<i>IDH<sub>M</sub></i> <sup>(3)</sup>	Índice de desenvolvimento humano municipal	De 0 até 1, conforme PNDU (2009)	1 = 0 até 0,1; 2 = 0,1 até 0,2; 3 = 0,2 até 0,3; 4 = 0,3 até 0,4; 5 = 0,4 até 0,5; 6 = 0,5 até 0,6; 7 = de 0,6 até 0,7; 8 = 0,7 até 0,8; 9 = 0,8 até 0,9; 10 = 0,9 até 1,0
<i>th</i> <sup>(3)</sup>	Tipologia habitacional predominante	Variadas tipologias, adaptado CEF (2010)	1 = apartamento, 2 = casa geminada, 3 = residência unifamiliar isolada
<i>ths</i> <sup>(3)</sup>	Tipologia dos equipamentos hidrossanitários por residência	Variadas tipologias, adaptado de Corral-Verdugo (2003)	1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes por residência (até 30% dos equipamentos); 2 = razoável quantidade de equipamentos eficientes por residência (mais de 30 a 60% dos equipamentos); 3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes por residência (mais de 60% dos equipamentos)

<sup>(1)</sup> fator influente pertencente a dimensão socioeconômica; <sup>(2)</sup> fator influente pertencente a dimensão gerencial; <sup>(3)</sup> fator influente pertencente a dimensão urbana; <sup>(4)</sup> fator influente pertencente a dimensão ambiental; <sup>(5)</sup> fator influente pertencente a dimensão cultural

Tabela 6.3.d – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas

Fator	Descrição	Valores numéricos e referências	Escala adotada
$ac^{(3)}$	Área média construída por residência	De 25 até 400 m <sup>2</sup> , adaptado de CEF (2003)	1 = 25 até 63 m <sup>2</sup> ; 2 = 63 até 100 m <sup>2</sup> ; 3 = 100 até 138 m <sup>2</sup> ; 4 = 138 até 175 m <sup>2</sup> ; 5 = 175 até 213 m <sup>2</sup> ; 6 = 213 até 250 m <sup>2</sup> ; 7 = 250 até 288 m <sup>2</sup> ; 8 = 288 até 325 m <sup>2</sup> ; 9 = 325 até 363 m <sup>2</sup> ; 10 = 363 até 400 m <sup>2</sup>
$nc^{(3)}$	Número médio de cômodos por residência	De 4 até 10 cômodos por residência, adaptado de CEF (2003)	1 = para 4 cômodos; 2 = para 5 cômodos; 3 = para 6 cômodos; 4 = para 7 cômodos; 5 = para 8 cômodos; 6 = para 9 cômodos; 7 = para 10 cômodos; 8 = para mais de 10 cômodos
$nb^{(3)}$	Número médio de banheiros por residência	De 0 até 5 banheiros por residência, adaptado de CEF (2003)	1 = para nenhum banheiro; 2 = para 1 banheiro; 3 = para 2 banheiros; 4 = para 3 banheiros; 5 = para 4 banheiros; 6 = para 5 banheiros
$ce^{(3)}$	Consumo mensal médio de energia do ambiente urbano	Variadas faixas, adaptado de Magnin <i>et al.</i> (2004)	1 = até 125 MWh/mês; 2 = mais de 125 a 400 MWh/mês; 3 = mais de 400 a 1.500 MWh/mês; 4 = mais de 1.500 a 3.000 MWh/mês; 5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês; 6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês; 7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês; 8 = mais de 6.000 MWh/mês
$dau^{(3)}$	Declividade média da área urbana	Variadas tipologias, adaptado de IBGE (2010)	1 = 0 a 3% (plano ou praticamente plano); 2 = 3 a 8% (suavemente ondulado); 3 = 8 a 13% (moderadamente ondulado); 4 = 13 a 20% (ondulado); 5 = 20 a 45% (forte ondulado); 6 = 45 a 100% (montanhoso); 7 = acima de 100% (escarpado)
$T+^{(4)}$	Temperatura no mês mais quente	De 14 até 37°C, adaptado de INMET (2010)	1 = 14,0 até 16,3 °C; 2 = 16,3 até 18,6 °C; 3 = 18,6 até 20,9°C; 4 = 20,9 até 23,2 °C; 5 = 23,2 até 25,5 °C; 6 = 25,5 até 27,8 °C; 7 = 27,8 até 30,1°C; 8 = 30,1 até 32,4 °C; 9 = 32,4 até 34,7°C; 10 = 34,7 até 37,0 °C
$T^{(4)}$	Temperatura média	De 9 até 31°C, adaptado de INMET (2010)	1 = 9,0 até 11,2°C; 2 = 11,2 até 13,4°C; 3 = 13,4 até 15,6°C; 4 = 15,6 até 17,8°C; 5 = 17,8 até 20,0°C; 6 = 20,0 até 22,2°C; 7 = 22,2 até 24,4°C; 8 = 24,4 até 26,6°C; 9 = 26,6 até 28,8°C; 10 = 28,8 até 31,0°C
$T-^{(4)}$	Temperatura no mês mais frio	De 3 até 26°C, adaptado de INMET (2010)	1 = 3,0 até 5,0°C; 2 = 5,0 até 7,0°C; 3 = 7,0 até 9,0°C; 4 = 9,0 até 11,0°C; 5 = 11,0 até 13,0°C; 6 = 13,0 até 15,0°C; 7 = 15,0 até 17,0°C; 8 = 17,0 até 19,0°C; 9 = 19,0 até 21,0°C; 10 = 21,0 até 23,0°C
$U+^{(4)}$	Umidade relativa no mês mais chuvoso	De 80 até 95%, adaptado de INMET (2010)	1 = 80,0 até 81,5%; 2 = 81,5 até 83,0%; 3 = 83,0 até 84,5%; 4 = 84,5 até 86,0%; 5 = 86,0 até 87,5%; 6 = 87,5 até 89,0%; 7 = 89,0 até 90,5%; 8 = 90,5 até 92,0%; 9 = 92,0 até 93,5%; 10 = 93,5 até 95,0%
$U^{(4)}$	Umidade relativa média	De 45 até 90%, adaptado de INMET (2010)	1 = 45,0 até 49,5%; 2 = 49,5 até 54,0%; 3 = 54,0 até 58,5%; 4 = 58,5 até 63,0%; 5 = 63,0 até 67,5%; 6 = 67,5 até 72,0%; 7 = 72,0 até 76,5%; 8 = 76,5 até 81,0%; 9 = 81,0 até 85,5%; 10 = 85,5 até 90,0%

<sup>(1)</sup> fator influente pertencente a dimensão socioeconômica; <sup>(2)</sup> fator influente pertencente a dimensão gerencial; <sup>(3)</sup> fator influente pertencente a dimensão urbana; <sup>(4)</sup> fator influente pertencente a dimensão ambiental; <sup>(5)</sup> fator influente pertencente a dimensão cultural



Tabela 6.3.e – Descrição de fatores influentes, valores numéricos adotados e escalas

Fator	Descrição	Valores numéricos e referências	Escala adotada
$U_-^{(4)}$	Umidade relativa no mês mais seco	De 40 até 75%, adaptado de INMET (2010)	1 = 40,0 até 43,5%; 2 = 43,5 até 47,0%; 3 = 47,0 até 50,5%; 4 = 50,5 até 54,0%; 5 = 54,0 até 57,5%; 6 = 57,5 até 61,0%; 7 = 61,0 até 64,5%; 8 = 64,5 até 68,0%; 9 = 68,0 até 71,5%; 10 = 71,5 até 75,0%
$P_+^{(4)}$	Precipitação no mês mais chuvoso	De 15 até 550 mm, adaptado de INMET (2010)	1 = 15,0 até 68,5 mm; 2 = 68,5 até 122,0 mm; 3 = 122,0 até 175,5 mm; 4 = 175,5 até 229,0 mm; 5 = 229,0 até 282,5 mm; 6 = 282,5 até 336,0 mm; 7 = 336,0 até 389,5 mm; 8 = 389,5 até 443,0 mm; 9 = 443,0 até 496,5 mm; 10 = 496,5 até 550,0 mm
$P^{(4)}$	Precipitação média mensal	De 30 até 510 mm, adaptado de INMET (2010)	1 = 30,0 até 78,0 mm; 2 = 78,0 até 126,0 mm; 3 = 126,0 até 174,0 mm; 4 = 174,0 até 222,0 mm; 5 = 222,0 até 270,0 mm; 6 = 270,0 até 318,0 mm; 7 = 318,0 até 366,0 mm; 8 = 366,0 até 414,0 mm; 9 = 414,0 até 462,0 mm; 10 = 462,0 até 510,0 mm
$P_-^{(4)}$	Precipitação no mês mais seco	De 0 até 480 mm, adaptado de INMET (2010)	1 = 0,0 até 48,0 mm; 2 = 48,0 até 96,0 mm; 3 = 96,0 até 144,0 mm; 4 = 144,0 até 192,0 mm; 5 = 192,0 até 240,0 mm; 6 = 240,0 até 288,0 mm; 7 = 288,0 até 336,0 mm; 8 = 336,0 até 384,0 mm; 9 = 384,0 até 432,0 mm; 10 = 432,0 até 480,0 mm
$sz^{(4)}$	Sazonalidade	Variadas tipologias, adaptado de INMET (2010)	1 = fraca presença de sazonalidade; 2 = forte presença de sazonalidade
$ae^{(4)}$	Abundância ou escassez de água para o abastecimento	Variadas tipologias, conforme Conejo <i>et al.</i> (2009)	1 = mananciais satisfatórios; 2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta; 3 = mananciais vulneráveis
$hc^{(5)}$	Existência de hábitos conservacionistas de água	Variadas tipologias, adaptado de Corral-Verdugo (2003)	1 = existência de hábitos conservacionistas, 2 = inexistências de hábitos conservacionistas e a população tem conhecimento da sua importância, 3 = inexistências de hábitos conservacionistas e a população desconhece sua importância
$ap^{(5)}$	Aceitação da população a ações de conservação da água	Variadas tipologias, adaptado de Corral-Verdugo (2003)	1 = baixa aceitação da família, 2 = moderada aceitação da família, 3 = alta aceitação da família
$arib^{(5)}$	Existência da crença de que a água é um recurso inesgotável e barato	Variadas tipologias, adaptado de Corral-Verdugo (2003)	1 = inexistência dessa crença; 2 = fraca presença dessa crença; 3 = moderada presença dessa crença; 4 = forte presença dessa crença

<sup>(1)</sup> fator influente pertencente a dimensão socioeconômica; <sup>(2)</sup> fator influente pertencente a dimensão gerencial; <sup>(3)</sup> fator influente pertencente a dimensão urbana; <sup>(4)</sup> fator influente pertencente a dimensão ambiental; <sup>(5)</sup> fator influente pertencente a dimensão cultural

### 6.3.1.2 – Classificação dos casos de CAUA

Para esta atividade, foi realizada a adequação da metodologia da UNEP/UNESCO (1987) – metodologia capaz de elaborar um balanço ponderado multinível de índices, fundamentada no conceito da programação de compromisso – agora se baseando no conceito da técnica de ordenamento de preferência por similaridade com a solução ideal (TOPSIS) e com uma escala de cinco classes (muito forte, forte, moderada, fraca e muito fraca contribuição para a intensificação da CAUA). Para isso, foi necessária a definição de dois vetores tipos

(vetor tipo “muito forte influência” na CAUA, vetor tipo “muito fraca influência” na CAUA), e a utilização da medida de distância entre vetores tipo. A seguir, são detalhados os procedimentos dessas atividades.

A definição dos vetores tipo realizou-se a partir do entendimento geral, fundamentado na literatura, de como os fatores influentes se relacionam com a CAUA. Entende-se, aqui, como vetor tipo “muito forte influência” na CAUA, o vetor cujos valores numéricos representam a máxima contribuição para a intensificação da CAUA. No caso contrário, vetor tipo “muito fraca influência” na CAUA, tem-se um vetor cujos valores numéricos representam a mínima contribuição para a intensificação da CAUA. Também, adotaram-se como fonte de dados (valores numéricos para alimentação dos vetores tipo) os dados apresentados na Tabela 6.3. Por exemplo, um ambiente urbano com alta densidade populacional (valor numérico igual 10) contribui, de forma muito mais importante, para intensificação da CAUA do que um ambiente urbano com baixa densidade populacional (valor numérico igual 1). Logo, o valor numérico, do elemento que representa a densidade populacional, no vetor “muito forte contribuição” com a intensificação da CAUA, é 10. E, o mesmo elemento, no vetor “muito fraca influência” na CAUA, tem o valor numérico igual a 1. Os resultados da definição numérica de todos os elementos, dos vetores de forte e fraca contribuição com a intensificação da CAUA, estão apresentados nas matrizes *MFr* e *MFo* (Equações 6.3 e 6.4), respectivamente.

$$MFr = \begin{bmatrix} Ds & 1 & 1 & 1 & 1 & 8 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ Dg & 1 & 10 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ Du & 1 & 1 & 10 & 1 & 1 & 3 & 1 & 1 & 1 & 1 & 3 \\ Da & 1 & 1 & 1 & 10 & 10 & 10 & 10 & 10 & 10 & 1 & 1 \\ Dc & 1 & 3 & 1 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.3)$$

$$MFo = \begin{bmatrix} Ds & 10 & 10 & 7 & 8 & 1 & 3 & 3 & 10 & 10 & 10 & 10 \\ Dg & 8 & 1 & 10 & 7 & 5 & 4 & 4 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ Du & 7 & 11 & 1 & 10 & 3 & 1 & 10 & 7 & 6 & 8 & 7 \\ Da & 10 & 10 & 10 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 3 \\ Dc & 3 & 1 & 4 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.4)$$

Na qual: *MFr* é a matriz com vetores de fraca contribuição com a intensificação da CAUA; *MFo* é a matriz com vetores de forte contribuição com a intensificação da CAUA.

Para a determinação da distância entre os vetores de muito forte contribuição com intensificação da CAUA e um vetor do caso estudado de CAUA, ou seja, a determinação do quão próximo o caso real estudado está de uma situação de grave CAUA, adotou-se a Equação 6.5. Para a determinação da distância entre os vetores de fraca contribuição com intensificação da CAUA e um vetor de caso real de CAUA, ou seja, a determinação do quão próximo o caso real estudado está de uma situação de ausência de CAUA, adotou-se a Equação 6.6. Para a classificação dos casos reais de CAUA, foi adotada uma escala cuja medida é a distância vetorial (ou, coeficiente de similaridade) entre os vetores de forte e fraca contribuição com CAUA e o vetor caso real de CAUA, dada pela Equação 6.7.

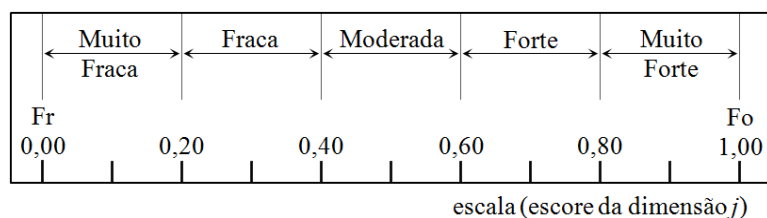
$$d(Fo_j, C_j) = \left[ \sum_{i=1}^n w_{ij}^h \left| \frac{f_{Fo,ij} - f_{C,ij}}{f_{Fo,ij} - f_{Fr,ij}} \right|^h \right]^{\frac{1}{h}} \quad (6.5)$$

$$d(C_j, Fr_j) = \left[ \sum_{i=1}^n w_{ij}^h \left| \frac{f_{C,ij} - f_{Fr,ij}}{f_{Fo,ij} - f_{Fr,ij}} \right|^h \right]^{\frac{1}{h}} \quad (6.6)$$

$$d(Fo_j, C_j, Fr_j) = \frac{d(C_j, Fr_j)}{d(Fo_j, C_j) + d(C_j, Fr_j)} \quad (6.7)$$

Na qual:  $d(Fo_j, C_j)$  é a distância entre o vetor tipo forte influência na CAUA ( $Fo_j$ ) e o vetor caso real de CAUA ( $C_j$ );  $w_{ij}$  é o peso atribuído ao fator influente  $i$ , relacionado a dimensão  $j$ ;  $f_{Fo,ij}$  é o fator influente  $i$ , relacionado a dimensão  $j$ , pertencente ao vetor  $Fo_j$ ;  $f_{C,ij}$  é o fator influente  $i$ , relacionado a dimensão  $j$ , pertencente ao vetor  $C_j$ ;  $h$  é o parâmetro de verificação de sensibilidade, com valores de 1, 2 e  $\infty$ ;  $i$  é a identificação dos fatores influentes na CAUA pertencentes ao componente  $j$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $j$  é a identificação dos componentes que compõem os indicadores adequados ( $j = 1$ , dimensão socioeconômica;  $j = 2$ , dimensão gerencial;  $j = 3$ , dimensão urbana;  $j = 4$ , dimensão ambiental;  $j = 5$ , dimensão cultural);  $d(C_j, Fr_j)$  é a distância entre o vetor tipo fraca influência na CAUA ( $Fr_j$ ) e o vetor caso real de CAUA ( $C_j$ );  $d(Fo_j, C_j, Fr_j)$  é a distância vetorial (ou, coeficiente de similaridade) entre o vetor tipo forte e tipo fraca influência na CAUA ( $Fo_j$ ) e o vetor caso estudado de CAUA ( $C_j$ ).

O resultado da Equação 6.7 possibilitará a identificação do quão distante o caso real estudado está de uma situação de fraca (ou ausência de) CAUA e o quão próximo está de uma situação de forte (ou grave) CAUA, para cada uma das dimensões. Da comparação das distâncias foi possível o conhecimento de qual dimensão tem maior contribuição para a atual situação de CAUA em um determinado caso. Com essa resposta, foi possível indicar a necessidade de priorização de medidas de reestruturação do sistema de abastecimento urbano de água que levem à situação atual de CAUA, relacionada com a dimensão de maior contribuição, para o mais distante possível da situação de forte (ou grave) CAUA. A escala, adaptada de UNEP/UNESCO (1987), para classificação dos casos de CAUA é ilustrada na Figura 6.1.



Fr é o vetor tipo fraca contribuição com CAUA; Fo é o vetor tipo forte contribuição com CAUA;  $j$  é a identificação das dimensões que compõem os indicadores apropriados ( $j = 1$  é a dimensão socioeconômica;  $j = 2$  é a dimensão gerencial;  $j = 3$  é a dimensão urbana;  $j = 4$  é a dimensão ambiental;  $j = 5$  é a dimensão cultural)

Figura 6.1 – Escala e classes em função das distâncias vectoriais

Segundo Porto *et al.* (2002) o parâmetro de verificação de sensibilidade ( $h$ ) reflete diferentes posturas do tomador de decisão. Sendo apresentada a seguinte interpretação para seus valores:  $h = 1$ , neste caso, todos os desvios, em relação as situações de forte e fraca influência na CAUA, tem peso igual na determinação da classe de influência;  $h = 2$ , neste caso, cada desvio, em relação as situações de forte e fraca influência na CAUA, tem como peso sua própria magnitude na determinação da classe de influência; e,  $h = \infty$ , neste caso, o maior desvio recebe mais importância, sendo a determinação da classe de influência função essencialmente deste maior desvio.

Para determinação dos pesos, realizou-se a consulta a especialistas (20 especialistas) na área de recursos hídricos, pertencentes a diferentes instituições (universidades, agências de águas, agências de regulação, agências de controle ambiental). Para agregação dos pesos, utilizou-se o método *Distance-based*, cuja descrição e representação matemática são apresentadas por Cook e Seiford (1978). De forma breve, pode-se mencionar que o método *Distance-based*, essencialmente, faz uso do conceito de minimização da divergência, ou

seja, minimização da distância entre os pesos individuais através da resolução de um problema de programação linear. O Apêndice A apresenta a descrição do método *Distance-based*. No Apêndice B está apresentado o questionário para obtenção desses pesos e no Apêndice C estão às respostas deste questionário. A matriz de pesos ( $w$ ) (organizada conforme Equação 6.2), apresentada na Equação 6.8, exibe os resultados da agregação dos pesos dos fatores influentes.

$$w = \begin{bmatrix} Ds & 0,10 & 0,00 & 0,10 & 0,05 & 0,10 & 0,11 & 0,08 & 0,15 & 0,11 & 0,10 & 0,10 \\ Dg & 0,05 & 0,10 & 0,05 & 0,15 & 0,10 & 0,05 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 \\ Du & 0,06 & 0,13 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,05 & 0,10 & 0,10 & 0,05 \\ Da & 0,10 & 0,05 & 0,06 & 0,05 & 0,05 & 0,10 & 0,10 & 0,14 & 0,12 & 0,10 & 0,13 \\ Dc & 0,34 & 0,26 & 0,40 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.8)$$

Dentre os fatores de maior importância apontados pelos especialistas, têm-se a “Taxa de crescimento populacional do ambiente urbano”, as “Perdas nos sistema de distribuição”, o “Porte do ambiente urbano”, a “Precipitação média mensal” e a “Existência da crença de que a água é um recurso inesgotável e barato”. Entre os fatores de menor importância, segundo os especialistas, têm-se a “Idade do chefe de família”, a “Intermitência no sistema de abastecimento urbano de água”, a “Declividade média da área urbana”, a “Temperatura média” e a “Aceitação da população a ações de conservação da água”.

### 6.3.1.3 – Módulo computacional para modelagem da CAUA

Para o desenvolvimento desta subetapa, realizou-se a codificação da modelagem da CAUA (modelos matemáticos relacionados) em ambiente MS Excel, via utilização de macros, formulários, entre outros recursos. Sendo este o submodelo 1 implementado e denominado de CAUAmodel.

A Figura 6.2 apresenta a estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUAmodel. A estrutura de trabalho consiste na alimentação do CAUAmodel com os dados de entrada “BD1” (fatores apresentados na Tabela 6.3, coletados no estudo de caso, obtida por meio de consulta a diversas instituições e a população), processamento dos dados e obtenção dos resultados. O CAUAmodel apresenta uma interface de entrada, na qual são disponibilizadas, ao usuário, as opções de iniciar um novo caso, identificação do caso, entrada de dados, alteração de

pesos, alteração do vetor  $Fr$  (matriz  $MFr$ ) e alteração do vetor  $Fo$  (matriz  $MFo$ ). Para funcionamento do CAUAmodel, o usuário deve selecionar, na sequência, as opções: iniciar novo caso; identificação do caso, onde o usuário pode informar dados acerca do local de estudo e do próprio usuário; e, entrada de dados. Na interface de entrada de dados, o usuário deve entrar com as características do caso estudado (fatores apresentados na Tabela 6.3, coletados no estudo de caso).

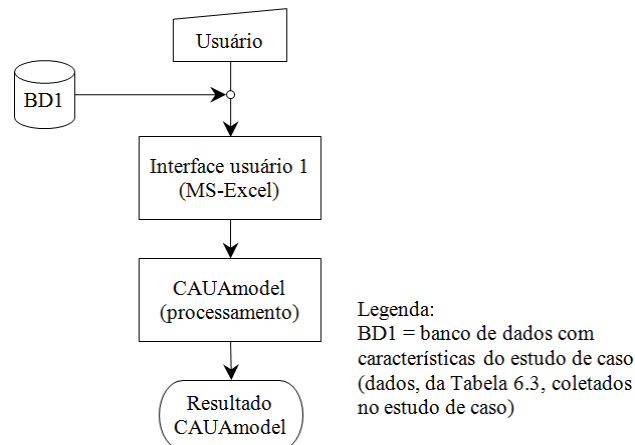


Figura 6.2 – Estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUAmodel

Por exemplo, em um caso qualquer de CAUA, realizou-se a coleta do dado do número médio de pessoas por família e encontrou-se o valor de 2,6. Então, o valor de 2,6 deve ser o dado de entrada do CAUAmodel para o fator “Número médio de pessoas por família”. O procedimento deve ser repetido para todos os fatores apresentados na Tabela 6.3. Após a alimentação de todos os dados de entrada do CAUAmodel, solicita-se a realização dos cálculos (processamento). As opções alteração de pesos, alteração do vetor  $Fr$  (matriz  $MFr$ ) e alteração do vetor  $Fo$  (matriz  $MFo$ ), podem ser utilizadas quando o usuário discordar dos pesos dos fatores influentes ou dos valores dos elementos das matrizes  $MFr$  e  $MFo$ . Essa alteração não é recomendada, com ressalva aos casos em que usuário tenha dados que comprovem efetivamente a discordância.

Com a finalidade de demonstração da aplicação do CAUAmodel, são apresentados, na matriz  $Cq$  (Equação 6.9), organizada conforme Equação 6.2, as características de um caso qualquer de CAUA, sendo estes dados inseridos no CAUAmodel. Os resultados da demonstração são apresentados nas formas numérica, classificatória, gráfica e de priorização, como exibido nas Figuras 6.3, 6.4 e 6.5.

$$Cq = \begin{bmatrix} Ds & 4 & 5 & 6 & 8 & 1 & 2 & 2 & 3 & 6 & 1 & 1 \\ Dg & 1 & 10 & 1 & 2 & 2 & 1 & 4 & 2 & 3 & 3 & 3 \\ Du & 5 & 10 & 10 & 8 & 2 & 1 & 2 & 6 & 3 & 8 & 5 \\ Da & 5 & 5 & 5 & 6 & 6 & 3 & 5 & 3 & 1 & 2 & 2 \\ Dc & 1 & 2 & 2 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.9)$$

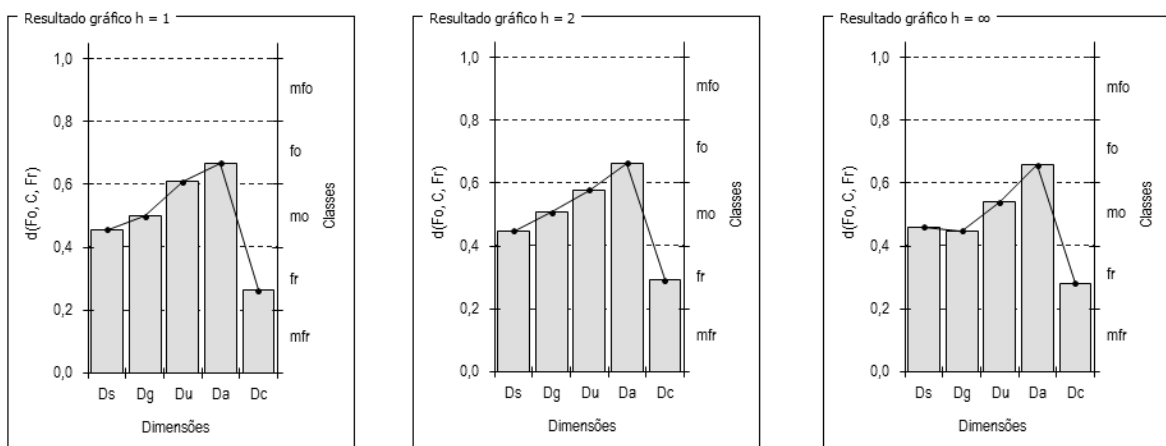
Resultados numéricos					Resultados da classificação				
Dimensão	Símbolo	h = 1	h = 2	h = ∞	Dimensão	Símbolo	h = 1	h = 2	h = ∞
Socioeconômica	Ds	0,46	0,45	0,46	Socioeconômica	Ds	mo	mo	mo
Gerencial	Dg	0,50	0,51	0,45	Gerencial	Dg	mo	mo	mo
Urbana	Du	0,61	0,58	0,54	Urbana	Du	fo	mo	mo
Ambiental	Da	0,67	0,66	0,66	Ambiental	Da	fo	fo	fo
Cultural	Dc	0,26	0,29	0,28	Cultural	Dc	fr	fr	fr

Ds é a dimensão socioeconômica; Dg é a dimensão gerencial; Du é a dimensão urbana; Da é a dimensão ambiental; Dc é a dimensão cultural;  $h$  é o parâmetro de verificação de sensibilidade

(a)

(b)

Figura 6.3 – Resultados numéricos (a) e de classificação (b) do modelo CAUAmoel



Ds é a dimensão socioeconômica; Dg é a dimensão gerencial; Du é a dimensão urbana; Da é a dimensão ambiental; Dc é a dimensão cultural;  $h$  é o parâmetro de verificação de sensibilidade;  $d(Fo, C, Fr)$  é a distância vetorial entre o vetor tipo forte e tipo fraca influência na CAUA e o vetor caso estudado de CAUA; mfr é muito fraca influência na CAUA; fr é fraca influência na CAUA; mo é moderada influência na CAUA; fo é forte influência na CAUA; e, Mfo é muito forte influência na CAUA

Figura 6.4 – Resultados gráficos do modelo CAUAmoel

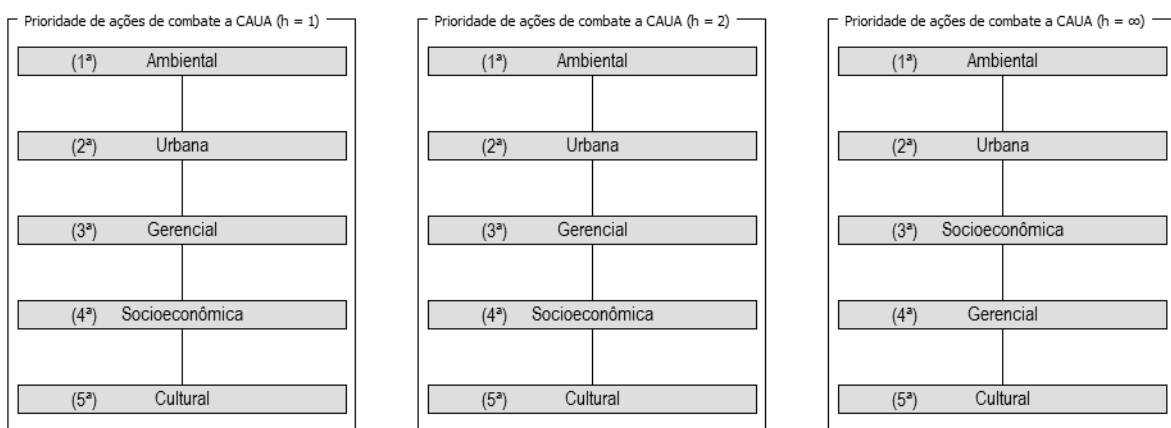


Figura 6.5 – Resultados de priorização do modelo CAUAmoel

Na Figura 6.3(a) são apresentados resultados numéricos do CAUAmodel, que são as distâncias vetoriais entre os vetores de forte e fraca contribuição com CAUA e os vetores do caso qualquer de CAUA (matriz  $Cq$ ). Estas distâncias são obtidas a partir da aplicação das Equações 6.5, 6.6 e 6.7 aos dados do caso qualquer de CAUA (Equação 6.9).

A Figura 6.3(b) é obtida a partir da comparação dos resultados numéricos com a escala apresentada na Figura 6.1, gerando assim uma classificação do caso qualquer de CAUA. Por exemplo, a dimensão socioeconômica apresentou uma distância vetorial, para o valor de  $h = 2$ , de 0,45. Então, segundo a escala apresentada na Figura 6.1, o valor de 0,45 encontra-se na faixa de 0,40 até 0,60, classe de moderada influência na CAUA. Logo, a dimensão socioeconômica é classificada como de moderada influência no caso qualquer de CAUA. O mesmo processo foi repetido para todos os valores numéricos apresentados na Figura 6.3(a), chegando assim aos resultados de classificação do CAUAmodel apresentados na Figura 6.3(b). Este é o resultado de maior importância do submodelo 1, sendo este a entrada do submodelo 2.

Na Figura 6.4, os resultados do CAUAmodel, numéricos e de classificação, são apresentados na forma gráfica. No eixo das abscissas estão identificadas as dimensões do problema. No primeiro eixo das ordenadas estão as distâncias vetoriais, variando de 0,0 até 1,0. No segundo eixo das ordenadas são exibidas as classificações do caso qualquer de CAUA, segundo as faixas apresentadas na Figura 6.1.

De acordo com os resultados apresentados nas Figuras 6.3 e 6.4, o caso qualquer de CAUA caracterizou-se por forte (fo) influência da dimensão ambiental, moderada (mo) influência das dimensões socioeconômica, gerencial e urbana e fraca (fr) influência das dimensão cultural. Este resultado, agora apresentado na Figura 6.5, sugere devem ser priorizadas que ações voltadas ao enfraquecimento dos fatores de CAUA da dimensão ambiental. Todos os resultados são apresentados para os valores do parâmetro de verificação de sensibilidade ( $h$ ) de 1, 2 e  $\infty$ . No entanto, para fins desta utilização, foram adotados os resultados apresentados para  $h = 2$ , uma vez que se trata um valor de  $h$  comumente encontrado na literatura como o mais adequado para estudos pautados na distância vetorial.

A Figura 6.6 apresenta interfaces do módulo computacional CAUAmodel (submodelo 1). O CAUAmodel encontra-se disponível, em forma digital (arquivo gravado em CD),

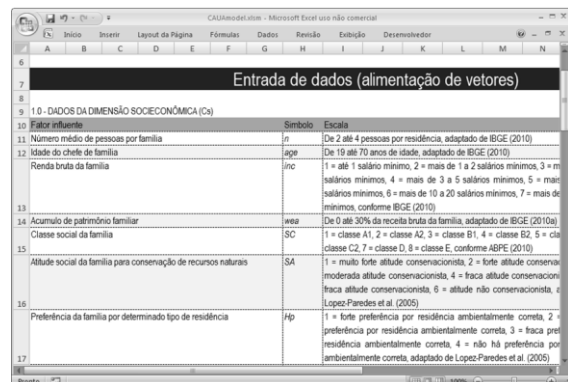


afixado no Apêndice D. O CAUAmovel pode ajudar, de forma preliminar, especialistas a selecionarem diretrizes de projeto para solução de casos de CAUA, uma vez que ele esclarece as possíveis origens da CAUA. Na Figura 6.6(a), 6.6(b) e 6.6(d) estão apresentados a tela de entrada, a tela para entrada de dados e os resultados do CAUAmovel, respectivamente.

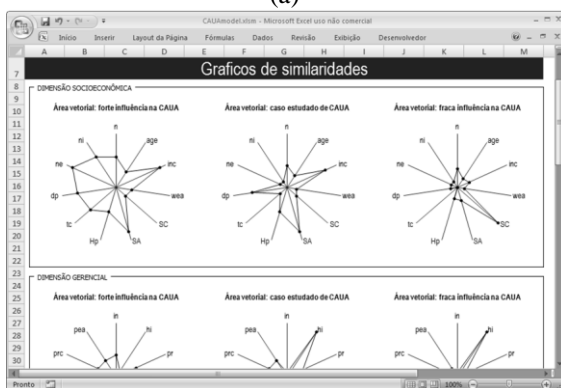
Na Figura 6.6(c) são apresentados gráficos de similaridade (gráficos do tipo radar), que permitem a análise comparativa visual entre os vetores de “muito forte contribuição”, do “caso qualquer de CAUA” e “muito fraca contribuição”. A análise comparativa visual destes gráficos também permite identificar qual, dentre os fatores influentes de cada dimensão, fator mais contribui para a classificação da dimensão. Por exemplo, na dimensão socioeconômica os fatores que mais contribuíram para a classificação moderada, segundo os gráficos de similaridade, foram *inc* (renda bruta da família), *dp* (residência populacional do ambiente urbano) e *Hp* (preferência da família por determinado tipo de residência).



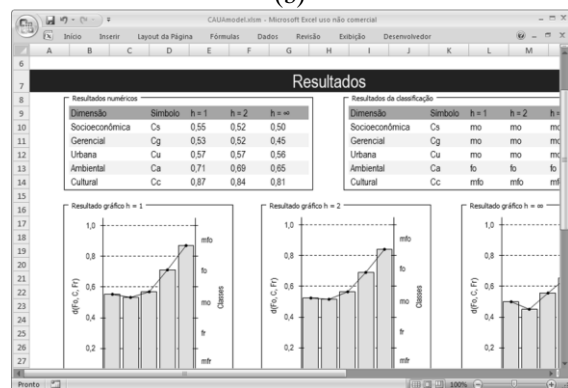
(a)



(b)



(c)



(d)

Legenda: (a) tela de entrada do CAUAmovel; (b) tela para entrada de dados; (c) tela com apresentação dos gráficos de similaridade; (d) tela com apresentação dos resultados

Figura 6.6 – Interface modelo CAUAmovel

Uma provável fragilidade do modelo diz respeito à correlação entre as variáveis de entrada (autocorrelação), que teria grande impacto nos resultados, caso o modelo se calcasse em métodos tradicionais de modelagem (abordagens *hard*). No entanto, espera-se que esse efeito seja reduzido aqui, já que o modelo se calca nas MCDA (abordagens *soft*).

### 6.3.2 – Implementação do submodelo 2

Para a estimativa da prioridade das diretrizes de projetos que solucionem casos de CAUA, foi desenvolvido um sistema especialista (SE), seguindo a linha de alguns trabalhos correlatos (Wei e Weber, 1996; Collier *et al.*, 1999; Tillman *et al.*, 2005; Patlitzianas *et al.*, 2008). Como metodologia para o desenvolvimento do SE, foram adotados os estágios gerais, sugeridos por Giarratano e Riley (2004), que incluem: (1) planejamento do SE; (2) explicitação do conhecimento; (3) codificação do conhecimento; e (4) avaliação e adequação do SE.

#### 6.3.2.1 – Planejamento do sistema especialista (SE)

O propósito do estágio de planejamento é o de produzir um plano formal para o desenvolvimento do SE. A Tabela 6.4 ilustra as tarefas realizadas neste estágio, bem como os seus respectivos objetivos.

Tabela 6.4 – Tarefas do estágio de planejamento do SE

Tarefa	Objetivo
Avaliação da viabilidade	Determinação se a abordagem do SE é adequada.
Gerenciamento dos recursos	Avaliação dos recursos humanos, tempo, recursos financeiros, <i>software</i> e <i>hardware</i> necessários.
<i>Layout</i> funcional preliminar	Definir o que o sistema deve alcançar pela especificação das funções do sistema. Especificar o propósito do sistema.

Fonte: Adaptado de Giarratano e Riley (2004)

Para a tarefa de avaliação da viabilidade, realizou-se a verificação dos fatores e retornos sugeridos por Giarratano e Riley (2004), para decidir se a abordagem do SE seria adequada. Como resultado da avaliação da viabilidade, a verificação dos fatores e retornos sugeridos por Giarratano e Riley (2004) conduziu ao retorno de uma resposta de ser viável a abordagem do SE. Os motivos que levaram a esta resposta referem-se ao fato de que maioria dos retornos (itens 1, 3, 4, 5 e 6), propostos por Giarratano e Riley (2004), foi favorável ao desenvolvimento do SE, como o apresentado na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 – Fatores e retornos considerados na avaliação da viabilidade de SE

Item	Fator <sup>(1)</sup>	Retorno <sup>(2)</sup>	Avaliação <sup>(3)</sup>
1	O problema pode ser solucionado eficientemente por programação convencional?	Não	Não
2	O domínio do problema é bem definido?	Sim	Não
3	Existe a necessidade e interesse por um SE?	Sim	Sim
4	Existe(m) especialista(s) humano(s) disposto(s) a cooperar?	Sim	Sim
5	O(s) especialista(s) consegue(m) transmitir seu conhecimento?	Sim	Sim
6	A solução do problema envolve principalmente heurística e incerteza?	Sim	Sim

<sup>(1)</sup> fatores sugeridos por Giarratano e Riley (2004); <sup>(2)</sup> retorno esperado para que a abordagem do SE fosse viável; <sup>(3)</sup> retorno encontrado após a avaliação da viabilidade do desenvolvimento do SE

A tarefa de gerenciamento dos recursos foi realizada por meio do levantamento dos recursos de informática (*software* e *hardware*), dos recursos humanos e dos recursos financeiros para o desenvolvimento do SE. Para isso, foi realizado o levantamento, via revisão bibliográfica, dos recursos empregados no desenvolvimento de SE precursores com objetivos similares e a comparação desses recursos com os recursos disponíveis para desenvolvimento do SE aqui proposto. O resultado indicou que os recursos disponíveis para o desenvolvimento deste SE são equiparáveis aos recursos utilizados para o desenvolvimento de outros SE com funções equivalentes, conforme a revisão da literatura realizada.

A tarefa de *layout* funcional preliminar deve definir o que o sistema irá alcançar mediante a especificação das funções do sistema. Foi realizada, aqui, a análise criteriosa dos objetivos do SE, para, assim definir as funções do sistema, seguindo sugestão de Giarratano e Riley (2004). E o resultado indicou que, ao se considerar o objetivo desta etapa, estimar ou apontar quais as diretrizes de projetos que solucionam casos de CAUA, o *layout* deve ser focado no atendimento a este objetivo.

#### 6.3.2.2 – Explicitação do conhecimento

A explicitação do conhecimento refere-se ao processo de aquisição do conhecimento necessário para solução do problema (domínio do conhecimento). Para isso, foram adaptadas as atividades utilizadas por Collier *et al.* (1999), Tillman *et al.*, (2005) e Patlitzianas *et al.* (2008). No caso, essas atividades incluíram: (1) definição do universo populacional de casos reais/simulados de CAUA; (2) definição da amostra analisada pelos

especialistas; (3) identificação de diretrizes possíveis; e (4) obtenção de domínio do conhecimento. Ambas as atividades estão descritas a seguir.

O universo populacional de casos reais/simulados de CAUA possíveis de ocorrência é formado pela combinação das classificações apresentadas na modelagem da CAUA. Ao se considerar a Equação 6.10, apresentada por Giarratano e Riley (2004) para determinação do número de respostas possíveis em SE, pode-se observar 3125 ( $5^5 = 3125$ ) indivíduos ou tipologias de casos reais/simulados de CAUA que formam o universo populacional em estudo.

$$N_R = N_A^{Nq} \quad (6.10)$$

Na qual:  $N_R$  é o número de regras possíveis;  $N_A$  é o número de alternativas de resposta possível em cada questionamento;  $Nq$  é o número total de questionamentos do SE.

A Tabela E.1, no Apêndice E, apresenta o universo populacional em estudo. Para identificação das tipologias, foi realizada a codificação por meio de numeração, variando de 1 até 3125. Para definição da amostra a ser analisada pelos especialistas, utilizou-se o método de amostra aleatória simples. Como justificativa, apresenta-se que este método de amostragem conduz à amostra em que cada tipologia da população amostral tem a mesma probabilidade de ser selecionada, não privilegiando situações ou casos específicos. Essa é uma condição importante, uma vez que a explicitação do conhecimento para o desenvolvimento de SE não deve privilegiar situações ou casos específicos. O número de unidades amostrais ( $n$ ) foi definido em 10% do universo populacional, o que totaliza aproximadamente 313 tipologias a serem analisadas pelos especialistas (número próximo ao encontrado na literatura para o desenvolvimento de SE). A Tabela 6.6 apresenta a amostra de casos reais/simulados de CAUA selecionados para serem analisados e os efetivamente analisados pelos especialistas.

Tabela 6.6 – Amostras selecionadas para serem analisadas por especialistas

Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod
4*	207	362	609	923*	1164	1383	1626*	1943*	2171	2412*	2698*	2953*
9*	209	375*	615	925*	1173*	1390*	1628*	1948*	2208	2415*	2703*	2963
27*	211	379	618*	935*	1174	1402	1639*	1956*	2213	2417*	2706*	2981*
33*	213	386*	622	936*	1175	1404*	1676*	1957*	2214	2436*	2729	2997*
34*	240	393*	635*	959*	1189	1411*	1677*	1970*	2216*	2451*	2730	3012*

\* Amostra analisada por especialistas (resultados apresentados na Tabela G.1, no Apêndice G)

Tabela 6.6 – Amostras selecionadas para serem analisadas por especialistas (continuação)

Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod	Cod
35*	246*	394	641*	989	1211*	1413*	1690*	1980	2235	2469*	2734*	3021
37*	254*	400*	655*	999	1228*	1426*	1691*	1988	2236*	2488*	2751	3083
67	255	416*	667*	1028*	1230*	1428*	1703*	2001	2262*	2509*	2766*	3086
71	260*	428	680*	1039*	1232*	1451	1713*	2003	2263*	2524	2767*	3100*
83	262*	435	681*	1041	1233*	1460	1720*	2004	2274*	2525	2782*	3111*
85	267*	441*	778*	1049	1239	1464*	1730*	2014*	2283*	2529*	2786*	3119
128*	269	453	782	1057*	1244	1470	1735	2038*	2285*	2552	2798	3120*
132	273*	455*	790	1083	1247*	1478*	1803*	2063	2290*	2554*	2801	3123*
149*	277*	457*	793	1087*	1250	1487*	1806*	2064*	2296*	2559*	2811	
151*	300	469*	802	1088*	1261	1489*	1816*	2068*	2321	2562*	2817	
160	301*	477*	804	1091	1263*	1511*	1825*	2075	2326*	2572*	2820	
162*	310	486*	812*	1095	1270	1551*	1829*	2094*	2327	2583	2838*	
172*	313*	488*	820	1098*	1273*	1553*	1840	2097*	2339*	2592	2855	
182	326*	491*	821*	1101	1275*	1560*	1857*	2102*	2356*	2605*	2856*	
185	331*	553*	833*	1108	1299*	1575*	1864*	2122*	2362*	2627	2878*	
190*	339	558*	866*	1114*	1323*	1595	1878*	2124*	2379*	2634	2884*	
191	344	591*	870*	1117*	1338	1604*	1895*	2129*	2380	2650*	2915*	
193*	351	594	893*	1121*	1353	1606	1905*	2133*	2384	2657*	2920*	
202*	356	602*	894*	1137*	1355*	1609*	1925*	2138*	2385	2687*	2925	
203*	357	606*	900*	1161*	1370*	1612*	1940*	2166*	2399	2696*	2940	

\* Amostra analisada por especialistas (resultados apresentados na Tabela G.1, no Apêndice G)

Para a identificação de diretrizes possíveis para projetos que solucionem casos de CAUA, foi realizada a pesquisa em literatura (revisão bibliográfica). Na Tabela 6.7, estão apresentadas as diretrizes possíveis para projetos que solucionem casos de CAUA, encontradas na revisão bibliográfica.

Tabela 6.7 – Diretrizes possíveis para projetos que solucionem casos de CAUA

Item	Diretriz para projetos que solucionem casos de CAUA
D1	Redução de perdas <sup>2, 3, 10, 11, 15, 18</sup>
D2	Implementação de macro e micro medição <sup>2, 4, 9, 10</sup>
D3	Implementação de medição individualizada <sup>10, 19</sup>
D4	Implementação de banheiros eficientes <sup>2, 3, 4, 9, 10</sup>
D5	Redução de pressão no sistema hidráulico nos banheiros <sup>3, 4</sup>
D6	Redução de pressão na rede de distribuição de água <sup>2, 6</sup>
D7	Coleta e uso de água de chuva <sup>4, 17, 19, 25</sup>
D8	Coleta, tratamento e uso de águas cinza <sup>4, 19</sup>
D9	Implementação de programas de educação ambiental <sup>2, 9, 10, 15, 20</sup>
D10	Estímulos fiscais à redução do consumo <sup>9, 10</sup>
D11	Tarifação sobre a ineficiência no uso da água <sup>10</sup>
D12	Adequação da política tarifária <sup>1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 23, 24</sup>
D13	Regulação do consumo de água de aparelhos domésticos/poupadores <sup>2, 3, 4, 9, 10, 19, 24</sup>
D14	Aumento da capacidade de produção <sup>15, 16, 18</sup>
D15	Intermitência/acionamento no sistema de abastecimento <sup>2</sup>

Fonte: <sup>1</sup> Athanasiadis *et al.* (2005); <sup>2</sup> Froukh (2001); <sup>3</sup> Jacobs e Haarhoff (2004); <sup>4</sup> Sim *et al.* (2005); <sup>5</sup> Gleick (1998); <sup>6</sup> Galvão (2007); <sup>7</sup> Martinez-Espiñeira (2002); <sup>8</sup> Melo e Jorge Neto (2007); <sup>9</sup> Mitchell *et al.* (1997); <sup>10</sup> CUWA e A&N (2004); <sup>11</sup> Morais e Almeida (2006); <sup>12</sup> Rogers *et al.* (2002); <sup>13</sup> Nascimento e Queiroz (2000); <sup>14</sup> Savenije e Van der Zaag (2002); <sup>15</sup> Motiee *et al.* (2001); <sup>16</sup> Zahra (2001); <sup>17</sup> Chakrabarti (2001); <sup>18</sup> Abrishamchi *et al.* (2005); <sup>19</sup> Albuquerque *et al.* (2008); <sup>20</sup> Cardoso e Bordignon (2009); <sup>21</sup> Cowen e Cowen (1998); <sup>22</sup> Nickson e Vargas (2002); <sup>23</sup> Acselrad *et al.* (2009); <sup>24</sup> Belem (2009); <sup>24</sup> Brochi *et al.* (2009); <sup>25</sup> Miranda e Fill (2009); <sup>26</sup> Oliveira *et al.* (2009)

Tabela 6.7 – Diretrizes possíveis para projetos que solucionem casos de CAUA (continuação)

Item	Diretriz para projetos que solucionem casos de CAUA
D16	Regulação do consumo <sup>2, 4, 10, 13</sup>
D17	Telhados verdes <sup>4, 26</sup>
D18	Fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água <sup>15, 16, 18</sup>
D19	Boas práticas para conservação da água <sup>9</sup>
D20	Privatização/Concessão da operadora dos serviços de abastecimento de água <sup>21, 22</sup>

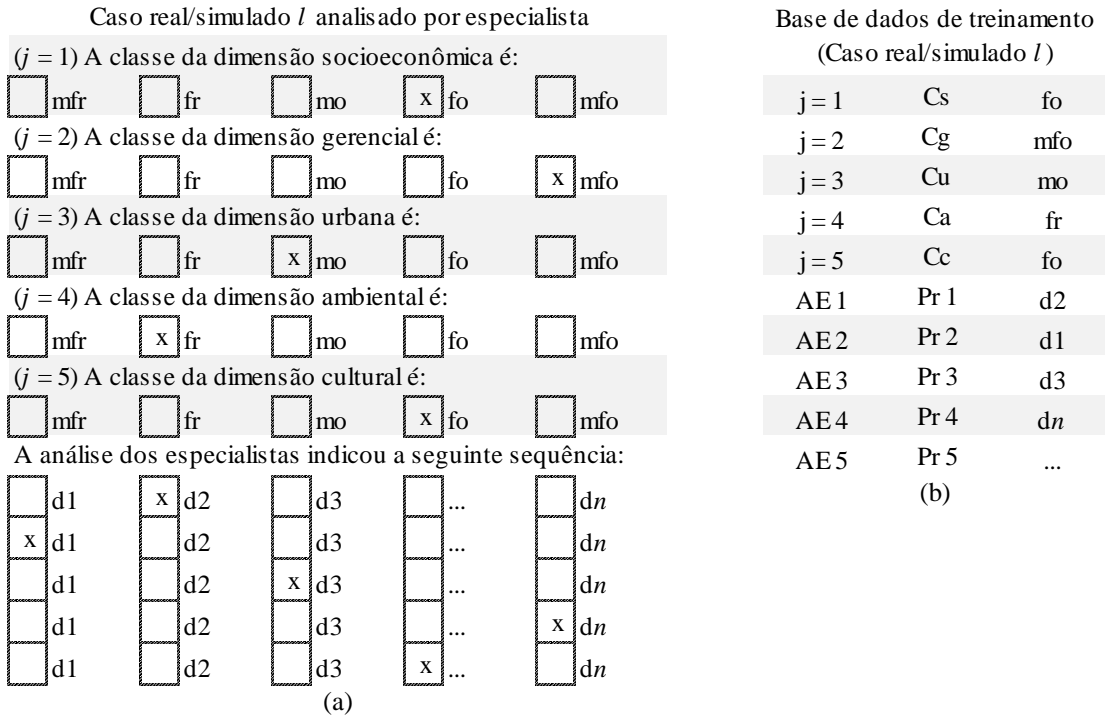
Fonte: <sup>1</sup> Athanasiadis *et al.* (2005); <sup>2</sup> Froukh (2001); <sup>3</sup> Jacobs e Haarhoff (2004); <sup>4</sup> Sim *et al.* (2005); <sup>5</sup> Gleick (1998); <sup>6</sup> Galvão (2007); <sup>7</sup> Martinez-Espiñeira (2002); <sup>8</sup> Melo e Jorge Neto (2007); <sup>9</sup> Mitchell *et al.* (1997); <sup>10</sup> CUWA e A&N (2004); <sup>11</sup> Morais e Almeida (2006); <sup>12</sup> Rogers *et al.* (2002); <sup>13</sup> Nascimento e Queiroz (2000); <sup>14</sup> Savenije e Van der Zaag (2002); <sup>15</sup> Motiee *et al.* (2001); <sup>16</sup> Zahra (2001); <sup>17</sup> Chakrabarti (2001); <sup>18</sup> Abrishamchi *et al.* (2005); <sup>19</sup> Albuquerque *et al.* (2008); <sup>20</sup> Cardoso e Bordignon (2009); <sup>21</sup> Cowen e Cowen (1998); <sup>22</sup> Nickson e Vargas (2002); <sup>23</sup> Acselrad *et al.* (2009); <sup>24</sup> Belem (2009); <sup>24</sup> Brochi *et al.* (2009); <sup>25</sup> Miranda e Fill (2009); <sup>26</sup> Oliveira *et al.* (2009)

Na Tabela 6.7, também são indicadas as fontes de cada uma das diretrizes apresentadas. A frequente presença dessas diretrizes nos estudos, pode dar uma ideia de quão importante os pesquisadores e estudiosos as consideram. Por exemplo, a diretriz “D12: Adequação da política tarifária” (citada onze vezes) pode ser considerada mais importante do que a diretriz “D3: Implementação de medição individualizada” (citada apenas duas vezes).

O início da obtenção do domínio de conhecimento se deu por meio da análise das amostras coletadas por especialistas, obtendo assim uma estimativa da prioridade das diretrizes para cada caso. Para isso, foram realizados os seguintes passos: (1) identificação de especialistas em planejamento dos serviços de saneamento e de recursos hídricos (20 especialistas, considerando que cada especialista poderá analisar 16 tipologias de casos reais/simulados de CAUA); (2) solicitação de auxílio aos especialistas para o desenvolvimento da pesquisa; (3) fornecimento de informações referentes à identificação de diretrizes possíveis, à modelagem da CAUA e à amostragem; (4) obtenção de estimativa da prioridade das diretrizes (seleção das cinco diretrizes de maior importância) para cada uma das tipologias dos casos reais/simulados. Para exemplificação, a aquisição da base de dados de treinamento, do caso real/simulado 1, é apresentada na Figura 6.7.

A Tabela F.1, no Apêndice F, apresenta uma lista com instituições detentoras de especialistas que foram consultados para a obtenção de domínio do conhecimento (os especialistas foram consultados, porém nem todos responderam). A Tabela G.1, no Apêndice G, apresenta os resultados obtidos pela análise de 13 especialistas (foram convidados a participar 49 especialistas; espera-se que ao menos 20 aceitariam o convite), sendo esta a base de dados de treinamento. As alternativas de diretrizes priorizadas

levaram em consideração aspectos econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos locais, uma vez que essa abordagem considera que os especialistas possuem o domínio de conhecimento.



Legenda: mfr é a classe muito fraca; fr é a classe fraca; mo é a classe moderada; fo é a classe forte; mfo é a classe muito forte; d1, d2, d3, ...,  $d_n$ : diretriz possível 1, diretriz possível 2, diretriz possível 3, ..., diretriz possível  $n$ ; AE 1, AE 2, ..., AE 5: primeira análise do especialista, segunda análise do especialista, ..., quinta análise do especialista; Pr 1, Pr 2, ..., Pr 5: primeira prioridade, segunda prioridade, ..., quinta prioridade; Ds é a dimensão socioeconômica; Dg é a dimensão gerencial; Du é a dimensão urbana; Da é a dimensão ambiental; Dc é a dimensão cultural

Figura 6.7 – Aquisição da base de dados de treinamento

Com a base de dados de treinamento definida, iniciou-se a parte final da obtenção do domínio de conhecimento, a obtenção das regras, sendo utilizada para isso a técnica de aprendizado de máquina, que busca extrair informações, de modo automático, a partir da base de dados de treinamento. Mais especificamente, utilizou-se como modelo de classificação a árvore de decisão, que é um dos métodos de aprendizado supervisionado de máquina mais usado na prática (Artero, 2009). O método fundamenta-se na construção da árvore de decisão a partir da base de dados de treinamento. Para a construção da árvore de decisão, empregou-se o algoritmo J48, que é um dos algoritmos mais conhecidos e utilizados para a construção de árvores de decisão (Artero, 2009). O algoritmo J48 se baseia em exemplos e utiliza uma função de distância baseada na medida da entropia, sendo seu detalhamento apresentado por Artero (2009). Informações adicionais acerca do algoritmo J48 estão apresentadas no Apêndice H. Para utilização do algoritmo J48, utilizou-

se a ferramenta de mineração de dados Weka (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*), desenvolvida na Universidade de Waikato, na Nova Zelândia.

Como o problema foi modelado de forma a se obter, dos especialistas humanos, as cinco diretrizes de maior importância para solução dos casos de CAUA, foram encontrados cinco modelos de classificação, um para cada estimativa de prioridade da diretriz (diretriz de prioridade 1, diretriz de prioridade 2, diretriz de prioridade 3, diretriz de prioridade 4 e diretriz de prioridade 5). As Figuras 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 e 6.12, apresentam os modelos de classificação (árvores de decisão) encontrados para cada estimativa de prioridade.

1	Ds = mfo: D1 (50.0/37.0)	Continuação do modelo de classificação
2	Ds = fo	52     Du = mfo: D1 (2.0/1.0)
3	Dc = mfo	53     Du = fo: D1 (1.0)
4	Dg = mfo: D18 (2.0)	54     Du = mo: D9 (2.0/1.0)
5	Dg = fo: D9 (2.0)	55     Du = fr: D18 (1.0)
6	Dg = mo: D7 (2.0/1.0)	56     Du = mfr: D9 (3.0/1.0)
7	Dg = fr: D7 (1.0)	57   Dc = fo
8	Dg = mfr: D9 (2.0)	58     Dg = mfo: D18 (3.0/1.0)
9	Dc = fo	59     Dg = fo: D3 (3.0/2.0)
10	Du = mfo: D15 (1.0)	60     Dg = mo: D4 (1.0)
11	Du = fo: D2 (1.0)	61     Dg = fr: D15 (1.0)
12	Du = mo: D10 (2.0/1.0)	62     Dg = mfr: D1 (1.0)
13	Du = fr: D9 (1.0)	63   Dc = mo
14	Du = mfr: D10 (3.0/1.0)	64     Da = mfo: D7 (2.0/1.0)
15	Dc = mo	65     Da = fo: D7 (0.0)
16	Da = mfo: D9 (3.0/1.0)	66     Da = mo: D10 (2.0/1.0)
17	Da = fo: D2 (2.0/1.0)	67     Da = fr: D7 (0.0)
18	Da = mo: D18 (1.0)	68     Da = mfr: D18 (1.0)
19	Da = fr: D10 (1.0)	69   Dc = fr: D9 (6.0/4.0)
20	Da = mfr: D10 (3.0/1.0)	70   Dc = mfr: D7 (6.0/3.0)
21	Dc = fr: D12 (3.0/1.0)	
22	Dc = mfr: D1 (8.0/5.0)	
23	Ds = mo	
24	Du = mfo: D1 (9.0/6.0)	
25	Du = fo: D1 (5.0/1.0)	
26	Du = mo: D19 (12.0/7.0)	
27	Du = fr: D18 (5.0/2.0)	
28	Du = mfr	
29	Dg = mfo: D18 (2.0)	
30	Dg = fo: D1 (3.0/2.0)	
31	Dg = mo: D14 (3.0/1.0)	
32	Dg = fr: D1 (1.0)	
33	Dg = mfr: D9 (2.0/1.0)	
34	Ds = fr	
35	Dc = mfo	
36	Du = mfo: D19 (1.0)	
37	Du = fo: D19 (2.0)	
38	Du = mo: D9 (1.0)	
39	Du = fr: D1 (4.0/2.0)	
40	Du = mfr: D9 (1.0)	
41	Dc = fo	
42	Dg = mfo: D2 (1.0)	
43	Dg = fo: D18 (3.0/1.0)	
44	Dg = mo: D2 (0.0)	
45	Dg = fr: D19 (3.0/1.0)	
46	Dg = mfr: D2 (2.0/1.0)	
47	Dc = mo: D1 (8.0/6.0)	
48	Dc = fr: D1 (9.0/5.0)	
49	Dc = mfr: D18 (8.0/4.0)	
50	Ds = mfr	
51	Dc = mfo	
O modelo de classificação continua ...		

Figura 6.8 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 1



Da interpretação do modelo de classificação para diretriz de prioridade 1, na Figura 6.8, são apresentados comentários, das linhas 1 até 4. Estes comentários, por analogia, são válidos para as demais linhas da Figura 6.8 e para os demais modelos de classificação. Na Figura 6.8, Ds (dimensão socioeconômica), na linha 1, representa a primeira decisão a ser tomada. No caso, a primeira decisão refere-se à definição da classe da Ds, cujas opções são: muito forte (mfo); forte (fo); moderada (mo); fraca (fr); ou, muito fraca (mfr). Se a Ds for igual à mfo (representação pela simbologia “Ds = mfo”), então, o modelo de classificação retorna a afirmativa que a diretriz D1 (redução de perdas, conforme Tabela 6.7) deve ser considerada (representação pela simbologia “: D1”). Ainda, na linha 1, têm-se dois valores entre parênteses (representados por “(50.0/37.0)”), o primeiro é o número de exemplos de treinamento classificados corretamente e o segundo é o número de exemplos de treinamento classificados erroneamente, por este conhecimento. Se a Ds for igual à fo (representação pela simbologia “Ds = fo”), na linha 2, o modelo de classificação não apresenta um retorno e sim dá continuidade ao conhecimento (representação pelo símbolo “|”). Nesta continuidade, o modelo de classificação expressa que a Dc (dimensão cultural) é mfo (representação pela simbologia “Dc = mfo”), na linha 3. Novamente, o modelo de classificação não apresenta retorno e sim dá continuidade ao conhecimento (representação pelo símbolo “| |”), relatando que a Dg (dimensão gerencial) é mfo (representação pela simbologia “Dc = mfo”), na linha 4. Ainda, na linha 4, o modelo de classificação retorna à afirmativa de que a diretriz D18 (fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água, conforme Tabela 6.7) deve ser considerada (representação pela simbologia “: D18”). Agora, na linha 4, têm-se um valor entre parênteses (representados por “(2.0)”), este é o número de exemplos de treinamento classificados corretamente e a inexistência de um segundo refere-se a inexistência de exemplos de treinamento classificados incorretamente por este conhecimento.

1	Ds = mfo	Continuação do modelo de classificação
2	Du = mfo: D19 (12.0/9.0)	18     Da = fo: D20 (1.0)
3	Du = fo	19     Da = mo: D1 (2.0/1.0)
4	Da = mfo: D11 (4.0/2.0)	20     Da = fr: D20 (1.0)
5	Da = fo: D12 (4.0/2.0)	21     Da = mfr: D11 (2.0/1.0)
6	Da = mo: D2 (1.0)	22 Ds = fo
7	Da = fr: D20 (1.0)	23   Dc = mfo: D19 (9.0/6.0)
8	Da = mfr: D20 (1.0)	24   Dc = fo
9	Du = mo: D9 (9.0/4.0)	25     Du = mfo: D12 (1.0)
10	Du = fr	26     Du = fo: D17 (1.0)
11	Dc = mfo: D9 (3.0/2.0)	27     Du = mo: D10 (2.0/1.0)
12	Dc = fo: D9 (2.0/1.0)	28     Du = fr: D16 (1.0)
13	Dc = mo: D11 (2.0/1.0)	29     Du = mfr: D11 (3.0/2.0)
14	Dc = fr: D10 (1.0)	30   Dc = mo: D20 (10.0/6.0)
15	Dc = mfr: D18 (1.0)	31   Dc = fr: D10 (3.0/1.0)
16	Du = mfr	32   Dc = mfr: D2 (8.0/5.0)
17	Da = mfo: D7 (3.0/1.0)	33 Ds = mo

Figura 6.9 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 2

Continuação do modelo de classificação		Continuação do modelo de classificação	
34	Dc = mfo	107	Du = fo: D2 (2.0/1.0)
35	Dg = mfo: D3 (0.0)	108	Du = mo: D13 (0.0)
36	Dg = fo: D14 (1.0)	109	Du = fr: D13 (1.0)
37	Dg = mo: D16 (2.0/1.0)	110	Du = mfr: D18 (2.0)
38	Dg = fr: D3 (3.0/2.0)		
39	Dg = mfr: D10 (2.0/1.0)		
40	Dc = fo: D2 (5.0/4.0)		
41	Dc = mo: D2 (9.0/5.0)		
42	Dc = fr		
43	Dg = mfo: D18 (1.0)		
44	Dg = fo: D7 (3.0/2.0)		
45	Dg = mo: D7 (2.0/1.0)		
46	Dg = fr: D3 (1.0)		
47	Dg = mfr: D1 (2.0/1.0)		
48	Dc = mfr		
49	Dg = mfo: D20 (4.0/2.0)		
50	Dg = fo: D2 (2.0/1.0)		
51	Dg = mo: D3 (2.0/1.0)		
52	Dg = fr: D6 (3.0/2.0)		
53	Dg = mfr: D6 (0.0)		
54	Ds = fr		
55	Dc = mfo		
56	Dg = mfo: D2 (1.0)		
57	Dg = fo: D19 (0.0)		
58	Dg = mo: D19 (3.0/1.0)		
59	Dg = fr: D9 (3.0/1.0)		
60	Dg = mfr: D14 (2.0/1.0)		
61	Dc = fo: D19 (9.0/5.0)		
62	Dc = mo: D7 (8.0/6.0)		
63	Dc = fr		
64	Du = mfo: D6 (3.0/1.0)		
65	Du = fo: D1 (0.0)		
66	Du = mo: D2 (2.0/1.0)		
67	Du = fr: D1 (2.0/1.0)		
68	Du = mfr: D1 (2.0/1.0)		
69	Dc = mfr		
70	Da = mfo: D18 (1.0)		
71	Da = fo: D19 (1.0)		
72	Da = mo: D2 (3.0/2.0)		
73	Da = fr: D3 (2.0/1.0)		
74	Da = mfr: D20 (1.0)		
75	Ds = mfr		
76	Dc = mfo		
77	Du = mfo: D1 (2.0/1.0)		
78	Du = fo: D19 (1.0)		
79	Du = mo: D1 (2.0/1.0)		
80	Du = fr: D19 (1.0)		
81	Du = mfr: D16 (3.0)		
82	Dc = fo		
83	Da = mfo: D3 (1.0)		
84	Da = fo: D19 (1.0)		
85	Da = mo		
86	Du = mfo: D1 (2.0/1.0)		
87	Du = fo: D10 (0.0)		
88	Du = mo: D10 (2.0)		
89	Du = fr: D10 (0.0)		
90	Du = mfr: D10 (0.0)		
91	Da = fr: D6 (1.0)		
92	Da = mfr: D15 (2.0/1.0)		
93	Dc = mo		
94	Da = mfo: D8 (2.0/1.0)		
95	Da = fo: D1 (0.0)		
96	Da = mo: D1 (2.0/1.0)		
97	Da = fr: D1 (0.0)		
98	Da = mfr: D20 (1.0)		
99	Dc = fr		
100	Du = mfo: D19 (2.0/1.0)		
101	Du = fo: D18 (1.0)		
102	Du = mo: D3 (2.0/1.0)		
103	Du = fr: D3 (0.0)		
104	Du = mfr: D9 (1.0)		
105	Dc = mfr		
106	Du = mfo: D13 (1.0)		
O modelo de classificação continua ...			

Figura 6.9 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 2 (continuação)

1	Da = mfo	Continuação do modelo de classificação
2	Du = mfo	75     Du = fr: D9 (4.0/2.0)
3	Ds = mfo: D13 (3.0/1.0)	76     Du = mfr: D2 (2.0/1.0)
4	Ds = fo: D9 (0.0)	77     Dc = fr
5	Ds = mo: D6 (2.0/1.0)	78     Du = mfo: D6 (2.0/1.0)
6	Ds = fr: D18 (2.0/1.0)	79     Du = fo: D10 (0.0)
7	Ds = mfr: D9 (2.0/1.0)	80     Du = mo: D9 (1.0)
8	Du = fo	81     Du = fr: D16 (1.0)
9	Dc = mfo: D9 (2.0/1.0)	82     Du = mfr: D10 (4.0/2.0)
10	Dc = fo: D18 (2.0)	83     Dc = mfr
11	Dc = mo: D2 (3.0/2.0)	84     Ds = mfo: D19 (1.0)
12	Dc = fr: D1 (2.0/1.0)	85     Ds = fo: D7 (1.0)
13	Dc = mfr: D2 (1.0)	86     Ds = mo: D8 (2.0/1.0)
14	Du = mo	87     Ds = fr: D18 (3.0/1.0)
15	Dg = mfo: D1 (3.0/2.0)	88     Ds = mfr: D3 (1.0)
16	Dg = fo: D14 (1.0)	89 Da = fr
17	Dg = mo: D11 (2.0/1.0)	90   Dg = mfo
18	Dg = fr: D7 (2.0/1.0)	91     Du = mfo: D1 (4.0/3.0)
19	Dg = mfr: D7 (2.0)	92     Du = fo: D19 (1.0)
20	Du = fr: D19 (9.0/5.0)	93     Du = mo: D14 (2.0/1.0)
21	Du = mfr	94     Du = fr: D10 (1.0)
22	Dg = mfo: D2 (2.0/1.0)	95     Du = mfr: D9 (1.0)
23	Dg = fo: D8 (3.0/1.0)	96     Dg = fo: D10 (6.0/4.0)
24	Dg = mo: D1 (1.0)	97     Dg = mo: D11 (6.0/3.0)
25	Dg = fr: D7 (2.0/1.0)	98     Dg = fr: D18 (9.0/5.0)
26	Dg = mfr: D1 (3.0/2.0)	99     Dg = mfr
27	Da = fo	100     Du = mfo: D2 (0.0)
28	Ds = mfo	101     Du = fo: D13 (1.0)
29	Dc = mfo: D10 (3.0/1.0)	102     Du = mo: D13 (1.0)
30	Dc = fo: D3 (1.0)	103     Du = fr: D2 (3.0/1.0)
31	Dc = mo: D10 (2.0)	104     Du = mfr: D14 (2.0)
32	Dc = fr: D11 (2.0/1.0)	105 Da = mfr
33	Dc = mfr	106   Ds = mfo: D18 (6.0/3.0)
34	Dg = mfo: D11 (2.0/1.0)	107   Ds = fo
35	Dg = fo: D7 (0.0)	108     Du = mfo: D20 (1.0)
36	Dg = mo: D7 (2.0/1.0)	109     Du = fo: D6 (3.0/1.0)
37	Dg = fr: D7 (0.0)	110     Du = mo: D3 (1.0)
38	Dg = mfr: D7 (0.0)	111     Du = fr: D16 (1.0)
39	Ds = fo	112     Du = mfr: D9 (2.0/1.0)
40	Dg = mfo: D1 (2.0/1.0)	113   Ds = mo: D6 (6.0/4.0)
41	Dg = fo: D14 (1.0)	114   Ds = fr
42	Dg = mo: D3 (2.0/1.0)	115     Dc = mfo: D16 (1.0)
43	Dg = fr: D9 (1.0)	116     Dc = fo: D9 (2.0/1.0)
44	Dg = mfr: D12 (1.0)	117     Dc = mo: D3 (1.0)
45	Ds = mo	118     Dc = fr: D2 (2.0/1.0)
46	Dg = mfo: D8 (0.0)	119     Dc = mfr: D1 (1.0)
47	Dg = fo: D8 (0.0)	120   Ds = mfr
48	Dg = mo: D1 (2.0/1.0)	121     Dc = mfo: D1 (2.0/1.0)
49	Dg = fr: D8 (0.0)	122     Dc = fo: D1 (2.0/1.0)
50	Dg = mfr: D8 (2.0)	123     Dc = mo: D14 (1.0)
51	Ds = fr	124     Dc = fr: D1 (0.0)
52	Dg = mfo: D3 (2.0)	125     Dc = mfr: D8 (2.0)
53	Dg = fo: D3 (0.0)	
54	Dg = mo: D3 (0.0)	
55	Dg = fr: D16 (2.0/1.0)	
56	Dg = mfr: D3 (0.0)	
57	Ds = mfr	
58	Du = mfo: D16 (2.0)	
59	Du = fo: D9 (1.0)	
60	Du = mo: D13 (1.0)	
61	Du = fr: D16 (1.0)	
62	Du = mfr: D2 (3.0/2.0)	
63	Da = mo	
64	Dc = mfo: D18 (11.0/8.0)	
65	Dc = fo	
66	Dg = mfo: D11 (1.0)	
67	Dg = fo: D9 (4.0/3.0)	
68	Dg = mo: D1 (3.0/2.0)	
69	Dg = fr: D7 (3.0/1.0)	
70	Dg = mfr: D3 (3.0/2.0)	
71	Dc = mo	
72	Du = mfo: D9 (3.0/2.0)	
73	Du = fo: D2 (2.0/1.0)	
74	Du = mo: D18 (1.0)	

O modelo de classificação continua ...

Figura 6.10 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 3

1	Du = mfo	Continuação do modelo de classificação
2	Da = mfo	75     Ds = mo: D3 (0.0)
3	Dg = mfo: D18 (2.0/1.0)	76     Ds = fr: D3 (2.0/1.0)
4	Dg = fo: D16 (1.0)	77     Ds = mfr: D6 (2.0/1.0)
5	Dg = mo: D8 (2.0/1.0)	78   Dc = mfr
6	Dg = fr: D19 (3.0/1.0)	79     Da = mfo: D7 (1.0)
7	Dg = mfr: D2 (1.0)	80     Da = fo: D8 (3.0/2.0)
8	Da = fo	81     Da = mo: D9 (3.0/1.0)
9	Dc = mfo: D10 (1.0)	82     Da = fr: D9 (0.0)
10	Dc = fo: D12 (0.0)	83     Da = mfr: D18 (1.0)
11	Dc = mo: D12 (0.0)	84 Du = fr
12	Dc = fr: D7 (3.0/2.0)	85   Ds = mfo: D11 (9.0/6.0)
13	Dc = mfr: D12 (2.0)	86   Ds = fo: D9 (6.0/4.0)
14	Da = mo	87   Ds = mo
15	Dg = mfo: D20 (1.0)	88     Dg = mfo: D12 (0.0)
16	Dg = fo: D14 (2.0)	89     Dg = fo: D12 (2.0)
17	Dg = mo: D6 (4.0/3.0)	90     Dg = mo: D12 (0.0)
18	Dg = fr: D6 (4.0/3.0)	91     Dg = fr: D19 (2.0)
19	Dg = mfr: D11 (2.0/1.0)	92     Dg = mfr: D7 (1.0)
20	Da = fr	93   Ds = fr: D2 (10.0/7.0)
21	Ds = mfo: D2 (2.0/1.0)	94   Ds = mfr: D19 (5.0/3.0)
22	Ds = fo: D9 (4.0/2.0)	95 Du = mfr
23	Ds = mo: D2 (1.0)	96   Da = mfo
24	Ds = fr: D1 (1.0)	97     Ds = mfo: D8 (3.0/1.0)
25	Ds = mfr: D11 (1.0)	98     Ds = fo: D10 (2.0/1.0)
26	Da = mfr	99     Ds = mo: D1 (4.0/3.0)
27	Ds = mfo: D4 (3.0/2.0)	100     Ds = fr: D7 (1.0)
28	Ds = fo: D2 (1.0)	101     Ds = mfr: D6 (1.0)
29	Ds = mo: D8 (2.0/1.0)	102   Da = fo: D19 (7.0/5.0)
30	Ds = fr: D15 (1.0)	103   Da = mo
31	Ds = mfr: D14 (1.0)	104     Ds = mfo: D8 (2.0/1.0)
32	Du = fo	105     Ds = fo: D1 (2.0/1.0)
33	Dc = mfo	106     Ds = mo: D9 (4.0/2.0)
34	Ds = mfo: D3 (2.0/1.0)	107     Ds = fr: D1 (4.0/3.0)
35	Ds = fo: D1 (2.0/1.0)	108     Ds = mfr: D7 (1.0)
36	Ds = mo: D9 (1.0)	109   Da = fr: D19 (6.0/3.0)
37	Ds = fr: D3 (2.0/1.0)	110   Da = mfr: D9 (9.0/5.0)
38	Ds = mfr: D2 (1.0)	
39	Dc = fo	
40	Da = mfo: D10 (2.0/1.0)	
41	Da = fo: D10 (1.0)	
42	Da = mo: D4 (2.0/1.0)	
43	Da = fr: D12 (3.0/1.0)	
44	Da = mfr: D9 (2.0/1.0)	
45	Dc = mo	
46	Da = mfo: D6 (3.0/1.0)	
47	Da = fo: D17 (1.0)	
48	Da = mo: D6 (2.0/1.0)	
49	Da = fr: D6 (0.0)	
50	Da = mfr: D19 (2.0)	
51	Dc = fr: D6 (4.0/3.0)	
52	Dc = mfr	
53	Da = mfo: D6 (1.0)	
54	Da = fo: D18 (3.0/1.0)	
55	Da = mo: D9 (3.0/2.0)	
56	Da = fr: D9 (1.0)	
57	Da = mfr: D9 (2.0/1.0)	
58	Du = mo	
59	Dc = mfo	
60	Ds = mfo: D19 (3.0/1.0)	
61	Ds = fo: D10 (3.0/2.0)	
62	Ds = mo: D10 (5.0/3.0)	
63	Ds = fr: D13 (1.0)	
64	Ds = mfr: D3 (2.0/1.0)	
65	Dc = fo: D1 (7.0/4.0)	
66	Dc = mo	
67	Da = mfo: D8 (3.0/1.0)	
68	Da = fo: D18 (1.0)	
69	Da = mo: D16 (1.0)	
70	Da = fr: D16 (3.0/1.0)	
71	Da = mfr: D10 (1.0)	
72	Dc = fr	
73	Ds = mfo: D3 (0.0)	
74	Ds = fo: D3 (0.0)	
O modelo de classificação continua ...		

Figura 6.11 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 4

1	Du = mfo	Continuação do modelo de classificação
2	Dg = mfo: D3 (11.0/8.0)	75     Dg = fo: D10 (2.0/1.0)
3	Dg = fo: D1 (5.0/2.0)	76     Dg = mo: D18 (1.0)
4	Dg = mo	77     Dg = fr: D11 (2.0/1.0)
5	Ds = mfo: D1 (5.0/3.0)	78     Dg = mfr: D19 (1.0)
6	Ds = fo: D3 (3.0/2.0)	79     Ds = mfr: D1 (5.0/4.0)
7	Ds = mo: D2 (1.0)	80 Du = mfr
8	Ds = fr: D10 (1.0)	81   Da = mfo: D9 (10.0/6.0)
9	Ds = mfr: D11 (3.0/2.0)	82   Da = fo: D12 (7.0/5.0)
10	Dg = fr	83   Da = mo
11	Dc = mfo: D7 (3.0/2.0)	84     Dg = mfo: D1 (0.0)
12	Dc = fo: D16 (1.0)	85     Dg = fo: D11 (3.0/1.0)
13	Dc = mo: D1 (4.0/1.0)	86     Dg = mo: D6 (3.0/2.0)
14	Dc = fr: D8 (2.0/1.0)	87     Dg = fr: D1 (4.0/2.0)
15	Dc = mfr: D19 (1.0)	88     Dg = mfr: D8 (2.0/1.0)
16	Dg = mfr: D7 (3.0/2.0)	89   Da = fr: D12 (5.0/3.0)
17	Du = fo	90   Da = mfr: D10 (7.0/5.0)
18	Dg = mfo	
19	Dc = mfo: D12 (0.0)	
20	Dc = fo: D1 (2.0/1.0)	
21	Dc = mo: D12 (2.0)	
22	Dc = fr: D1 (3.0/2.0)	
23	Dc = mfr: D19 (3.0/1.0)	
24	Dg = fo	
25	Da = mfo: D2 (3.0/2.0)	
26	Da = fo: D3 (1.0)	
27	Da = mo: D19 (3.0)	
28	Da = fr: D10 (1.0)	
29	Da = mfr: D10 (1.0)	
30	Dg = mo	
31	Da = mfo: D10 (2.0)	
32	Da = fo: D10 (0.0)	
33	Da = mo: D6 (1.0)	
34	Da = fr: D4 (1.0)	
35	Da = mfr: D18 (2.0/1.0)	
36	Dg = fr: D12 (7.0/4.0)	
37	Dg = mfr: D18 (5.0/2.0)	
38	Du = mo	
39	Dg = mfo: D9 (10.0/6.0)	
40	Dg = fo	
41	Ds = mfo: D13 (3.0/1.0)	
42	Ds = fo: D4 (2.0/1.0)	
43	Ds = mo: D12 (1.0)	
44	Ds = fr: D6 (2.0/1.0)	
45	Ds = mfr: D9 (2.0/1.0)	
46	Dg = mo	
47	Da = mfo: D17 (1.0)	
48	Da = fo: D7 (3.0/2.0)	
49	Da = mo: D10 (2.0/1.0)	
50	Da = fr: D3 (0.0)	
51	Da = mfr: D3 (1.0)	
52	Dg = fr	
53	Da = mfo: D9 (2.0/1.0)	
54	Da = fo: D7 (1.0)	
55	Da = mo: D1 (0.0)	
56	Da = fr: D1 (2.0/1.0)	
57	Da = mfr: D1 (0.0)	
58	Dg = mfr	
59	Ds = mfo: D7 (2.0/1.0)	
60	Ds = fo: D3 (0.0)	
61	Ds = mo: D3 (2.0/1.0)	
62	Ds = fr: D4 (1.0)	
63	Ds = mfr: D3 (0.0)	
64	Du = fr	
65	Ds = mfo: D12 (9.0/6.0)	
66	Ds = fo	
67	Da = mfo: D1 (0.0)	
68	Da = fo: D3 (2.0/1.0)	
69	Da = mo: D1 (3.0/2.0)	
70	Da = fr: D1 (0.0)	
71	Da = mfr: D12 (1.0)	
72	Ds = mo: D10 (5.0/3.0)	
73	Ds = fr	
74	Dg = mfo: D13 (3.0/2.0)	
O modelo de classificação continua ...		

Figura 6.12 – Modelo de classificação para diretriz de prioridade 5

Para avaliação do modelo de classificação (árvore de decisão), fez-se uso da Matriz de Confusão e da Estatística *Kappa*, conforme o recomendado por Rezende *et al.* (2005). A Matriz de Confusão oferece uma medida efetiva do modelo de classificação, ao mostrar o número de classificações corretas *versus* o número das classificações preditas para cada classe, sobre uma base de dados de treinamento. A Estatística *Kappa* é uma medida de associação usada para descrever e testar o grau de concordância (confiabilidade e precisão) do modelo de classificação (Landis e Koch, 1977). A Tabela 6.8 apresenta uma interpretação semântica mais intuitiva acerca dos valores a serem obtidos durante a análise da Estatística *Kappa*.

Tabela 6.8 – Interpretação dos valores da Estatística *Kappa*

Estatística <i>Kappa</i> ( $\kappa$ )	Força de concordância
< 0,00	Nenhuma concordância
0,00 – 0,20	Leve concordância
0,21 – 0,40	Concordância regular
0,41 – 0,60	Concordância moderada
0,61 – 0,80	Concordância substancial
0,81 – 1,00	Concordância quase perfeita

Fonte: Landis e Koch (1977)

Outras medidas de qualidade da classificação, derivadas da Matriz de Confusão, também foram utilizadas, entre elas a taxa de positivo verdadeiro (TP) e a taxa de positivo falso (FP). A Estatística *Kappa*, a taxa de positivo verdadeiro (TP) e a taxa de falso positivo (FP) foram calculadas pelas Equações 6.11, 6.12 e 6.13.

$$\kappa = \frac{\text{Pr}(a) - \text{Pr}(e)}{1 - \text{Pr}(e)} \quad (6.11)$$

$$TP = \frac{Ec}{Te} \quad (6.12)$$

$$FP = \frac{Ei}{Ti} \quad (6.13)$$

Na qual:  $\kappa$  é o valor da estatística *Kappa*;  $\text{Pr}(a)$  é a concordância observada e  $\text{Pr}(e)$  é a concordância esperada ao acaso;  $Ec$  é o número de exemplos da classe “x” que foram classificados com classe “x”;  $Te$  é o número total de exemplos classificados como classe “x”;  $Ei$  é o número de exemplos da classe “x” que foram classificados diferente da classe “x”;  $Ti$  é o número de exemplos classificados como diferentes de “x”.

As Matrizes de Confusão e os valores da Estatística *Kappa*, para os modelos de classificação, são exibidos nas Figuras 6.13, 6.14, 6.15, 6.16 e 6.17, e na Tabela 6.9.

```

=== Confusion Matrix ===

  a  b  c  d  e  f  g  h  i  j  k  l  m  n  o  p  q  r  s  t  <-- classified as
36  0  0  0  0  0  1  0  1  1  0  1  0  0  0  0  0  4  1  0 | a = D1
 4  4  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | b = D2
 3  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | c = D3
 0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | d = D4
 1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | e = D5
 1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | f = D6
 3  0  0  0  0  0  6  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | g = D7
 1  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | h = D8
 5  0  0  0  0  0  1  0 15  0  0  0  0  0  0  0  0  1  2  0 | i = D9
11  0  0  0  0  0  2  0  0  7  0  0  0  0  0  0  0  1  1  0 | j = D10
 4  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | k = D11
10  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  2  0  0  0  0  0  0  1  0 | l = D12
 2  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  1  0 | m = D13
 2  0  0  0  0  0  0  0  1  2  0  0  0  2  0  0  0  0  0  0 | n = D14
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  2  0  0  0  0  0 | o = D15
 3  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  1  0 | p = D16
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0 | q = D17
11  1  1  0  0  0  1  0  2  0  0  0  0  0  0  0  0 18  1  0 | r = D18
 3  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0 10  0 | s = D19
 1  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | t = D20

```

Legenda: D1, D2, ..., D20: diretriz possível 1, 2, ..., 20 (apresentadas na Tabela 6.7)  
 Figura 6.13 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 1

```

=== Confusion Matrix ===

  a  b  c  d  e  f  g  h  i  j  k  l  m  n  o  p  q  r  s  t  <-- classified as
 8  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  2  0 | a = D1
 1 14  0  0  0  0  1  0  0  0  1  1  0  0  0  0  0  0  1  1 | b = D2
 1  2  6  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  2  1  0 | c = D3
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  2  0  0 | d = D4
 0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | e = D5
 0  1  0  0  0  4  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  1 | f = D6
 0  3  0  0  0  0  6  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  3  0 | g = D7
 0  1  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0 | h = D8
 1  0  2  0  0  0  2  0 10  0  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0 | i = D9
 0  1  1  0  0  1  1  0  1  7  0  0  0  0  0  0  0  0  3  0 | j = D10
 1  1  0  0  0  1  0  0  1  1  5  0  0  0  0  0  0  0  2  0 | k = D11
 1  2  0  0  0  0  0  2  1  1  3  0  0  0  0  0  0  1  0  0 | l = D12
 0  1  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  2  0  0  0  0  0  1  0 | m = D13
 0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  2  0  0  0  0  1  0 | n = D14
 1  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0 | o = D15
 1  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  1  1  5  0  0  2  0 | p = D16
 0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0 | q = D17
 0  0  0  0  0  0  2  1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  6  2  0 | r = D18
 1  3  0  0  0  0  0  2  1  1  0  0  0  0  1  0  0 17  1  0 | s = D19
 0  2  1  0  0  2  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  1 12  0 | t = D20

```

Legenda: D1, D2, ..., D20: diretriz possível 1, 2, ..., 20 (apresentadas na Tabela 6.7)  
 Figura 6.14 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 2

Da interpretação da Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 1, na Figura 6.13, são apresentados alguns comentários acerca da linha 1, da coluna 1 e dos elementos da diagonal. Estes comentários, por analogia, são válidos para as demais linhas e colunas da Figura 6.13 e para as demais Matrizes de Confusão. Na referida Matriz de Confusão têm-se 20 variáveis (no caso têm-se as 20 diretrizes, Tabela 6.1) e consequentemente uma matriz 20×20. Nessa matriz, estão apresentados os dados de

treinamento observados (linhas) e os dados de treinamento classificados pelo modelo de classificação para diretriz de prioridade 1 (colunas). Na linha 1, os dados de treinamento observados foram classificados pelos especialistas humanos, ou seja, são retornos apresentados pelos especialistas humanos ao analisarem os casos apresentados na Tabela 6.6. Na coluna 1, têm-se os dados de treinamento classificados segundo o modelo de classificação para diretriz de prioridade 1, ou seja, são os retornos apresentados pelo modelo de classificação para diretriz de prioridade 1.

```

=== Confusion Matrix ===
  a  b  c  d  e  f  g  h  i  j  k  l  m  n  o  p  q  r  s  t  <-- classified as
11  0  0  0  0  0  1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0 | a = D1
 2  9  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | b = D2
 1  1  8  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | c = D3
 0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0 | d = D4
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | e = D5
 1  0  0  0  0  6  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  2  0  0 | f = D6
 0  1  0  0  0  0  8  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  2  0 | g = D7
 0  0  0  0  0  1  0  7  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0 | h = D8
 0  1  0  0  0  2  1  0 12  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0 | i = D9
 2  1  0  0  0  1  0  1  1  9  1  0  0  0  0  0  0  2  2  0 | j = D10
 0  0  1  0  0  0  0  0  1  0  7  0  0  0  0  0  0  3  0  0 | k = D11
 2  1  0  0  0  0  0  0  3  0  1  1  0  0  0  0  0  1  0  0 | l = D12
 2  0  0  0  0  0  1  0  0  2  0  0  5  0  0  0  0  1  0  0 | m = D13
 1  0  0  0  0  0  0  0  3  1  0  0  0  6  0  0  0  1  1  0 | n = D14
 0  1  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | o = D15
 0  1  1  0  0  1  0  0  1  0  1  0  0  0  0  7  0  2  0  0 | p = D16
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | q = D17
 1  1  0  0  0  1  0  0  1  1  0  0  0  1  0  1  0 16  0  0 | r = D18
 1  0  1  0  0  0  1  1  0  2  1  0  0  0  0  0  0  2  6  0 | s = D19
 1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1 | t = D20

```

Legenda: D1, D2, ..., D20: diretriz possível 1, 2, ..., 20 (apresentadas na Tabela 6.7)

Figura 6.15 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 3

```

=== Confusion Matrix ===
  a  b  c  d  e  f  g  h  i  j  k  l  m  n  o  p  q  r  s  t  <-- classified as
 8  0  0  0  0  0  0  0  2  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | a = D1
 1  8  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0 | b = D2
 0  2  4  0  0  0  0  0  2  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | c = D3
 0  1  1  2  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0 | d = D4
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | e = D5
 0  0  0  1  0  9  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | f = D6
 0  0  1  0  0  0  5  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  1  1  0 | g = D7
 1  0  0  0  0  0  0  8  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0 | h = D8
 0  2  1  0  0  0  0  0 17  1  2  0  0  0  0  1  0  0  2  0 | i = D9
 2  0  0  1  0  3  0  2  4  8  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | j = D10
 1  1  0  0  0  1  0  0  0  0  5  0  0  0  0  0  0  0  2  0 | k = D11
 1  0  0  0  0  2  0  0  4  0  0  6  0  0  0  0  0  0  0  0 | l = D12
 0  0  0  0  0  1  0  0  1  1  0  0  1  0  0  0  0  0  1  0 | m = D13
 0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  3  0  0  0  0  4  0  0 | n = D14
 0  1  0  0  0  1  0  1  0  2  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0 | o = D15
 2  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  4  0  0  0  0 | p = D16
 0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0 | q = D17
 1  0  0  1  0  0  0  1  1  0  1  0  0  0  0  0  5  0  0  0 | r = D18
 3  0  1  0  0  3  1  2  1  2  2  1  0  0  0  0  0  1 15  0 | s = D19
 0  1  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1 | t = D20

```

Legenda: D1, D2, ..., D20: diretriz possível 1, 2, ..., 20 (apresentadas na Tabela 6.7)

Figura 6.16 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 4



```

=== Confusion Matrix ===
  a  b  c  d  e  f  g  h  i  j  k  l  m  n  o  p  q  r  s  t  <-- classified as
15  0  0  0  0  0  0  0  1  0  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0 | a = D1
 0  2  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | b = D2
 4  0  8  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | c = D3
 0  0  0  3  0  0  0  0  1  1  0  2  1  0  0  0  0  0  0  0 | d = D4
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | e = D5
 0  0  0  0  0  3  0  0  1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0 | f = D6
 1  0  1  0  0  1  5  0  0  0  0  2  0  0  0  0  0  0  0  0 | g = D7
 0  0  0  0  0  0  1  2  1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0 | h = D8
 2  1  3  0  0  0  1  0 10  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0 | i = D9
 1  0  3  0  0  0  0  0  0 11  0  2  0  0  0  0  0  0  0  0 | j = D10
 0  0  0  0  0  0  0  1  0  2  4  1  0  0  0  0  0  0  0  0 | k = D11
 1  0  2  0  0  0  1  0  1  1  0 14  0  0  0  0  0  1  1  0 | l = D12
 0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  1  3  0  0  0  0  1  0  0 | m = D13
 1  0  0  0  0  0  0  1  0  2  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0 | n = D14
 0  0  0  0  0  0  1  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 | o = D15
 2  0  1  1  0  0  1  0  2  1  1  2  1  0  0  1  0  0  0  0 | p = D16
 0  0  1  0  0  0  0  0  1  1  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0 | q = D17
 1  1  0  0  0  0  1  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  5  0  0 | r = D18
 5  0  1  0  0  1  1  0  4  0  0  0  1  0  0  0  0  1  7  0 | s = D19
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  2  0  0  0  0  0  0  0  0 | t = D20

```

Legenda: D1, D2, ..., D20: diretriz possível 1, 2, ..., 20 (apresentadas na Tabela 6.7)

Figura 6.17 – Matriz de Confusão para identificação da diretriz de prioridade 5

Tabela 6.9 – Valores da estatística *Kappa*

Modelo de classificação (árvore de decisão)	Estatística <i>Kappa</i>	TP	FP
Identificação da diretriz de prioridade 1	0,4078	0,500	0,106
Identificação da diretriz de prioridade 2	0,4876	0,529	0,044
Identificação da diretriz de prioridade 3	0,5388	0,572	0,035
Identificação da diretriz de prioridade 4	0,4943	0,534	0,041
Identificação da diretriz de prioridade 5	0,4457	0,490	0,045

Assim, a correta classificação do modelo (coincidência da resposta apresentada pelo especialista humano, apresentadas nas linhas, e a resposta apresentada pelo modelo de classificação, apresentadas nas colunas) é dada pelos elementos da diagonal da Matriz de Confusão. Logo, o número total de dados de treinamento classificados corretamente, pelo modelo de classificação para diretriz de prioridade 1, é dado pelo somatório dos elementos da diagonal da Matriz de Confusão, todos os demais foram classificados incorretamente. Por exemplo, como interpretação dos resultados da linha 1 pode-se mencionar que, entre os casos analisados pelos especialistas, 45 (somatória dos elementos da linha 1) tiveram como solução, para a diretriz de prioridade 1, a diretriz D1 (redução de perdas). Destes, 36 foram classificados corretamente (elemento da diagonal), 9 foram confundidos (elementos fora da diagonal), sendo que 1 foi confundido com a diretriz D7 (coleta e uso de água de chuva), 1 foi confundido com a diretriz D9 (implementação de programas de educação ambiental), 1 foi confundido com a diretriz D10 (estímulos fiscais à redução do consumo), 1 foi confundido com a diretriz D12 (adequação da política tarifária), 4 foram confundidos com a diretriz D18 (fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água) e 1 foi confundido com a diretriz D19 (boas práticas para conservação da água).

Para o valor médio da Estatística *Kappa*, cujos valores individuais de cada modelo de classificação estão apresentados na Tabela 6.9, se encontrou um valor de 0,4748. Tal valor, segundo a escala apresentada na Tabela 6.8, indica que a classificação apresentou uma concordância moderada. Em outras palavras, o modelo de classificação apresentou um ajuste moderado e, segundo Landis e Koch (1977), pode representar, com precisão moderada, os dados de treinamento. Os resultados encontrados do TP e do FP foram 52% e 5%, respectivamente. Estes valores indicaram razoável valor de TP e baixa taxa de FP, assim a classificação pode ser considerada como razoável. A Estatística *Kappa* e os resultados encontrados pelos indicadores TP e FP, indicam que os resultados podem ser utilizados para a obtenção do domínio de conhecimento (elaboração de regras de produção) já que representam, com precisão moderada, os dados de treinamento. O aumento do número de especialistas humanos participantes poderia melhorar a Estatística *Kappa*.

De posse dos modelos de classificação, foi possível obter o domínio de conhecimento, agora na forma de regras de produção, para o desenvolvimento do SE. As duas primeiras regras de produção do modelo de classificação para diretriz de prioridade 1 (apresentado na Figura 6.8, linhas 1 até 5) estão exibidas na Figura 6.18. No total, considerando todos os modelos de classificação (Figuras 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 e 6.12), foram obtidas 409 regras de produção.

Regra 1:	<b>Se</b>	a classe da dimensão socioeconômica é muito forte	
	<b>Então</b>	a diretriz “Redução de perdas” deve ser considerada	
Regra 2:	<b>Se</b>	a classe da dimensão socioeconômica é forte	<i>e</i>
		a classe da dimensão cultural é muito forte	<i>e</i>
		a classe da dimensão gerencial é muito forte	
	<b>Então</b>	a diretriz “Fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água” deve ser considerada	
Regra 3:	<b>Se</b>	a classe da dimensão socioeconômica é forte	<i>e</i>
		a classe da dimensão cultural é muito forte	<i>e</i>
		a classe da dimensão gerencial é forte	
	<b>Então</b>	a diretriz “Implementação de programas de educação ambiental” deve ser considerada	

Figura 6.18 – Regras de produção

### 6.3.2.3 – Codificação do conhecimento

Para codificação do conhecimento, foi utilizado um microcomputador Pentium 2.13GHz, com 4GB de memória RAM em Plataforma Windows, utilizando a *shell* CLIPS (C

*Language Integrated Production System*), versão 6.3, desenvolvida pela *Software Technology Branch* (STB), Nasa/Lyndon B. Johnson Space Center. Segundo Giarratano e Riley (2004), essa é uma poderosa e eficiente ferramenta, de acesso livre, para o desenvolvimento de SE.

O SE é composto por submódulos que incluem a interface de aquisição, a base de conhecimento, a engenharia de inferência e a interface de usuário. O submódulo de interface de aquisição é o componente do SE que permite ao especialista definir e manipular o domínio do conhecimento. Foi desenvolvida, nesse submódulo, uma interface de aquisição de conhecimento em ambiente CLIPS. A base de conhecimento é o componente responsável pelo armazenamento do conhecimento e deve usar um modelo de representação do conhecimento. Neste trabalho, a representação do conhecimento se deu através de regras de produção, conforme a Figura 6.18, cuja forma é mais utilizada em SE e indicada para o conhecimento difuso (Giarratano e Riley, 2004). A engenharia de inferência é a parte do SE responsável pelo processamento das perguntas do usuário e pela obtenção das conclusões e explicações que foram fornecidas ao usuário. Considerando a representação do conhecimento adotada e os recursos disponibilizados pela *shell* CLIPS, utilizou-se o encadeamento direto (*forward*). A interface de usuário é a parte do SE responsável pela interação do usuário com o sistema e, por meio dela, o usuário utiliza o conhecimento armazenado na base de conhecimento para obter as respostas às suas perguntas. Nesse submódulo, utilizou-se a interface do ambiente CLIPS. O desenvolvimento desses submódulos, com base no domínio de conhecimento (409 regras de produção), resultou no SE (submodelo 2), denominado de CAUA-EXPERT. A Figura 6.19 apresenta a estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-EXPERT.

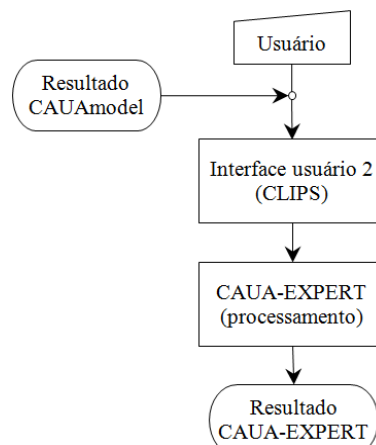
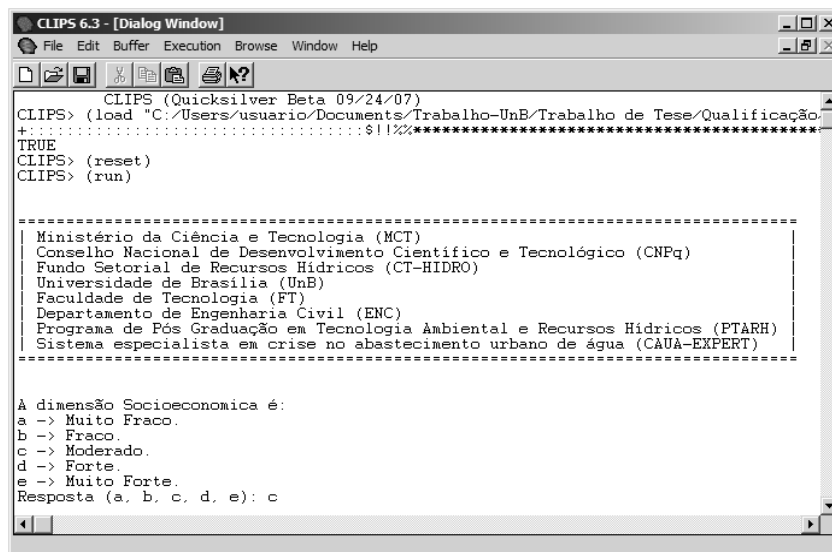
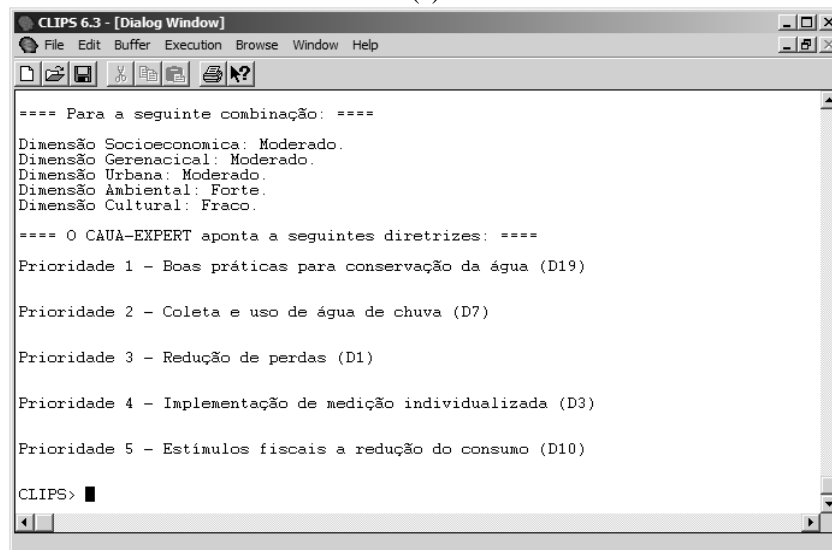


Figura 6.19 – Estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-EXPERT

Essa estrutura de trabalho consiste na alimentação do CAUA-EXPERT com dados de entrada “Resultado” (provenientes do CAUAmodel), processamento dos dados e obtenção dos resultados. O processamento do CAUA-EXPERT, se resume na comparação dos resultados do CAUAmodel com o conhecimento armazenado (regras de produção) no CAUA-EXPERT, e, por fim, retorna às cinco diretrizes, em ordem de prioridade, que devem ser consideradas para os resultados do CAUAmodel. A Figura 6.20 apresenta as interfaces de entrada e saída de dados do CAUA-EXPERT.



(a)



(b)

Figura 6.20 – Interface do CAUA-EXPERT: entrada de dados (a) e saída de dados (b)

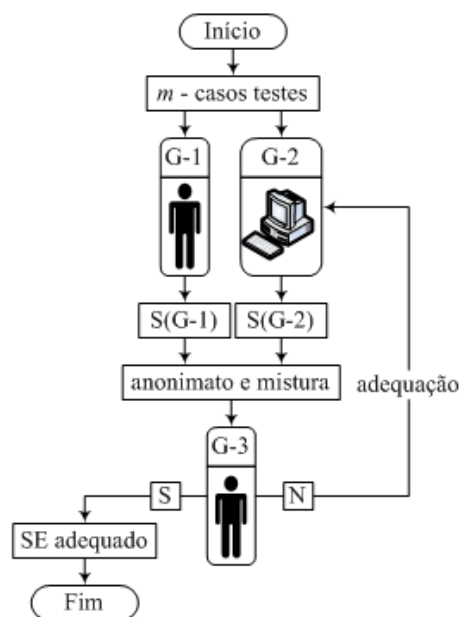
Com a finalidade de demonstração da aplicação do CAUA-EXPERT, o caso qualquer de CAUA, apresentado anteriormente e já analisado pelo CAUAmodel, teve seus resultados inseridos no CAUA-EXPERT. Esses resultados referem-se à forma classificatória do

CAUAmodel, conforme apresentado na Figura 6.3(b), na qual:  $D_s = mo$ ;  $D_g = mo$ ;  $D_u = mo$ ;  $D_a = fo$ ; e,  $D_c = fr$ . A Figura 6.20(a) apresenta a entrada da classificação do caso qualquer de CAUA quanto à dimensão socioeconômica. A entrada dos dados, no CAUA-EXPERT, se deu por meio da inserção das letras, na sequência, “c”, “c”, “c”, “d” e “b”, ou seja, moderada, moderada, moderada, forte e fraca influência. E, como saída, Figura 6.20(b), o CAUA-EXPERT apresentou o conjunto de cinco diretrizes de projeto para solução do caso qualquer de CAUA, cuja prioridade foi estimada pela opinião dos especialistas (Prioridade 1 – Boas práticas para conservação da água; Prioridade 2 – Coleta e uso de água de chuva; Prioridade 3 – Redução de perdas; Prioridade 4 – Implementação de medição individualizada; Prioridade 5 – Estímulos fiscais a redução do consumo). O desenvolvimento de um submodelo capaz de apresentar um conjunto adequado de diretrizes de projeto para diferentes casos de CAUA, com a prioridade estimada por meio da opinião de especialistas, foi o principal resultado alcançado na etapa de estimativa da prioridade das diretrizes. O CAUA-EXPERT encontra-se disponível em forma digital (arquivo gravado em CD) no Apêndice D.

#### 6.3.2.4 – Avaliação e adequação do sistema especialista

Segundo Giarratano e Riley (2004), nesta etapa o especialista deve avaliar e criticar o SE desenvolvido, repassando essas informações ao desenvolvedor do SE, que, por sua vez, realiza as adequações e novamente devolve ao especialista para nova avaliação. Esse processo é iterativo até que o especialista julgue que o SE esteja adequado. Spring (1997) levanta questionamentos sobre esse procedimento e apresenta duas abordagens analíticas como opções, que são o modelo de consenso e o teste de Turing. Segundo Spring (1997) a avaliação deve começar com a clara definição das especificações e do conjunto de restrições do SE. Considerando as características do problema e os trabalhos realizados por Spring (1997) e Collier *et al.* (1999), foi utilizado o teste de Turing (teste clássico para verificar se uma máquina possui inteligência ao nível humano). A Figura 6.21 ilustra os procedimentos para a avaliação e adequação do SE (teste de Turing). Para implementação do teste, foi realizada a adequação das metodologias utilizadas por Spring (1997), Collier *et al.* (1999) e Artero (2009). O teste consiste, basicamente, em (1) coleta de um conjunto com  $m$  casos-testes, previamente solucionados por especialistas do G-1, (2) solução desses casos pelo SE desenvolvido (G-2), (3) realização da avaliação específica de ambas as

soluções, S(G-1) e S(G-2), por outros especialistas (G-3). Para os  $m$  casos-testes realizou-se a separação de parte, 10 casos, das regras obtidas na explicitação do conhecimento.



Legenda: G-1 é o 1º grupo de especialistas; G-2 é o sistema especialista desenvolvido; G-3 é o 2º grupo de especialistas; S(G-1) são as soluções apresentadas por G-1; S(G-2) são as soluções apresentadas por G-2

Figura 6.21 – Teste de Turing para o sistema especialista desenvolvido

Na avaliação específica solicitou-se do G-3, duas saídas, a primeira saída refere-se à avaliação da qualidade das soluções de G-1 e G-2, segundo uma escala que varia de 1 a 7 (1 = muito ruim, 4 = razoável, 7 = muito bom). A segunda saída solicita a identificação das soluções provenientes do SE. Caso G-3 atribua valor maior ou igual a 4 para qualidade das soluções apresentadas por G-2 e não consiga determinar, com um mínimo de 50% de precisão, qual dos dois (G-1 ou G-2), é o grupo de especialistas, diz-se que a máquina passou pelo teste de Turing e, portanto, simula a inteligência humana. Nesse caso, observa-se o término do desenvolvimento do SE, sendo o SE considerado apto a selecionar as melhores soluções para o problema CAUA, ou seja, o submodelo 2 está pronto para utilização. Para o caso contrário, realizaram-se adequações no SE.

Os resultados indicaram que o primeiro grupo, o grupo o G-1, foi formado pelos 13 especialistas que contribuíram efetivamente para formação da base de dados de treinamento (domínio de conhecimento). O segundo grupo foi o G-2, formado pelo conhecimento adquirido no desenvolvimento do SE, ou seja, este grupo foi formado pelo CAUA-EXPERT. E, o terceiro grupo foi o G-3, formado por três especialistas que não participaram da obtenção de domínio de conhecimento. A Tabela I.1, no Apêndice I,

apresenta o questionário utilizado para avaliação do SE e a Tabela J.1, no Apêndice J, apresenta os resultados desse questionário. A primeira saída (primeiro resultado), dada pelo G-3, indicou um valor médio de 4 para a qualidade das soluções apresentadas pelo SE, em uma escala que varia de 1 até 7 (1 = muito ruim, 4 = razoável, 7 = muito bom). Ao se analisar, também, a qualidade das soluções apresentadas pelos especialistas humanos do G-1, que também foi de 4, nota-se semelhança entre o G-1 e G-2. Isso também mostra razoável divergência entre opiniões dos especialistas humanos do grupo G-1 e do grupo G-3, divergências estas que são transmitidas também nas respostas dadas pelo CAUA-EXPERT. Essas divergências podem ser observadas nos resultados apresentados na Tabela G.1, no Apêndice G, pertencentes ao grupo G-1. Na Tabela G.1, no Apêndice G, observa-se que casos com características semelhantes recebem soluções distintas, em função predominantemente, da formação, vivência e experiência profissional do especialista humano que analisou o caso. Tal fato torna necessário tomar cuidados na utilização dos resultados do CAUA-EXPERT e comprova a complexidade do problema estudado. Problemas semelhantes também foram encontrados por Giboshi *et al.* (1999), que, em seus resultados, notaram que, mesmo entre os especialistas, não há um consenso quanto ao resultado da classificação da capacidade do uso do solo, o que mostrou o alto grau de subjetividade apresentado pelo processo de classificação estudado.

O segundo resultado indicou que o G-3 não conseguiu determinar, com 67% de precisão, qual dos dois (G-1 ou G-2), é o grupo de especialistas humanos. Assim, pode-se dizer que a máquina (CAUA-EXPERT) passou pelo teste de Turing e, portanto, simula a inteligência humana. Em outras palavras, pode-se concluir que o submodelo 2 está apto a selecionar as melhores soluções para o problema CAUA. Ainda, ressalta-se que um banco de dados maior poderia contribuir para melhoria dos resultados.

### **6.3.3 – Implementação do submodelo 3**

Nesta etapa, foi desenvolvido um modelo, que compõe o submodelo 3, para priorização das diretrizes especificadas pelo CAUA-EXPERT. Frente aos múltiplos objetivos e critérios deste problema e a necessidade de priorização, optou-se por utilizar métodos multicriteriais (MCDA). Para utilização dos MCDA, foram primeiramente definidos os atores envolvidos no processo decisório. A formulação do problema considerou a operadora do SAA como o agente decisor, a população, a administração municipal, o órgão

fiscalizador ambiental e as ONGs locais como atores do processo que podem exercer pressão sobre o decisor e influenciar na decisão. A seguir estão apresentadas as subetapas da priorização das diretrizes especificadas pelo CAUA-EXPERT: (1) definição dos critérios; (2) definição dos pesos; (3) definição das metodologias multicritério de apoio à decisão; (4) codificação do submodelo de priorização das diretrizes; (5) avaliação da codificação do submodelo de priorização das diretrizes; e, (6) aplicação da codificação do submodelo de priorização das diretrizes.

### 6.3.3.1 – Definição dos critérios

Tradicionalmente, em modelagem MCDA, os critérios são definidos por meio de consulta aos atores envolvidos no processo decisório. No entanto, devido a dificuldades durante a consulta aos atores envolvidos no processo decisório, a definição dos critérios, considerou o trabalho de Kiker *et al.* (2005), que realizaram um trabalho de revisão da literatura focada na seleção de projetos ambientais. Nesse trabalho, mencionou-se que a seleção das ações adequadas envolve vários critérios, tais como a distribuição dos custos e benefícios, impactos ambientais, segurança, risco ecológico ou os valores humanos.

Nesta pesquisa, os critérios propostos incluíram custo do investimento (CR1), período de retorno ou eficiência financeira do projeto (CR2), redução do consumo (CR3), redução de perdas (CR4), nível tecnológico (CR5) e aceitabilidade da população (CR6). Os critérios adotados referem-se a critérios tipicamente utilizados para seleção de projetos ambientais, conforme Kiker *et al.* (2005). Os critérios e as escalas adotadas neste estudo estão resumidos na Tabela 6.10. A definição das escalas dos critérios foram fundamentadas nos trabalhos de Froukh (2001), Albuquerque (2004) e Kiker *et al.* (2005).

Tabela 6.10 – Critérios e as escalas adotadas

Critério e respectiva escala	
Custo do investimento (CR1)	
<input type="checkbox"/>	1 = até R\$ 5.000
<input type="checkbox"/>	2 = mais de 5.000 até R\$ 10.000
<input type="checkbox"/>	3 = mais de 10.000 até R\$ 100.000
<input type="checkbox"/>	4 = mais de 100.000 até R\$ 1.000.000
<input type="checkbox"/>	5 = mais de 1.000.000 até R\$ 5.000.000
<input type="checkbox"/>	6 = mais de 5.000.000 até R\$ 10.000.000
<input type="checkbox"/>	7 = mais de 10.000.000 até R\$ 15.000.000
<input type="checkbox"/>	8 = mais de 15.000.000 até R\$ 20.000.000
<input type="checkbox"/>	9 = mais de 20.000.000 até R\$ 25.000.000
<input type="checkbox"/>	10 = mais de R\$ 25.000.000



Tabela 6.10 – Critérios e as escalas adotadas (continuação)

Critério e respectiva escala	
Eficiência financeira do projeto (CR2)	
<input type="checkbox"/> 1 = retorno em até 1 ano	<input type="checkbox"/> 6 = retorno em mais de 5 até 10 anos
<input type="checkbox"/> 2 = retorno em mais de 1 até 2 anos	<input type="checkbox"/> 7 = retorno em mais de 10 até 20 anos
<input type="checkbox"/> 3 = retorno em mais de 2 até 3 anos	<input type="checkbox"/> 8 = retorno em mais de 20 até 30 anos
<input type="checkbox"/> 4 = retorno em mais de 3 até 4 anos	<input type="checkbox"/> 9 = retorno em mais de 30 até 40 anos
<input type="checkbox"/> 5 = retorno em mais de 4 até 5 anos	<input type="checkbox"/> 10 = retorno em mais de 40 anos
Redução do consumo (CR3)	
<input type="checkbox"/> 1 = até 5%	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 40 até 50%
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 5 até 10%	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 50 até 60%
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 10 até 20%	<input type="checkbox"/> 8 = mais de 60 até 70%
<input type="checkbox"/> 4 = mais de 20 até 30%	<input type="checkbox"/> 9 = mais de 70 até 90%
<input type="checkbox"/> 5 = mais de 30 até 40%	<input type="checkbox"/> 10 = mais de 90%
Redução de perdas (CR4)	
<input type="checkbox"/> 1 = até 5%	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 40 até 50%
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 5 até 10%	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 50 até 60%
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 10 até 20%	<input type="checkbox"/> 8 = mais de 60 até 70%
<input type="checkbox"/> 4 = mais de 20 até 30%	<input type="checkbox"/> 9 = mais de 70 até 90%
<input type="checkbox"/> 5 = mais de 30 até 40%	<input type="checkbox"/> 10 = mais de 90%
Nível tecnológico (CR5)	
<input type="checkbox"/> 1 = não há modificação tecnológica	<input type="checkbox"/> 3 = moderada complexidade tecnológica
<input type="checkbox"/> 2 = baixa complexidade tecnológica	<input type="checkbox"/> 4 = alta complexidade tecnológica
Aceitabilidade da população (CR6)	
<input type="checkbox"/> 1 = até 5%	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 40 até 50%
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 5 até 10%	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 50 até 60%
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 10 até 20%	<input type="checkbox"/> 8 = mais de 60 até 70%
<input type="checkbox"/> 4 = mais de 20 até 30%	<input type="checkbox"/> 9 = mais de 70 até 90%
<input type="checkbox"/> 5 = mais de 30 até 40%	<input type="checkbox"/> 10 = mais de 90%

### 6.3.3.2 – Definição dos pesos

Como este processo decisório é caracterizado por grande subjetividade, considerou-se aqui o estabelecimento de pesos relativos aos critérios selecionados para a pesquisa. Para definição dos pesos para os critérios selecionados, foi realizada a consulta aos atores considerados (operadora do SAA (agente decisor), à população, à administração municipal, ao órgão fiscalizador ambiental e à(s) ONG(s) locais). Esses pesos, ainda, levaram em consideração os diferentes cenários propostos, ou seja, um arranjo de pesos para cada um dos diferentes cenários adotados. Para agregação dos pesos fez-se utilização do método *Distance-based* (Cook e Seiford, 1978).

### 6.3.3.3 – Definição das metodologias multicritério de apoio à decisão

Ao se considerarem as características do problema estudado e os trabalhos previamente realizados por Albuquerque (2004), Abrishamchi *et al.* (2005), Morais e Almeida (2006), Zarghami *et al.* (2007) e Patlitzianas *et al.* (2008), foram selecionados os métodos PROMETHEE II, TOPSIS e ELECTRE III. Esses métodos foram escolhidos devido à grande aceitação que eles têm no âmbito científico. Além disso, tratam-se de métodos que trabalham com conceitos diferentes, o que dá robustez à priorização realizada, uma vez que se espera que a melhor alternativa seja a mesma, independentemente do método utilizado.

### 6.3.3.4 – Codificação do submodelo de priorização das diretrizes

Para a codificação do submodelo de priorização das diretrizes, submodelo 3, denominado de CAUA-MCDA, fez-se a utilização do ambiente MS Excel (desenvolvimento de macros, utilização de formulários e outros recursos). Os métodos PROMETHEE II, TOPSIS e ELECTRE III foram codificados. No entanto, melhorias e adequações podem ser implementadas à medida que a utilização indique tais necessidades. A Figura 6.22 apresenta a estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-MCDA.

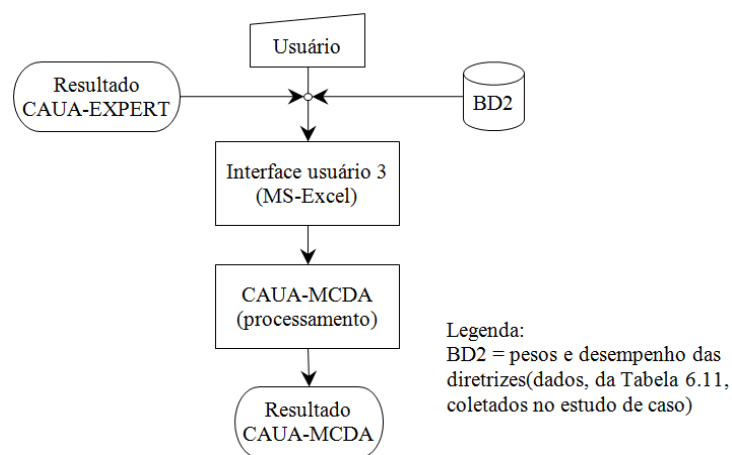
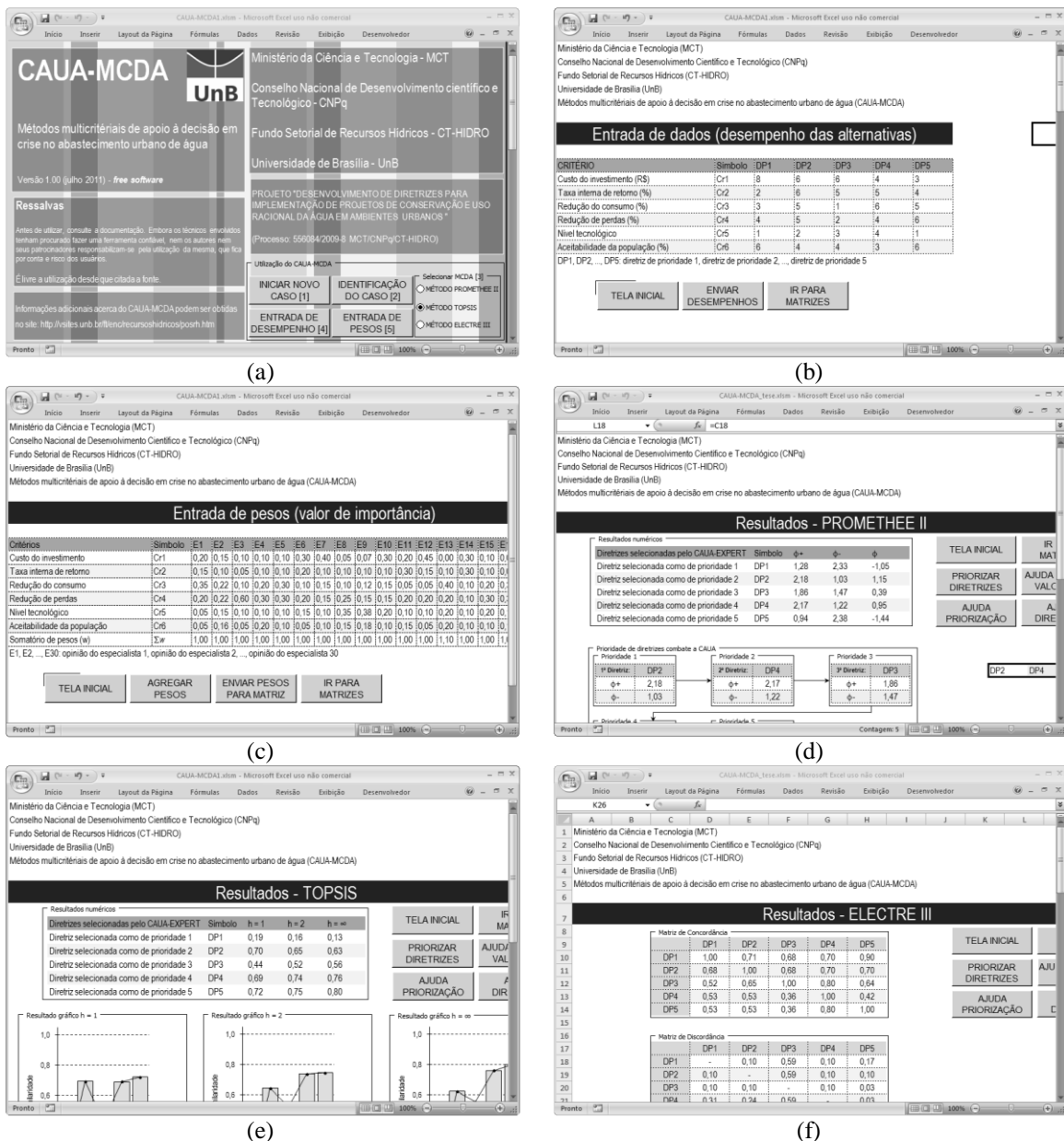


Figura 6.22 – Estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-MCDA

A estrutura de trabalho do CAUA-MCDA consiste na alimentação com os dados de entrada “Resultado” (provenientes do CAUA-EXPERT) e “BD2” (pesos e desempenho das diretrizes), processamento dos dados e obtenção dos resultados. Mais especificamente, os dados de entrada do CAUA-MCDA incluem: (1) os resultados apresentados pelo CAUA-EXPERT (alternativas de diretrizes de projeto selecionadas); (2) os desempenhos das

alternativas frente aos critérios apresentados na Tabela 6.10 e obtidos por meio de consulta a trabalhos correlatos (justificado por dificuldades na consulta aos atores envolvidos no processo decisório); (3) os pesos dos critérios definidos pelos atores envolvidos no processo decisório; (4) variáveis específicas, que dependerão do método adotado (PROMETHEE II, TOPSIS e ELECTRE III). Como saída, o CAUA-MCDA apresenta uma priorização das diretrizes de projeto a serem implementadas para solucionar o caso estudado de CAUA. Algumas das interfaces do CAUA-MCDA, necessárias para a utilização do método TOPSIS, estão apresentadas na Figura 6.23.



Legenda: (a) tela de entrada do CAUA-MCDA; (b) tela com entrada de dados das alternativas; (c) tela com entrada de dados dos pesos; (d) tela com resultados do método PROMETHEE II; (e) tela com resultados do método TOPSIS; (f) tela com resultados do método ELECTRE III

Figura 6.23 – Interface do CAUA-MCDA

A Figura 6.23(a) apresenta a tela de entrada, a Figura 6.23(b) apresenta a tela de entrada de dados (desempenho das alternativas), a Figura 6.23(c) apresenta a tela de entrada de pesos (valores de importância), e por fim, as Figuras 6.23(d), 6.23(e) e 6.23(f) apresentam as saídas dos métodos PROMETHEE II, TOPSIS e ELECTRE III. O CAUA-MCDA encontra-se disponível em forma digital (arquivo gravado em CD) no Apêndice D.

### 6.3.3.5 – Avaliação da codificação do submodelo 3

Para essa atividade, realizou-se a análise de casos-testes (casos com resultados conhecidos) por meio da codificação do submodelo de priorização das diretrizes. No caso, os resultados do código desenvolvido foram equivalentes aos resultados já conhecidos, assim a codificação foi considerada adequada. Sendo, portanto, findado o desenvolvimento do CAUA-MCDA. Em outras palavras, o submodelo 3 foi considerado apto a comparar e priorizar as melhores soluções para o problema de CAUA.

### 6.3.3.6 – Aplicação da codificação do submodelo de priorização das diretrizes

Com a finalidade de demonstração da aplicação do CAUA-MCDA, o caso qualquer de CAUA, apresentado anteriormente, analisado pelo CAUAmovel e pelo CAUA-EXPERT, teve seus resultados inseridos no CAUA-MCDA. A matriz de decisão, para o caso qualquer de CAUA, é apresentada na Tabela 6.11.

Tabela 6.11 – Matriz de decisão para o caso qualquer de CAUA

Critério de avaliação	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D19	D7	D1	D3	D10
CR1	0,35	8	6	6	4	3
CR2	0,35	2	6	5	5	4
CR3	0,10	3	5	1	6	5
CR4	0,10	4	5	2	4	6
CR5	0,05	1	2	3	4	1
CR6	0,05	6	4	4	3	6

CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D19: boas práticas para conservação da água; D7: Coleta e uso de água de chuva; D1: redução de perdas; D3: implementação de medição individualizada; D10: Estímulos fiscais a redução do consumo

Os valores apresentados na Tabela 6.11, em conformidade com as escalas dadas pela Tabela 6.10, foram definidos ao acaso, meramente com o propósito de demonstração. A Figura 6.24 apresenta a saída obtida para o caso qualquer, afim de exemplificação, quando

se faz uso do método TOPSIS. O CAUA-MCDA (submódulo 3) foi capaz de priorizar as diretrizes de projeto apresentadas pelo CAUA-EXPERT. Este modelo (CAUA-EXPERT) foi o principal resultado alcançado na etapa de priorização das diretrizes específicas. Na tela de entrada do CAUA-MCDA encontram-se disponíveis, ao usuário, as opções de iniciar um novo caso, identificação do caso, seleção do MCDA, entrada de desempenho e entrada de pesos.

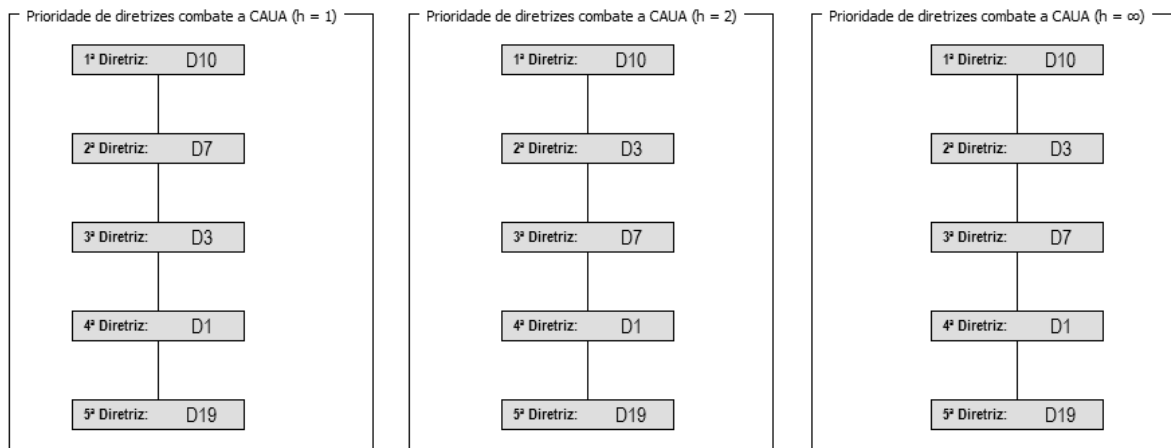


Figura 6.24 – Saída do CAUA-MCDA: método TOPSIS

Para funcionamento do CAUA-MCDA, o usuário deve selecionar, na sequência, as opções: (1) iniciar novo caso, no qual o usuário exclui dados anteriormente registrados; (2) identificação do caso, no qual o usuário pode fornecer informações acerca do local de estudo e do próprio usuário; (3) seleção do MCDA, no qual o usuário deve selecionar um dos métodos disponibilizados (PROMETHEE II, TOPSIS ou ELECTRE III); (4) entrada de desempenhos, no qual o usuário deve inserir dados dos desempenhos das diretrizes identificadas pelo CAUA-EXPERT; (5) entrada de pesos, no qual o usuário deve inserir os valores dos pesos dados pelos atores envolvidos; e, (6) por fim, o usuário solicita o processamento dos dados e visualiza os resultados.

#### 6.4 – INTEGRAÇÃO DE SUBMODELOS

Para integração dos submodelos, realizou-se a mescla de técnicas de SE e MCDA, produzindo um sistema híbrido (SH) intercomunicativo, da mesma maneira como foi realizado nos trabalhos desenvolvidos por León *et al.* (2000), López-Paredes *et al.* (2007), Athanasiadis *et al.* (2005), Cortés *et al.* (2000), Froukh (2001) e Tillman *et al.* (2005). O SH é formado basicamente por submodelos independentes, sendo que cada módulo é

responsável pela resolução de uma das subtarefas do problema principal. Assim, assumiu-se que a arquitetura dos submodelos 1, 2 e 3, considerou que ao submodelo 1 cabe a realização da primeira subtarefa (classificação dos casos de CAUA) para resolução do problema e o seu resultado alimentará o submodelo 2. Ao submodelo 2 cabe a realização da segunda subtarefa (identificação de diretrizes) para resolução do problema e seu resultado também alimentará o submodelo 3. Por fim, ao submodelo 3 cabe a realização da terceira subtarefa (priorização de diretrizes) para resolução do problema e seu resultado será a solução do problema. Segundo Porto *et al.* (2002), os sistemas de suporte a decisão (SSD), ou sistema de apoio a decisão (SAD), são sistemas computacionais que têm por objetivo ajudar indivíduos que tomam decisão na solução de problemas não estruturados, ou parcialmente estruturados. Então, o SH desenvolvido pode ser considerado um SAD.

O SH, agora na forma de modelo (ou modelo inteiro), denominado de CAUA-SAD, foi desenvolvido e detalhes acerca das relações entre os modelos e suas subtarefas estão apresentados na Figura 6.25.

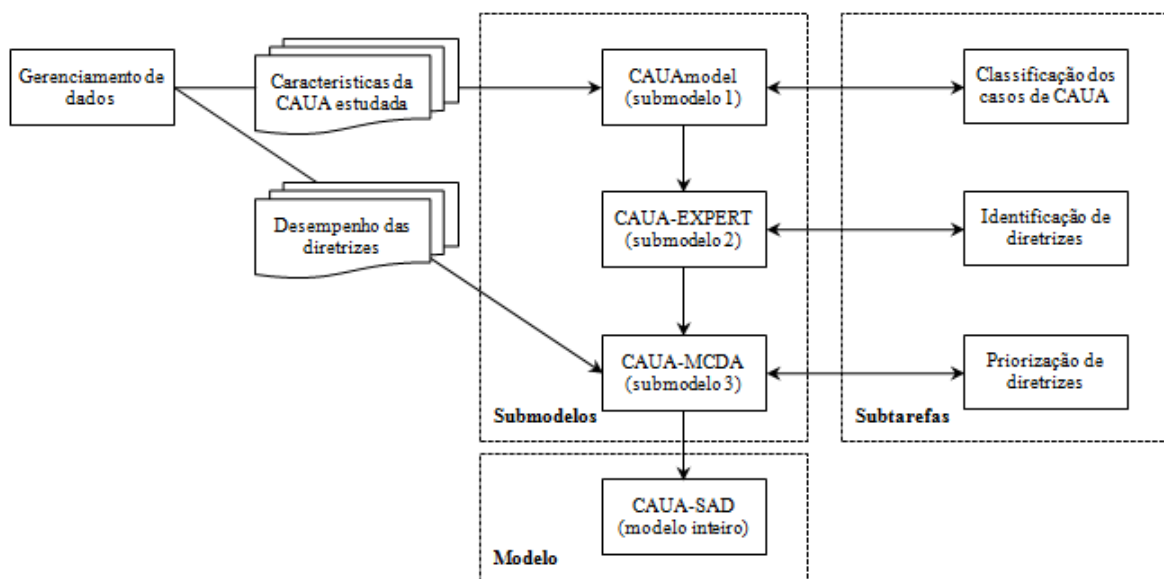


Figura 6.25 – Detalhes das relações entre os modelos e subtarefas

O CAUA-SAD integra o MS-Excel e o CLIPS, formando uma ferramenta computacional para o auxílio à tomada de decisão com interface amigável. A Figura 6.26 apresenta o CAUA-SAD de forma esquemática (interfaces), indicando o início de sua utilização no CAUAmodel, sua passagem pelo CAUA-EXPERT e o término de sua utilização no CAUA-MCDA. O MS-Excel é usado para entrada de dados, armazenamento de modelos (CAUAmodel, PROMETHEE II, TOPSIS e ELECTRE III), processamento e opções de

visualização de resultados. Da mesma forma, o CLIPS é usado para entradas de dados, armazenamento de modelo (CAUA-EXPERT) e visualização de resultados. Uma estrutura semelhante, porém com o objetivos distintos, foi desenvolvida por Makropoulos *et al.* (2008), Patlitzianas *et al.*, 2008, Froukh (2001) e Cheng *et al.* (2003). A estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-SAD é apresentada na Figura 6.27.

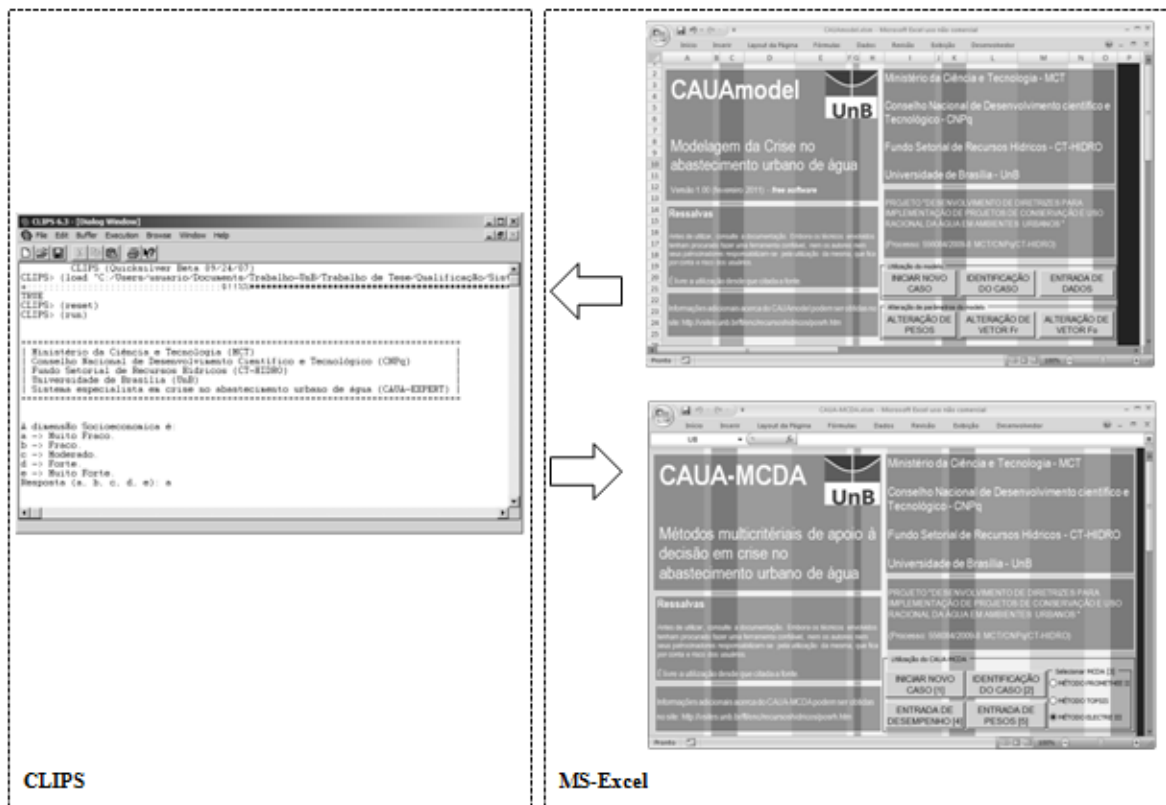
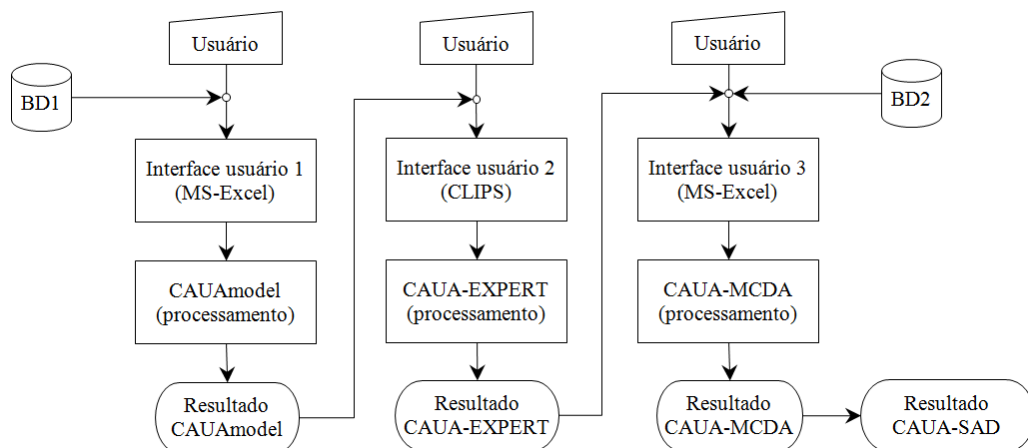


Figura 6.26 – Visão esquemática do CAUA-SAD (interfaces)



Legenda: BD1 é o banco de dados com dados da CAUA estudada (Tabela 6.3); BD2 é o banco de dados com desempenho das diretrizes de projeto frente aos diferentes critérios (por exemplo, Tabela 6.11)

Figura 6.27 – Estrutura de trabalho (arquitetura) do CAUA-SAD

Uma versão digital (arquivos gravados em CD) dos três modelos desenvolvidos encontra-se no Apêndice D. A operação do CAUA-SAD se resume, basicamente, nas atividades de: (1) utilização do CAUAmovel e obtenção dos resultados; (2) entrada de resultados do CAUAmovel no CAUA-EXPERT e obtenção dos resultados; e, (3) entrada de resultados do CAUA-EXPERT no CAUA-MCDA e obtenção dos resultados. Para utilização do CAUAmovel, uma série de dados do caso estudado são necessários, conforme apresentado na Tabela 6.3. Para utilização do CAUA-EXPERT são necessários os dados de saída do CAUAmovel. E, para utilização do CAUA-MCDA, são necessários dados de saída do CAUA-EXPERT, dados de desempenho das diretrizes estudadas frente aos critérios considerados e conjunto de pesos dos critérios.

## **6.5 – AVALIAÇÃO DO MODELO**

Nesta etapa, foram realizadas análises de sensibilidade e testes de validação, sugeridos na literatura, para modelos de auxílio à tomada de decisão. Para avaliação do modelo foram utilizados os dados do caso qualquer de CAUA, já apresentados anteriormente.

Para a análise de sensibilidade, foram realizadas modificações nos dados de entrada do modelo (CAUA-SAD) e avaliação do impacto destas modificações nas diretrizes selecionadas pelo modelo. As modificações dos fatores influentes se fundamentam na existência de erros hipotéticos nos valores apresentados na Equação 6.9. Os erros hipotéticos (simulados) ocasionariam modificações nos valores originais, o que resultaria na entrada de valores anteriores e posteriores aos valores originais. Em função da grande quantidade de fatores influentes, apresentados na Tabela 6.3, optou-se por realizar modificações em alguns fatores influentes. Os fatores influentes analisados foram os dois de maior e os dois de menor peso ( $w$ ), o que permitiu uma análise dos extremos.

A Tabela 6.12 apresenta os fatores influentes, os valores originais e os valores modificados. A Figura 6.28 apresenta os resultados da análise de sensibilidade para os diferentes fatores influentes considerados. Na Figura 6.28(a) têm-se no eixo da abscissa o valor original e os valores modificados do fator influente “Taxa de crescimento populacional do ambiente urbano” e no eixo da ordenada as diretrizes selecionadas, por estimativa de prioridade, pelo modelo.



Tabela 6.12 – Fatores influentes, valores originais e valores modificados

Fator	Descrição	Peso ( $w$ )	Valor original e valores modificados				
			VA2	VA1	VO	VP1	VP2
$tc^{(1)}$	Taxa de crescimento populacional do ambiente urbano	0,15	1	2	3	4	5
$P^{(4)}$	Precipitação média mensal	0,14	1	2	3	4	5
$in^{(2)}$	Intermitência no sistema de abastecimento urbano de água	0,05			1	2	3
$dau^{(3)}$	Declividade média da área urbana	0,05	3	4	5	6	7

VA2: segundo valor antecedente, conforme Tabela 6.3; VA1: primeiro valor antecedente, conforme Tabela 6.3; VO: valor original, conforme Equação 6.9; VP1: valor posterior 1, conforme Tabela 6.3; VP2: valor posterior 2, conforme Tabela 6.3; <sup>(1)</sup> fator influente pertencente a dimensão socioeconômica; <sup>(2)</sup> fator influente pertencente a dimensão gerencial; <sup>(3)</sup> fator influente pertencente a dimensão urbana; <sup>(4)</sup> fator influente pertencente a dimensão ambiental

O modelo não se mostrou sensível às modificações do fator influente “Taxa de crescimento populacional do ambiente urbano”. Essa pouca sensibilidade também se verificou nas Figuras 6.28(b), 6.28(c) e 6.28(d). De modo geral, esses resultados indicaram pouca sensibilidade do modelo aos fatores influentes de maiores e menores pesos ( $w$ ).

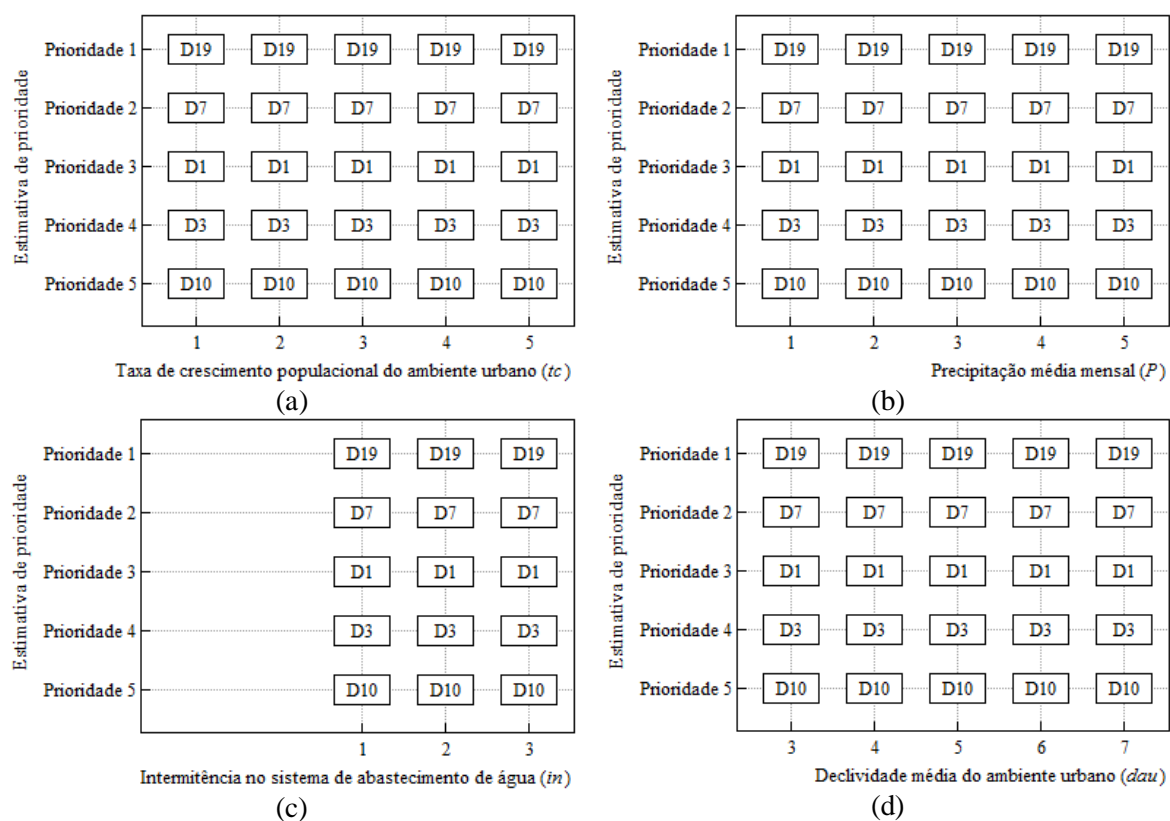


Figura 6.28 – Análise de sensibilidade do modelo

Uma análise mais detalhada no impacto dos valores modificados (valores da Tabela 6.12) no modelo revelou que há sim impacto nos resultados. Esse impacto é observado nos resultados das distâncias vetoriais (dadas pelas Equações 6.5, 6.6 e 6.7). No entanto, o



Para o teste de verificação, foram coletados dados acerca de casos de CAUA previamente estudados e tratados com diretrizes de projeto já selecionadas e implementadas. Com os dados de entrada (dados da Tabela 6.3 coletados junto aos casos de CAUA previamente estudados e tratados) e respectivas saídas (diretrizes selecionadas e implementadas), foi possível realizar a verificação do modelo desenvolvido (CAUA-SAD). Os casos de CAUA previamente estudados e tratados referem-se a alguns dos casos apresentados por CUWA (1992). Esses casos foram selecionados em função da disponibilidade de dados e incluem algumas das companhias de saneamento do estado da Califórnia, nos Estados Unidos. Na Tabela 6.13, estão identificados às companhias de saneamento selecionadas e respectivas cidades atendidas.

Tabela 6.13 – Companhia de saneamento e cidades atendidas

Caso	Companhia de saneamento	Cidades atendidas
ACWD	Alameda County Water District	Fremont, de Newark e de Union City
SDWUD	City of San Diego Water Utilities Department	San Diego
SFWD	San Francisco Public Utilities Commission Water Department	San Francisco

De modo geral, estes casos de CAUA têm sua origem relacionada a pouca disponibilidade de recursos hídricos e ao crescimento econômico. As Equações 6.14, 6.15 e 6.16 apresentam os dados (organizados conforme Equação 6.2) dos casos tratados pelas companhias de saneamento ACWD, SDWUD e SWFD, respectivamente.

$$ACWD = \begin{bmatrix} D_s & 6 & 6 & 7 & 2^* & 1^* & 3^* & 3^* & 3 & 5 & 1 & 3^* \\ D_g & 2^* & 10^* & 6^* & 1^* & 1^* & 4 & 2^* & 1^* & 2^* & 1^* & 1^* \\ D_u & 7^* & 10 & 10^* & 7 & 3 & 1^* & 5 & 3 & 3 & 8^* & 3^* \\ D_a & 5 & 3 & 2 & 7 & 8 & 1 & 3 & 1 & 1 & 2 & 3 \\ D_c & 3^* & 2^* & 4^* & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.14)$$

$$SDWUD = \begin{bmatrix} D_s & 6 & 6 & 7 & 1^* & 1^* & 3^* & 3^* & 3 & 6 & 1 & 4^* \\ D_g & 2^* & 10^* & 6^* & 1^* & 1^* & 4 & 3^* & 1^* & 2^* & 1^* & 1^* \\ D_u & 5^* & 8 & 10^* & 6 & 3 & 1^* & 6 & 2 & 3 & 8^* & 3^* \\ D_a & 7 & 5 & 2 & 8 & 8 & 8 & 2 & 1 & 1 & 2 & 3 \\ D_c & 3^* & 1^* & 4^* & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.15)$$

$$SFWD = \begin{bmatrix} D_s & 6 & 10 & 7 & 1^* & 1^* & 3^* & 3^* & 3 & 5 & 1 & 3^* \\ D_g & 2^* & 10^* & 6^* & 1^* & 1^* & 4 & 2^* & 1^* & 2^* & 1^* & 1^* \\ D_u & 5^* & 11 & 10^* & 7 & 3 & 1^* & 5 & 2 & 2 & 8^* & 2^* \\ D_a & 4 & 3 & 1 & 10 & 9 & 7 & 4 & 2 & 1 & 2 & 3 \\ D_c & 3^* & 2^* & 4^* & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.16)$$

Os dados apresentados nas Equações 6.14, 6.15 e 6.16 foram obtidos a partir da consulta a informações disponibilizadas nas *homepage* da ACWD (<http://www.acwd.org/>), da SDWUD (<http://www.sandiego.gov/water/>), da SWFD (<http://www.sfwater.org/>) e da U.S. Census Bureau (<http://www.census.gov/>). Os valores destacados com (\*), nas Equações 6.14, 6.15 e 6.16, foram simulados, devido à dificuldade de obtenção, a partir das descrições apresentadas por CUWA (1992). A análise dos casos ACWD, SDWUD e SWFD (Equações 6.14, 6.15 e 6.16) pelo modelo resultou no conjunto de diretrizes selecionadas (valores estimados), conforme apresentado nas Tabelas 6.14, 6.15 e 6.16. As diretrizes selecionadas e implementadas (valores observados) pelas companhias de saneamento ACWD, SDWUD e SWFD estão apresentados nas Tabelas 6.14, 6.15 e 6.16. O percentual de concordância, dado pela Equação 6.17, é apresentado nas Tabelas 6.14, 6.15 e 6.16.

$$Co = \frac{NDA}{NDS} \times 100 \quad (6.17)$$

Na qual: *Co* é o percentual de concordância do modelo; *NDA* é o número de diretrizes selecionadas pelo modelo que concordam com as diretrizes selecionadas pela companhia de saneamento; *NDS* é o número total de diretrizes selecionadas pela companhia de saneamento.

O valor médio de concordância entre os valores observados e estimados, para os casos ACWD, SDWUD e SWFD, foi de 56%. Este resultado se assemelha aos das avaliações realizadas anteriormente para os submodelos, indicando um ajuste razoável do modelo. Uma possível justificativa para a baixa concordância, apresentada na Tabela 6.16, por ser atribuída ao maior número de diretrizes selecionadas pela companhia de saneamento (sete diretrizes) do que as apresentadas pelo modelo CAUA-SAD (cinco diretrizes). Também, existe a possibilidade de que haja erros na seleção das diretrizes indicadas pelas

companhias de saneamento (ACWD, SDWUD e SFWD), o que comprometeria o indicador concordância entre valores observados e valores estimados.

Tabela 6.14 – Verificação caso ACWD: valores observados *versus* valores estimados

Diretrizes selecionadas pela companhia de saneamento (valor observado)	Diretrizes selecionadas pelo modelo CAUA-SAD (valor estimado)	Concordância
Incentivo a conservação voluntária <sup>(1)</sup> Aumento taxa e sobretaxas <sup>(2)</sup>	Redução de perdas Implementação de medição individualizada	80%
Equipamentos poupadores	Coleta, tratamento e uso de águas cinza	
Programa de informação <sup>(1)</sup>	Implementação de programas de educação ambiental <sup>(1)</sup>	
Informação pública <sup>(1)</sup>	Adequação da política tarifária <sup>(2)</sup>	

<sup>(1)</sup> concordância 1 entre valor observado e valor estimado; <sup>(2)</sup> concordância 2 entre valor observado e valor estimado

Tabela 6.15 – Verificação caso SDWUD: valores observados *versus* valores estimados

Diretrizes selecionadas pela companhia de saneamento (valor observado)	Diretrizes selecionadas pelo modelo CAUA-SAD (valor estimado)	Concordância
Incentivo a conservação voluntária <sup>(1)</sup>	Boas práticas para conservação da água <sup>(2)</sup>	60%
Equipamentos poupadores <sup>(2)</sup>	Implementação de medição individualizada	
Programa de informação	Coleta, tratamento e uso de águas cinza	
Informação pública	Estímulos fiscais a redução do consumo <sup>(1)</sup>	
Patrulhas (busca violações) <sup>(2)</sup>	Coleta e uso de água de chuva	

<sup>(1)</sup> concordância 1 entre valor observado e valor estimado; <sup>(2)</sup> concordância 2 entre valor observado e valor estimado

Tabela 6.16 – Verificação caso SFWD: valores observados *versus* valores estimados

Diretrizes selecionadas pela companhia de saneamento (valor observado)	Diretrizes selecionadas pelo modelo CAUA-SAD (valor estimado)	Concordância
Medição obrigatória <sup>(1)</sup>	Boas práticas para conservação da água <sup>(2)</sup>	29%
Conservação obrigatória	Implementação de macro e micro medição <sup>(1)</sup>	
Aumento taxa e sobretaxas	Coleta, tratamento e uso de águas cinza	
Equipamentos poupadores <sup>(2)</sup>	Redução de perdas	
Programa de informação	Coleta e uso de água de chuva	
Informação pública		
Tarifação sobre a violação		

<sup>(1)</sup> concordância 1 entre valor observado e valor estimado; <sup>(2)</sup> concordância 2 entre valor observado e valor estimado

Um banco de dados de treinamento maior, sobretudo para o submodelo 2 (CAUA-EXPERT), poderia contribuir com a melhoria da concordância entre os valores observados e estimados. A existência de erros de avaliação das companhias de saneamento ou a existência de fatores políticos externos também podem justificar o percentual de concordância encontrado.

## **6.6 – ESTUDO DE CASO**

Na sequência, estão apresentados a descrição dos estudos de casos, bem como a coleta de dados e aplicação do modelo.

### **6.6.1 – Descrição dos estudos de casos**

Algumas informações que auxiliam na descrição do estudo de caso, as regiões administrativas selecionadas do Distrito Federal, estão apresentadas na sequência. As informações apresentadas foram extraídas, em sua maior parte, do trabalho apresentado pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN).

O Distrito Federal localiza-se entre os paralelos 15°30' e 16°03' de latitude sul e os meridianos 47°25' e 48°12' de longitude WGr, na Região Centro-Oeste. Ocupa uma área de 5.789,16 km<sup>2</sup> no Planalto Central do Brasil. Encontra-se nos limites do rio Descoberto a oeste, e do rio Preto a leste. Ao norte e ao sul, o Distrito Federal perpassa por linhas retas, que definem o quadrilátero correspondente à sua área. Limita-se a leste com o município de Cabeceira Grande/MG, e com os seguintes municípios de Goiás: Planaltina de Goiás, Padre Bernardo e Formosa (ao norte); Luziânia, Cristalina, Santo Antônio do Descoberto, Cidade Ocidental, Valparaíso e Novo Gama (ao sul); Formosa (a leste); Santo Antônio do Descoberto, Padre Bernardo e Águas Lindas (a oeste).

Segundo a classificação de Köppen, o clima do Distrito Federal é tropical e as precipitações concentram-se no verão. O período mais chuvoso ocorre nos meses de novembro a janeiro, e o seco especialmente entre junho e agosto. No Distrito Federal, conforme a classificação de Köppen, observaram-se os seguintes tipos climáticos: (1) Tropical (Aw) – a temperatura no mês mais frio é superior a 18°C, situando-se aproximadamente nas áreas com cota altimétricas abaixo de 1.000 m; (2) Tropical de

Altitude (Cwa) – a temperatura no mês mais frio é inferior a 18°C, com média superior a 22°C no mês mais quente, ocorrendo, nas áreas com cotas altimétricas entre 1.000 e 1.200 m; (3) Tropical de Altitude (Cwb) – a temperatura no mês mais frio é inferior a 18°C, com média inferior a 22°C no mês mais quente, isso nas áreas com cotas altimétricas superiores a 1.200 m. Em relação ao relevo, o Distrito Federal, situa-se em uma das áreas mais elevadas da Região Centro-Oeste, o Planalto Central, correspondendo ao que restou dos aplainamentos da região. As chapadas são as formas de relevo mais frequentes nesta área. Quanto aos recursos hídricos, têm-se como as principais bacias do Distrito Federal, as dos rios São Bartolomeu, Preto, Descoberto e Maranhão, que drenam cerca de 95% do território. Existem ainda, no Distrito Federal, as bacias do Corumbá e do São Marcos. A vegetação do Planalto Central, em sentido amplo, é caracterizada pelo cerrado. O Distrito Federal encontra-se no núcleo da região dos cerrados e alcança sua expressão mais típica. Há, no Distrito Federal, todos os tipos de vegetação comumente são englobados sob o termo cerrado.

Em relação à caracterização político/administrativa, com a evolução da ocupação territorial, o Distrito Federal encontra-se dividido, em 2010, em trinta regiões administrativas. No entanto, os limites físicos das regiões administrativas ainda não estão legalmente definidos. Cada região administrativa tem um administrador regional, nomeado pelo governador, responsável pela promoção e coordenação dos serviços públicos da região. A primeira, e mais importante região administrativa do Distrito Federal, Brasília, tem uma estrutura planejada, caracterizada por um estilo urbano definido. Brasília foi criada para ser uma cidade administrativa e polo de desenvolvimento regional. E é em torno da função governamental que Brasília e as demais regiões administrativas se agrupam e convergem.

A contagem da população de 1.996 do IBGE registrou 1.821.946 habitantes, no DF, distribuídos nas 19 regiões administrativas existentes, à época. No censo de 2.000, esse contingente era de 2.051.146. Estimou-se para 2005, 2.391.313 habitantes e, em 2.010, 2.654.059, nas unidades residenciais das 30 regiões administrativas. A Tabela 6.17 apresenta algumas características dos ambientes urbanos estudados (regiões administrativas). A renda média domiciliar bruta mensal no Distrito Federal era da ordem de 9 salários mínimos (SM), em 2004. As maiores rendas foram detectadas nas regiões

administrativas do Lago Sul (com SM de 43,4), do Lago Norte (com 34,3 SM), do Sudoeste/Octogonal (com 24,1 SM) e de Brasília (com SM de 19,3).

Tabela 6.17 – Características dos ambientes urbanos estudados

Região Administrativa	Área (km <sup>2</sup> )	População (habitantes)	Percentual de analfabetos (%)
Brasília	450,20	198.906	0,5
Lago Norte	64,60	23.000	0,8
Cruzeiro	2,80	40.934	0,8
Guará	37,50	112.989	1,2
Varjão	1,50	5.945	3,2
Estrutural	29,00	14.497	4,1
Park Way	64,20	19.252	1,0

Fonte: Distrito Federal (2010)

Isso se deve, em parte, pelo fato de residirem nessas localidades os dirigentes de órgãos da administração direta e indireta do governo, funcionários públicos graduados, profissionais liberais, comerciantes, que recebem rendimentos mais elevados. Por outro lado, as menores rendas estão nas regiões administrativas do Itapoã (com SM de 1,6), da SCIA/Estrutural (com SM de 1,9) e do Varjão (com SM de 2,8). Esses locais apresentam precárias condições residenciais.

O Distrito Federal, por ser limitado territorialmente para desenvolver de forma extensiva as atividades do setor primário, não dispõe de muitas opções para industrializar-se sem comprometer o meio ambiente. Também, devido ao fato de Brasília ser a capital do país e desempenhar preponderantemente funções institucionais e administrativas, a atividade econômica da população concentra-se na prestação de serviços (com 49,2% da população), na administração pública federal e local (com 16,6% da população), no comércio (com 16% da população) e apenas 9% da população atua na indústria (Distrito Federal, 2010). O restante, 9,2%, atua em outros serviços, o que incluiu serviços domésticos.

### 6.6.2 – Coleta de dados e aplicação do modelo

Após a descrição dos estudos de caso, realizou-se a coleta de dados desses estudos de caso. No Apêndice K, M, O, Q, S, U e W estão apresentados, como primeiros resultados, os questionários desenvolvidos para obtenção dos dados necessários ao início da utilização do CAUA-SAD, ou seja, os dados necessários à utilização do CAUAmovel (fatores apresentados na Tabela 6.3). Esses questionários foram aplicados e preenchidos por uma empresa especializada em pesquisa de mercado e opinião. A forma de obtenção das



respostas foi a consulta direta a moradores das residências consultadas. No Apêndice L, N, P, R, T, V e X estão mostrados os resultados destes questionários. As Equações 6.18, 6.19, 6.20, 6.21, 6.22, 6.23 e 6.24 (organizadas conforme os dados apresentados na Equação 6.2) apresentam as matrizes com os resultados da coleta de dados dos estudos de caso.

$$MB = \begin{bmatrix} Ds & 5 & 6 & 5 & 3 & 3 & 2 & 1 & 3 & 6 & 1 & 2 \\ Dg & 1 & 10 & 6 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ Du & 3 & 10 & 10 & 10 & 1 & 1 & 4 & 2 & 3 & 8 & 2 \\ Da & 6 & 6 & 7 & 1 & 6 & 3 & 5 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ Dc & 1 & 3 & 1 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.18)$$

$$MC = \begin{bmatrix} Ds & 5 & 7 & 5 & 1 & 4 & 1 & 1 & 2 & 9 & 1 & 2 \\ Dg & 1 & 10 & 6 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ Du & 3 & 10 & 10 & 10 & 1 & 1 & 2 & 4 & 2 & 8 & 1 \\ Da & 6 & 6 & 7 & 1 & 6 & 3 & 5 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ Dc & 1 & 3 & 1 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.19)$$

$$ME = \begin{bmatrix} Ds & 8 & 3 & 2 & 1 & 7 & 3 & 3 & 5 & 6 & 1 & 2 \\ Dg & 1 & 10 & 5 & 1 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ Du & 3 & 10 & 10 & 8 & 3 & 1 & 1 & 4 & 2 & 4 & 2 \\ Da & 6 & 6 & 7 & 1 & 6 & 3 & 5 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ Dc & 2 & 2 & 1 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.20)$$

$$MG = \begin{bmatrix} Ds & 8 & 7 & 5 & 1 & 4 & 2 & 1 & 3 & 7 & 1 & 2 \\ Dg & 1 & 10 & 6 & 1 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ Du & 3 & 10 & 10 & 8 & 3 & 1 & 2 & 4 & 2 & 8 & 2 \\ Da & 6 & 6 & 7 & 1 & 6 & 3 & 5 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ Dc & 1 & 3 & 1 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.21)$$

$$ML = \begin{bmatrix} Ds & 10 & 7 & 6 & 5 & 2 & 2 & 2 & 3 & 6 & 1 & 2 \\ Dg & 1 & 10 & 6 & 4 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ Du & 3 & 10 & 9 & 10 & 3 & 1 & 9 & 8 & 4 & 8 & 2 \\ Da & 6 & 6 & 7 & 1 & 6 & 3 & 5 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ Dc & 2 & 2 & 1 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.22)$$

$$MP = \begin{bmatrix} Ds & 10 & 7 & 6 & 6 & 3 & 2 & 2 & 5 & 6 & 1 & 2 \\ Dg & 1 & 10 & 6 & 4 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ Du & 3 & 10 & 6 & 4 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ Da & 6 & 6 & 7 & 1 & 6 & 3 & 5 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ Dc & 2 & 2 & 1 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.23)$$

$$MV = \begin{bmatrix} Ds & 8 & 6 & 3 & 2 & 6 & 2 & 2 & 2 & 7 & 1 & 2 \\ Do & 1 & 10 & 5 & 5 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ Du & 3 & 10 & 9 & 8 & 3 & 1 & 1 & 4 & 1 & 3 & 2 \\ Da & 6 & 6 & 7 & 1 & 6 & 3 & 5 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ Dc & 2 & 3 & 1 & & & & & & & & \end{bmatrix} \quad (6.24)$$

Sendo que: MB é a matriz com os resultados do caso região administrativa de Brasília; MC é a matriz com os resultados do caso região administrativa do Cruzeiro; ME é a matriz com os resultados do caso região administrativa Estrutural; MG é a matriz com os resultados do caso região administrativa do Guará; ML é a matriz com os resultados do caso região administrativa do Lago Norte; MP é a matriz com os resultados do caso região administrativa Park Way; e, MV é a matriz com os resultados do caso região administrativa do Varjão.

Os principais resultados encontrados, após a utilização do CAUAmoel, estão apresentados na Tabela 6.18.

Tabela 6.18 – Resultados do CAUAmoel para os estudos de caso

Estudo de caso	Classificação dos casos de CAUA				
	Ds	Dg	Du	Da	Dc
Região Administrativa de Brasília	fr	fr	mo	fo	mfr
Região Administrativa do Cruzeiro	fr	fr	mo	fo	mfr
Região Administrativa Estrutural	mo	mo	mo	fo	fr
Região Administrativa do Guará	mo	mo	mo	fo	mfr
Região Administrativa do Lago Norte	mo	mo	fo	fo	fr
Região Administrativa Park Way	mo	mo	fo	fo	fr
Região Administrativa do Varjão	fr	mo	mo	fo	fr

Esses foram os resultados utilizados para alimentar o CAUA-EXPERT. De modo geral, o CAUAmoel indicou como resultado a dimensão ambiental (*Da*) como a dimensão de maior contribuição (ou dimensão de maior colaboração) para a intensificação da CAUA estudada. Para a segunda e terceira dimensões de maior contribuição, encontraram-se a dimensões urbana (*Du*) e gerencial (*Dg*), respectivamente. Isso sugere que as diretrizes

selecionadas pelo CAUA-EXPERT, para solução dos estudos de casos de CAUA, estejam direcionadas para a redução da contribuição, ou colaboração, dessas dimensões. Os resultados obtidos para os estudos de caso, após a utilização do CAUA-EXPERT (entrada dos resultados do CAUAmoel no CAUA-EXPERT) estão apresentados na Tabela 6.19. Em síntese, foram sugeridas sete diretrizes para solução do caso estudado de CAUA, que são as seguintes: a redução de perdas (D1); implementação de medição individualizada (D3); coleta e uso de água de chuva (D7); coleta, tratamento e uso de águas cinzas (D8); regulação do consumo (D16); fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água (D18); boas práticas para conservação da água (D19). Essas diretrizes são apresentadas com diferentes prioridades, segundo as características de cada região administrativa estudada. Assim, nota-se que não a existência uma política homogênea no território e a política pública deve ajustar-se a heterogeneidade do território.

Tabela 6.19 – Resultados do CAUA-EXPERT para o estudo de caso

Estudo de caso	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5
Região Administrativa de Brasília	D18	D19	D16	D8	D7
Região Administrativa do Cruzeiro	D18	D19	D16	D8	D7
Região Administrativa Estrutural	D19	D7	D1	D3	D10
Região Administrativa do Guará	D19	D3	D1	D8	D7
Região Administrativa do Lago Norte	D1	D7	D8	D6	D10
Região Administrativa Park Way	D1	D7	D8	D6	D10
Região Administrativa do Varjão	D1	D2	D3	D6	D7

DP1, DP2, ..., DP5: diretriz de prioridade 1, diretriz de prioridade 2, ..., diretriz de prioridade 5; D1: Redução de perdas; D2: Implementação de macro e micro medição; D3: Implementação de medição individualizada; D6: Redução de pressão na rede de distribuição de água; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D10: Estímulos fiscais à redução do consumo; D16: Regulação do consumo; D18: Fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água; D19: Boas práticas para conservação da água

Ao se analisarem os resultados apresentados pelo CAUA-EXPERT, alguns problemas são observados, podendo-se citar os seguintes: a recomendação da diretriz implementação de medição individualizada (D3) para o caso (Regiões Administrativas da Estrutural e do Varjão) cuja tipologia habitacional predominante é de residências unifamiliares isoladas que já possuem medição individualizada; a não recomendação da medição individualizada (D3) para regiões (caso das Regiões Administrativas Brasília e Cruzeiro) em há predominância do tipo habitacional de apartamento sem medição individualizada; a recomendação de fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água (D18) para um das companhias mais bem estruturadas do país (CAESB); e a não recomendação da diretriz adequação da política tarifária (D12), uma vez que se observou que a capacidade de incentivo à conservação da água da tarifa de água cobrada é um problema

em todas as Regiões Administrativas estudadas (conforme resposta dos questionários aplicados a população). Esses problemas sugerem a necessidade de adequações nos submodelos CAUAmovel e CAUA-EXPERT, uma vez que o modelo não respondeu satisfatoriamente estes casos. Uma possível adequação seria a estratificação das dimensões, por exemplo, a dimensão gerencial poderia ser estratificada em duas outras dimensões, a dimensão gerencial econômica (com características relativas à política tarifária) e a gerencial operacional (com características relativas à operação do SAA, pressão na rede de distribuição, perdas, entre outros). Concordando com o trabalho de Cheng *et al.* (2003), que sugere maior especificação dos parâmetros do modelo, usando para isso a lógica *fuzzy*.

Com os resultados do CAUA-EXPERT e com os valores dos pesos dos critérios, foi possível elaborar a matriz de decisão, para cada região administrativa estudada. Os valores dos pesos não agregados, apresentados pelos atores envolvidos no processo decisório (especialistas, instituições e população), estão apresentados nas Tabelas 6.20, 6.21 e 6.22.

Tabela 6.20 – Pesos apresentados pelos especialistas

CA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
CR1	0,20	0,15	0,10	0,10	0,10	0,30	0,40	0,05	0,07	0,30	0,20	0,45	0,40
CR2	0,15	0,10	0,05	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,15	0,02
CR3	0,35	0,22	0,10	0,20	0,30	0,10	0,15	0,10	0,12	0,15	0,05	0,05	0,20
CR4	0,20	0,22	0,60	0,30	0,30	0,20	0,15	0,25	0,15	0,15	0,20	0,20	0,16
CR5	0,05	0,15	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,35	0,38	0,20	0,10	0,10	0,20
CR6	0,05	0,16	0,05	0,20	0,10	0,05	0,10	0,15	0,18	0,10	0,15	0,05	0,02

CA: critério de avaliação; E1, E2, ..., E13: especialista 1, especialista 2, ..., especialista 13; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Fonte: dados coletados junto aos especialistas

Tabela 6.21 – Pesos apresentados por técnicos das instituições

CA	CODEPLAN	CAESB <sup>(1)</sup>	IBRAM	ADASA
CR1	0,00	0,30	0,10	0,05
CR2	0,10	0,30	0,10	0,05
CR3	0,40	0,10	0,20	0,30
CR4	0,20	0,10	0,30	0,30
CR5	0,20	0,10	0,20	0,15
CR6	0,20	0,10	0,10	0,15

<sup>(1)</sup> valores simulados, devido à dificuldade de obtenção de dados, a partir dos estudos apresentados pela CUWA (1992); CA: critério de avaliação; CODEPLAN: Companhia de Planejamento do Distrito Federal; CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; IBRAM: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília Ambiental; ADASA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Fonte: dados coletados junto a técnicos das instituições (Apêndices M, N, O, P, Q, R, S e T)

Tabela 6.22 – Pesos apresentados pela população das regiões administrativas

CA	Brasília	Cruzeiro	Estrutural	Guará	Lago Norte	Park Way	Varjão
CR1	0,25	0,25	0,19	0,19	0,14	0,14	0,23
CR2	0,20	0,20	0,19	0,19	0,10	0,14	0,18
CR3	0,10	0,10	0,19	0,14	0,14	0,10	0,09
CR4	0,10	0,10	0,19	0,14	0,14	0,19	0,14
CR5	0,20	0,20	0,14	0,19	0,24	0,19	0,18
CR6	0,15	0,15	0,10	0,14	0,24	0,24	0,18

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Fonte: dados coletados junto à população (Apêndices K e L)

Para obtenção dos pesos agregados dos especialistas, realizou-se a agregação dos pesos, por meio da aplicação do método *Distance-based* aos dados apresentados da Tabela 6.20. Na sequência, os pesos foram organizados segundo os atores envolvidos no processo decisório de cada região administrativa, conforme apresentado nas Tabelas 6.23, 6.24, 6.25, 6.26, 6.27, 6.28 e 6.29.

Tabela 6.23 – Pesos organizados para a região administrativa de Brasília

CA	WEa	CODEPLAN	CAESB	IBRAM	ADASA	Brasília
CR1	0,28	0,00	0,30	0,10	0,05	0,25
CR2	0,10	0,10	0,30	0,10	0,05	0,20
CR3	0,15	0,40	0,10	0,20	0,30	0,10
CR4	0,21	0,20	0,10	0,30	0,30	0,10
CR5	0,15	0,20	0,10	0,20	0,15	0,20
CR6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15

CA: critério de avaliação; WEa: peso agregado, a partir dos dados da Tabela 6.11, dos especialistas; CODEPLAN: Companhia de Planejamento do Distrito Federal; CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; IBRAM: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília Ambiental; ADASA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; Brasília: pesos apresentados pela população da região administrativa de Brasília; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Tabela 6.24 – Pesos organizados para a região administrativa do Cruzeiro

CA	WEa	CODEPLAN	CAESB	IBRAM	ADASA	Cruzeiro
CR1	0,28	0,00	0,30	0,10	0,05	0,25
CR2	0,10	0,10	0,30	0,10	0,05	0,20
CR3	0,15	0,40	0,10	0,20	0,30	0,10
CR4	0,21	0,20	0,10	0,30	0,30	0,10
CR5	0,15	0,20	0,10	0,20	0,15	0,20
CR6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15

CA: critério de avaliação; WEa: peso agregado, a partir dos dados da Tabela 6.11, dos especialistas; CODEPLAN: Companhia de Planejamento do Distrito Federal; CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; IBRAM: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília Ambiental; ADASA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; Cruzeiro: pesos apresentados pela população da região administrativa do Cruzeiro; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Tabela 6.25 – Pesos organizados para a região administrativa do Estrutural

CA	WEa	CODEPLAN	CAESB	IBRAM	ADASA	Estrutural
CR1	0,28	0,00	0,30	0,10	0,05	0,19
CR2	0,10	0,10	0,30	0,10	0,05	0,19
CR3	0,15	0,40	0,10	0,20	0,30	0,19
CR4	0,21	0,20	0,10	0,30	0,30	0,19
CR5	0,15	0,20	0,10	0,20	0,15	0,14
CR6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10

CA: critério de avaliação; WEa: peso agregado, a partir dos dados da Tabela 6.11, dos especialistas; CODEPLAN: Companhia de Planejamento do Distrito Federal; CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; IBRAM: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília Ambiental; ADASA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; Estrutural: pesos apresentados pela população da região administrativa Estrutural; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Tabela 6.26 – Pesos organizados para a região administrativa do Guará

CA	WEa	CODEPLAN	CAESB	IBRAM	ADASA	Guará
CR1	0,28	0,00	0,30	0,10	0,05	0,19
CR2	0,10	0,10	0,30	0,10	0,05	0,19
CR3	0,15	0,40	0,10	0,20	0,30	0,14
CR4	0,21	0,20	0,10	0,30	0,30	0,14
CR5	0,15	0,20	0,10	0,20	0,15	0,19
CR6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,14

CA: critério de avaliação; WEa: peso agregado, a partir dos dados da Tabela 6.11, dos especialistas; CODEPLAN: Companhia de Planejamento do Distrito Federal; CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; IBRAM: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília Ambiental; ADASA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; Guará: pesos apresentados pela população da região administrativa do Guará; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Tabela 6.27 – Pesos organizados para a região administrativa do Lago Norte

CA	WEa	CODEPLAN	CAESB	IBRAM	ADASA	Lago Norte
CR1	0,28	0,00	0,30	0,10	0,05	0,14
CR2	0,10	0,10	0,30	0,10	0,05	0,10
CR3	0,15	0,40	0,10	0,20	0,30	0,14
CR4	0,21	0,20	0,10	0,30	0,30	0,14
CR5	0,15	0,20	0,10	0,20	0,15	0,24
CR6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,24

CA: critério de avaliação; WEa: peso agregado, a partir dos dados da Tabela 6.11, dos especialistas; CODEPLAN: Companhia de Planejamento do Distrito Federal; CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; IBRAM: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília Ambiental; ADASA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; Lago Norte: pesos apresentados pela população da região administrativa do Lago Norte; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Por fim, os pesos foram inseridos e agregados no CAUA-MCDA, considerando todos os atores envolvidos no processo decisório de cada região administrativa, também utilizando o método *Distance-based*.

Tabela 6.28 – Pesos organizados para a região administrativa do Park Way

CA	WEa	CODEPLAN	CAESB	IBRAM	ADASA	Park Way
CR1	0,28	0,00	0,30	0,10	0,05	0,14
CR2	0,11	0,10	0,30	0,10	0,05	0,14
CR3	0,15	0,40	0,10	0,20	0,30	0,10
CR4	0,21	0,20	0,10	0,30	0,30	0,19
CR5	0,15	0,20	0,10	0,20	0,15	0,19
CR6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,24

CA: critério de avaliação; WEa: peso agregado, a partir dos dados da Tabela 6.11, dos especialistas; CODEPLAN: Companhia de Planejamento do Distrito Federal; CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; IBRAM: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília; ADASA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; Park Way: pesos apresentados pela população da região administrativa do Park Way; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

Tabela 6.29 – Pesos organizados para a região administrativa do Varjão

CA	WEa	CODEPLAN	CAESB	IBRAM	ADASA	Varjão
CR1	0,28	0,00	0,30	0,10	0,05	0,23
CR2	0,10	0,10	0,30	0,10	0,05	0,18
CR3	0,15	0,40	0,10	0,20	0,30	0,09
CR4	0,21	0,20	0,10	0,30	0,30	0,14
CR5	0,15	0,20	0,10	0,20	0,15	0,18
CR6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,18

CA: critério de avaliação; WEa: peso agregado, a partir dos dados da Tabela 6.11, dos especialistas; CODEPLAN: Companhia de Planejamento do Distrito Federal; CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal; IBRAM: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília; ADASA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; Varjão: pesos apresentados pela população da região administrativa do Varjão; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

A Tabela 6.30, apresenta os resultados dos pesos agregados, para cada região administrativa.

Tabela 6.30 – Pesos agregados dos critérios por região administrativa

CA	Brasília	Cruzeiro	Estrutural	Guará	Lago Norte	Park Way	Varjão
CR1	0,23	0,23	0,19	0,18	0,12	0,14	0,22
CR2	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10
CR3	0,17	0,17	0,20	0,20	0,20	0,20	0,18
CR4	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,21
CR5	0,17	0,17	0,16	0,19	0,20	0,18	0,18
CR6	0,12	0,12	0,10	0,11	0,15	0,15	0,11

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população

As matrizes de decisão, para cada uma das regiões administrativas, estão apresentadas nas Tabelas 6.31, 6.32, 6.33, 6.34, 6.35, 6.36 e 6.37. Os valores dos desempenhos nas matrizes de decisão seguem as escalas dadas na Tabela 6.10.

Tabela 6.31 – Matriz de decisão para a região administrativa Brasília

CA	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D18	D19	D16	D8	D7
CR1	0,23	4	5	1	7	6
CR2	0,10	3	2	1	7	6
CR3	0,17	1	3	3	4	3
CR4	0,22	1	1	2	1	1
CR5	0,17	1	2	1	4	3
CR6	0,12	5	4	1	1	2

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D16: Regulação do consumo; D18: Fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água; D19: Boas práticas para conservação da água

Tabela 6.32 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Cruzeiro

CA	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D18	D19	D16	D8	D7
CR1	0,23	4	5	1	7	6
CR2	0,10	3	2	1	7	6
CR3	0,17	1	3	3	4	3
CR4	0,22	1	1	2	1	1
CR5	0,17	1	2	1	4	3
CR6	0,12	5	4	2	1	2

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D16: Regulação do consumo; D18: Fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água; D19: Boas práticas para conservação da água

Tabela 6.33 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Estrutural

CA	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D19	D7	D1	D3	D10
CR1	0,19	5	6	5	3	2
CR2	0,12	2	6	4	4	1
CR3	0,20	3	3	2	2	4
CR4	0,22	1	1	10	1	2
CR5	0,16	2	3	4	2	1
CR6	0,10	1	4	6	2	10

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D1: Redução de perdas; D3: Implementação de medição individualizada; D7: Coleta e uso de água de chuva; D10: Estímulos fiscais à redução do consumo; D19: Boas práticas para conservação da água

Tabela 6.34 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Guará

CA	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D19	D3	D1	D8	D7
CR1	0,18	5	3	5	7	6
CR2	0,10	2	4	4	7	6
CR3	0,20	3	2	2	4	3
CR4	0,22	1	1	10	1	1

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D1: Redução de perdas; D3: Implementação de medição individualizada; D7: Coleta e uso de



Tabela 6.34 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Guará (continuação)

CA	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D19	D3	D1	D8	D7
CR5	0,19	2	2	4	4	3
CR6	0,11	3	5	6	1	2

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D1: Redução de perdas; D3: Implementação de medição individualizada; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D19: Boas práticas para conservação da água

Tabela 6.35 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Lago Norte

CA	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D1	D7	D8	D6	D10
CR1	0,12	5	6	7	4	4
CR2	0,10	4	6	7	5	2
CR3	0,20	2	3	4	4	4
CR4	0,23	10	1	1	3	3
CR5	0,20	4	3	4	3	1
CR6	0,15	3	2	1	2	4

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D1: Redução de perdas; D6: Redução de pressão na rede de distribuição de água; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D10: Estímulos fiscais à redução do consumo

Tabela 6.36 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Park Way

CA	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D1	D7	D8	D6	D10
CR1	0,14	5	6	7	4	4
CR2	0,10	4	6	7	5	2
CR3	0,20	2	3	4	4	4
CR4	0,23	10	1	1	3	3
CR5	0,18	4	3	4	3	1
CR6	0,15	3	2	1	2	4

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D1: Redução de perdas; D6: Redução de pressão na rede de distribuição de água; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D10: Estímulos fiscais à redução do consumo

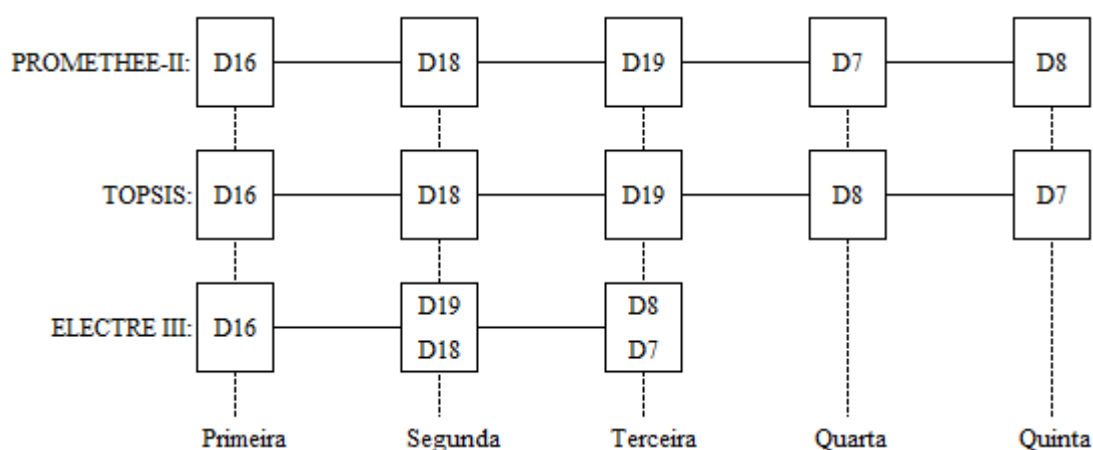
Tabela 6.37 – Matriz de decisão para a Região Administrativa Varjão

CA	Pesos agregados	Diretrizes selecionadas pelo CAUA-EXPERT				
		D1	D2	D3	D6	D7
CR1	0,22	5	4	3	4	6
CR2	0,10	4	5	4	5	6
CR3	0,18	2	3	2	4	3
CR4	0,21	10	2	1	3	1
CR5	0,18	4	2	2	3	3
CR6	0,11	3	3	5	2	2

CA: critério de avaliação; CR1: custo do investimento; CR2: taxa interna de retorno; CR3: redução do consumo; CR4: redução de perdas; CR5: nível tecnológico; CR6: aceitabilidade da população; D1: Redução de perdas; D2: Implementação de macro e micro medição; D3: Implementação de medição individualizada; D6: Redução de pressão na rede de distribuição de água; D7: Coleta e uso de água de chuva

Esses valores foram obtidos por meio de analogias com estudos de casos encontrados na literatura, por exemplo, os trabalhos realizados por Froukh (2001), CUWA (1992), Makropoulos *et al.* (2008) e Zarghami *et al.* (2008). A grande dificuldade para obtenção de valores primários justificou a utilização das analogias. Uma importante observação, especialmente no estudo apresentado por CUWA (1992), diz respeito à implementação não de uma diretriz, mais sim de um conjunto de diretrizes de projeto para solucionar os casos de CAUA. Nesta pesquisa, o conjunto de diretrizes para solucionar os casos de CAUA estudados foi obtido através do CAUA-EXPERT, conforme apresentado na Tabela 6.19.

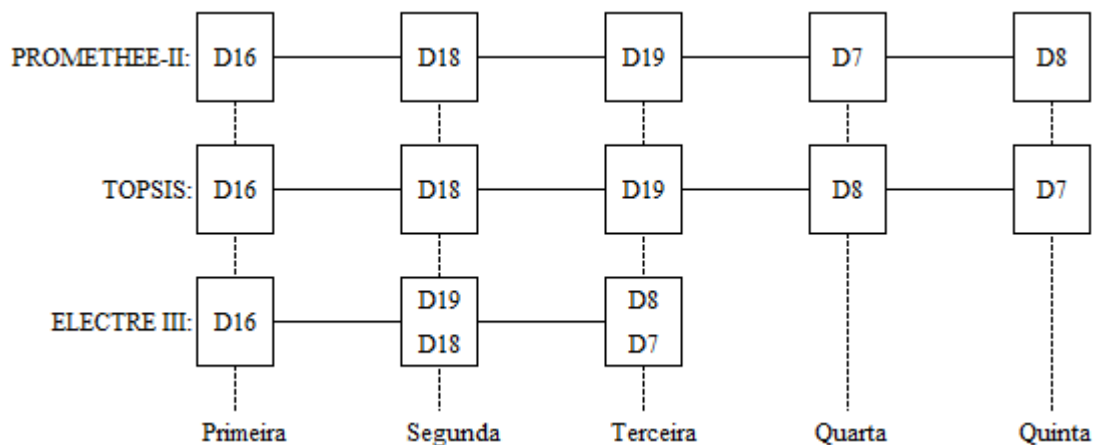
Com a introdução dos dados das matrizes de decisão dos estudos de casos no CAUA-MCDA, encontraram-se os resultados apresentados nas Figuras 6.30, 6.31, 6.32, 6.33, 6.34, 6.35 e 6.36.



Legenda: D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D16: Regulação do consumo; D18: Fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água; D19: Boas práticas para conservação da água; Primeira, Segunda, ..., Quinta: é a diretriz de prioridade 1, é a diretriz de prioridade 2, ..., é a diretriz de prioridade 5

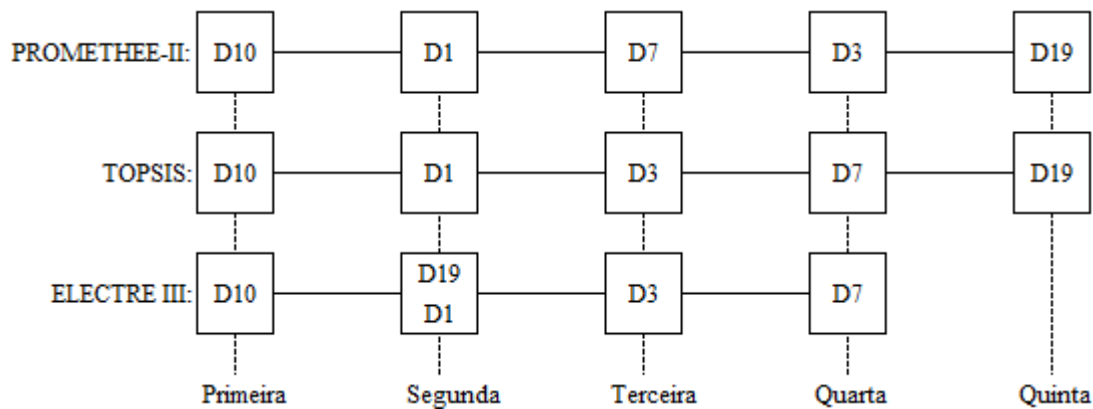
Figura 6.30 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Brasília

De modo geral, os resultados indicaram que as diretrizes D1 (redução de perdas), D10 (estímulos fiscais à redução do consumo) e D16 (regulação do consumo) são as de maior prioridade, uma vez que frequentemente estão entre as três primeiras diretrizes, sendo essas diretrizes sugeridas para a companhia de saneamento que opera os SAAs das referidas regiões administrativas. Também se notaram algumas pequenas discordâncias entre as prioridades apresentadas pelos métodos multiobjetivo e multicritério PROMETHEE II, TOPSIS e ELECTRE III. Observa-se aqui que dados primários (ou seja, dados não obtidos por analogias) poderiam induzir a diferentes resultados.



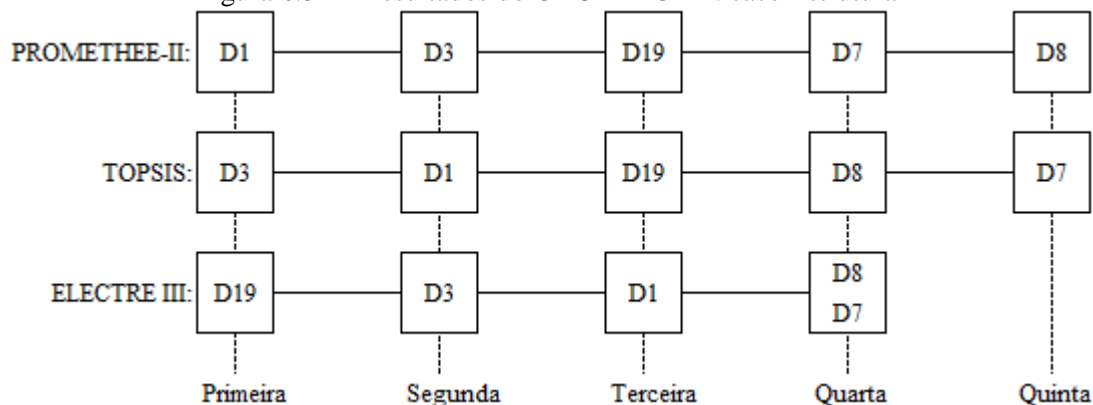
Legenda: D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D16: Regulação do consumo; D18: Fortalecimento da operadora dos serviços de abastecimento de água; D19: Boas práticas para conservação da água; Primeira, Segunda, ..., Quinta: é a diretriz de prioridade 1, é a diretriz de prioridade 2, ..., é a diretriz de prioridade 5

Figura 6.31 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Cruzeiro



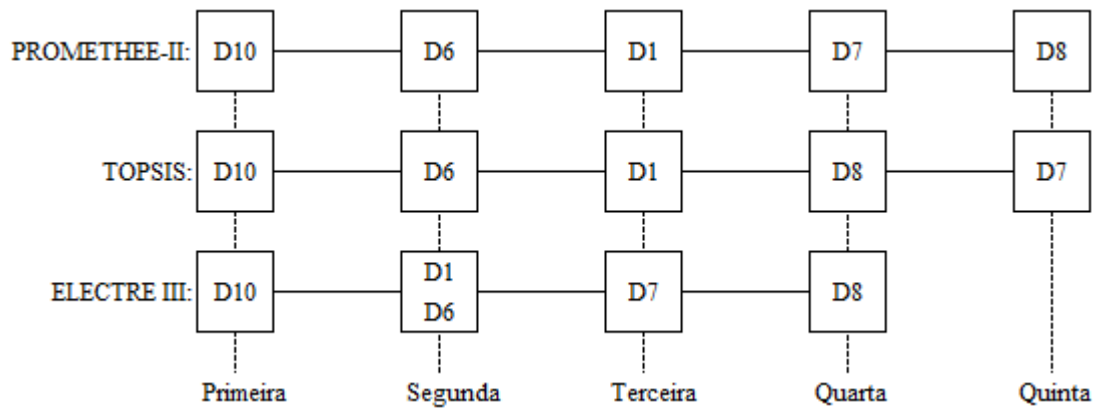
Legenda: D1: Redução de perdas; D3: Implementação de medição individualizada; D7: Coleta e uso de água de chuva; D10: Estímulos fiscais à redução do consumo; D19: Boas práticas para conservação da água; Primeira, Segunda, ..., Quinta: é a diretriz de prioridade 1, é a diretriz de prioridade 2, ..., é a diretriz de prioridade 5

Figura 6.32 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Estrutural



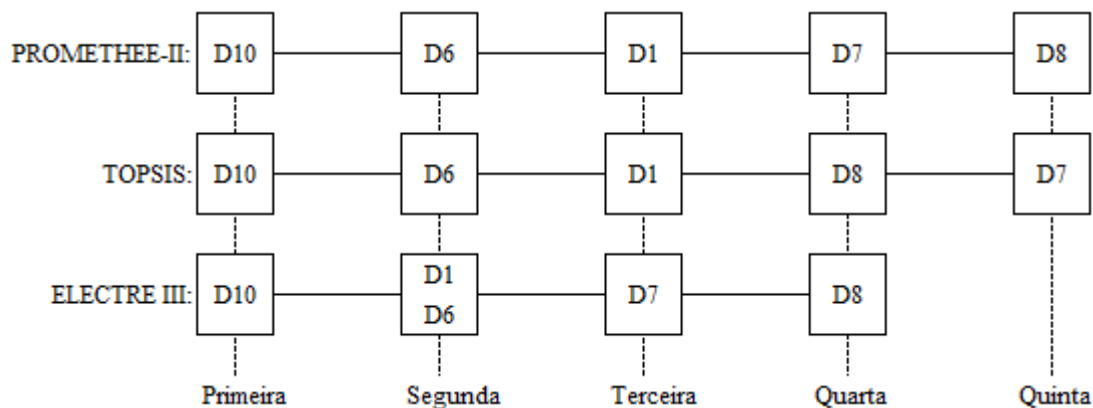
Legenda: D1: Redução de perdas; D3: Implementação de medição individualizada; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D19: Boas práticas para conservação da água; Primeira, Segunda, ..., Quinta: é a diretriz de prioridade 1, é a diretriz de prioridade 2, ..., é a diretriz de prioridade 5

Figura 6.33 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Guará



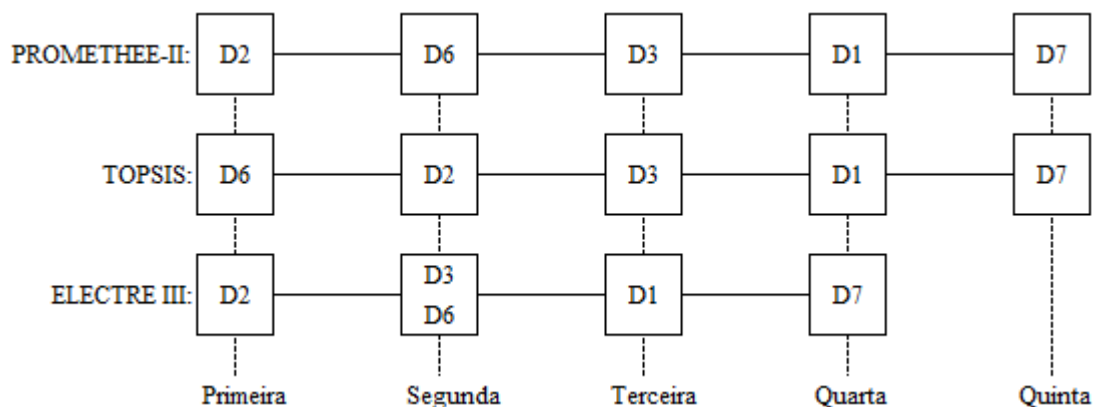
Legenda: D1: Redução de perdas; D6: Redução de pressão na rede de distribuição de água; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D10: Estímulos fiscais à redução do consumo; Primeira, Segunda, ..., Quinta: é a diretriz de prioridade 1, é a diretriz de prioridade 2, ..., é a diretriz de prioridade 5

Figura 6.34 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Lago Norte



Legenda: D1: Redução de perdas; D6: Redução de pressão na rede de distribuição de água; D7: Coleta e uso de água de chuva; D8: Coleta, tratamento e uso de águas cinza; D10: Estímulos fiscais à redução do consumo; Primeira, Segunda, ..., Quinta: é a diretriz de prioridade 1, é a diretriz de prioridade 2, ..., é a diretriz de prioridade 5

Figura 6.35 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Park Way



Legenda: D1: Redução de perdas; D2: Implementação de macro e micro medição; D3: Implementação de medição individualizada; D6: Redução de pressão na rede de distribuição de água; D7: Coleta e uso de água de chuva; Primeira, Segunda, ..., Quinta: é a diretriz de prioridade 1, é a diretriz de prioridade 2, ..., é a diretriz de prioridade 5

Figura 6.36 – Resultados do CAUA-MCDA: caso Varjão

Considerando que o modelo inteiro (CAUA-SAD) é composto pelo submodelo 1 (CAUAmovel), submodelo 2 (CAUA-EXPERT) e submodelo 3 (CAUA-MCDA), e que o início de sua utilização se deu com o submodelo 1 (CAUAmovel), aqui, com o término da utilização do CAUA-MCDA, finda-se também a utilização do CAUA-SAD. Em outras palavras, com a obtenção dos resultados do CAUA-MCDA encontraram-se também os resultados do CAUA-SAD (integração dos submodelos CAUAmovel, CAUA-EXPERT e CAUA-MCDA). O CAUA-SAD ainda pode ser mais aprimorado, utilizando para isso informações de outros casos e obtendo maior quantidade de informações de especialistas.

Devido ao fato a dificuldade para obtenção de informações junto à operadora dos sistemas de água e esgotos a etapa de avaliação do resultado esta não foi realizada.

## 7 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Um modelo, denominado de CAUA-SAD, para o processo decisório de gestão da crise no abastecimento urbano de água foi desenvolvido. O CAUA-SAD é um modelo híbrido de análise de decisão que envolve a associação de submodelos, cada um baseado em uma técnica diferente de análise. Os submodelos que compõem o CAUA-SAD e respectivas tarefas incluem: (1) CAUAmodel, que classifica os casos de CAUA; (2) CAUA-EXPERT, que identifica as diretrizes adequadas; e, (3) CAUA-MCDA, que prioriza diretrizes identificadas pelo CAUA-EXPERT, identificando assim a estratégia ideal para tratamento de casos de CAUA. O modelo CAUA-SAD é capaz de orientar os tomadores de decisão na seleção de diretrizes e estratégias necessárias para solucionar o problema de crise no abastecimento urbano de água.

Entre as principais conclusões obtidas nesta pesquisa destacam-se: (1) foi identificada uma série de possíveis diretrizes de projeto para solução do problema de crise no abastecimento urbano de água; (2) foram modeladas as possíveis situações de crise no abastecimento urbano de água; (3) foi modelado o domínio de conhecimento de especialistas humanos ao selecionarem a melhor solução para o problema de crise no abastecimento urbano de água; (4) foram comparadas e ordenadas as melhores soluções para o problema de crise no abastecimento urbano de água; e (5) foi desenvolvida uma interação amigável entre o usuário e o modelo CAUA-SAD. O modelo CAUA-SAD encontra-se disponível em forma digital (gravado em CD) no Apêndice D.

Acrescentam-se ainda outras conclusões, apresentadas na sequência.

O submodelo CAUAmodel apresentou-se como uma forma adequada para modelagem da CAUA. No entanto, observou-se a necessidade de maior estratificação do problema. Em outras palavras, além das dimensões socioeconômica, gerencial, urbana, ambiental e cultural, já utilizadas pelo submodelo CAUAmodel, a maior estratificação poderia decompor as atuais dimensões do problema em novas dimensões. Por exemplo, a dimensão gerencial poderia ser decomposta nas dimensões gerencial operacional (relacionada à operação do sistema de abastecimento de água) e gerencial econômica (relacionada aos

aspectos financeiros da companhia de saneamento). Sendo assim, a inserção de novas dimensões para problema é uma sugestão de aprimoramento do submodelo CAUAmodel.

Apesar das características do problema serem adequadas à abordagem do sistema especialista, durante o desenvolvimento do submodelo CAUA-EXPERT encontraram-se alguns obstáculos, incluindo: (1) a dificuldade de encontrar especialistas dispostos a colaborar com o desenvolvimento do submodelo CAUA-EXPERT; (2) a existência de divergência entre as opiniões dos especialistas; e (3) a existência de problemas na inferência (por exemplo, seleção da diretriz implementação de medição individualizada para o caso cuja tipologia habitacional predominante é de residências unifamiliares isoladas), decorrente principalmente da existência de divergência entre as opiniões dos especialistas. Observou-se também que casos com características semelhantes receberam soluções distintas, em função, predominantemente, da formação, vivência e experiência profissional de cada especialista humano que analisou o caso. Assim, sugere-se a continuidade do estudo, no entanto agora se pensando em modificações na metodologia de modo a minimizar essa influência. Uma possível modificação, por exemplo, poderia ser a agregação de respostas de especialistas com formação acadêmica similar e a atribuição de pesos a cada classe de formação acadêmica.

As metodologias multicritério de apoio à decisão, mais especificamente os métodos PROMETHEE II, TOPSIS e ELECTRE III, se mostraram adequadas para comparação e ordenação das diretrizes de projeto para solução do problema de crise no abastecimento urbano de água, conseguindo analisar diferentes diretrizes de projeto sobre a ótica de diferentes critérios. Acrescenta-se, ainda, que, em situações reais de CAUA, não se implementa uma única diretriz, mais sim um conjunto de diretrizes, conforme apresentado por CUWA (1992). Assim, sugere-se a continuidade deste estudo agora não com o objetivo de priorizar diretrizes, mais com o objetivo de identificar qual é o conjunto de diretrizes ótimas de projeto para solução de um determinado caso de CAUA.

De modo geral, a abordagem adotada para o tratamento do problema pode ser considerada adequada, uma vez que conseguiu capturar, de forma racional, os fatores influentes, os atores envolvidos no processo decisório e os critérios de tomada de decisão considerados. Os modelos desenvolvidos são capazes de contribuir para o planejamento em situações de CAUA, identificando diretrizes de projetos e fatores influentes, e apontando, ao menos de

forma preliminar, as possíveis diretrizes mais adequadas para diferentes casos. Os modelos desenvolvidos no presente trabalho devem ser aprimorados – e deseja-se que o sejam – para sua utilização em outras situações reais. Apesar disso, as respostas dos modelos desenvolvidos podem ser aprimoradas em cada vez que eles sejam utilizados para simulações de situações reais, acumulando-se o conhecimento nas suas bases de conhecimento e aperfeiçoando-se gradativamente as suas estruturas de representação do processo decisório.

As recomendações finais para que trabalhos similares futuros prosperem estão apresentadas a seguir.

- (1) Estudar a possibilidade de utilização do método ELECTRE-TRI (recomendado pela literatura para o tratamento de problemas de classificação) para modelagem da CAUA em substituição ou concomitantemente ao método do TOPSIS, no CAUAmodel. Esta modificação poderá dar maior sensibilidade ao modelo CAUA-SAD, uma vez que a atual forma de modelagem se mostrou muito pouco sensível a erros nos dados de entrada.
- (2) Estudar novas formas de agregar os fatores influentes com vista à definição ótima das dimensões do problema de CAUA, uma vez que a agregação dos fatores influentes que foi utilizada fez com que o modelo perdesse algumas informações específicas. Por exemplo, a dimensão gerencial agrega informações tanto de perdas como de política tarifária, e o modelo CAUA-SAD, no momento de selecionar as diretrizes, faz utilização somente da classificação da dimensão gerencial (ou seja, há perdas de informações específicas). Assim, espera-se que a melhor agregação possa reduzir os erros nos resultados do modelo CAUA-SAD, especialmente no momento de seleção das diretrizes adequadas (ou seja, no CAUA-EXPERT).
- (3) Verificar a efetiva existência e disponibilidade de especialistas (especializados em gestão de CAUA) para participação na atualização, ou no desenvolvimento, de sistemas especialistas com características similares. Espera-se, com isso, obter uma redução no conflito entre as opiniões dos especialistas, modelos de classificação com melhores ajustes (Estatística Kappa, TP e FP), e, conseqüente, melhores resultados do CAUA-SAD, ou, mais especificamente, melhores resultados do CAUA-EXPERT.
- (4) Estudar a possibilidade de seleção do conjunto de diretrizes de projeto para solução de casos de CAUA a partir de técnicas como a otimização multiobjetivo



evolucionária e a análise combinatória. As justificativas para sugestão dessas técnicas consideram as vantagens da otimização com múltiplos objetivos, a possibilidade de utilização de variáveis discretas na modelagem dos problemas, e o importante interesse de se alcançar uma combinação ótima de diretrizes de projetos para solução de casos de CAUA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. (2010). ABES informa: nº 160. [on line]. Disponível em: <<http://www.abes-dn.org.br/?public=anteriores>>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- Abrishamchi, A.; Ebrahimian, A.; Tajrishi, M.; Mariño, M. A. (2005). “Case study: application of multicriteria decision making to urban supply”. *Journal of Water Resource Planning and Management*, ASCE, **131**(4), 326-335.
- Ackoff, R. L.; Sassieni, M. W. (1971). *Pesquisa operacional*. Tradução José L. Moura Marques e Cláudio Graell Reis, revisão técnica Antônio Garcia de Miranda Netto, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 523p.
- ACMA – The Association of California Water Agencies. (2007). California’s Water: A Crisis We Can’t Ignore. [on line]. Disponível em: <<http://www.calwatercrisis.org/program.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- Aguirre, L. A. (2007). *Introdução a identificação de sistemas – Técnicas lineares e não-lineares aplicadas a sistemas reais*. 3. 130e., Belo Horizonte, Ed. Universitária UFMG, 728p.
- Albuquerque, T. M. A. (2004). *Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda de água na escala de bairro*. Dissertação de Mestrado, Publicação Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 215p.
- Albuquerque, T. M. A.; Ribeiro, M. M. R.; Vieira, Z. M. C. L. (2008). “Análise multicriterial de alternativas tecnológicas para redução do consumo de água”. *Revista ABRH*, **13**(4), 99-110.
- Altunkaynak, A.; Özger, M.; Çakmakci, M. (2005). “Water consumption of Istanbul City by using logic fuzzy”. *Water Resources Management*, **19**, 641-654.
- Ares, J.; Serra, J. (2008). “Selection of sustainable projects for floodplain restoration and urban wastewater management at the lower Chubut river valley (Argentina)”. *Landscape and Urban Planning*, **85**, 215-227.
- Artero, A. O. (2009). *Inteligência artificial: teórica e prática*. São Paulo, Ed. Livraria da Física, 230p.

- Athanasiadis, I. N.; Mentis, A. K.; Mitkas, P. A.; Mylopoulos, Y. A. (2005). “A hybrid agent-based model for estimating residential water demand”. *Simulation*, **81**(3), 175-187.
- Baeza, J. A.; Ferreira, E. F.; Lafuente, J. (2000). “Knowledge-based supervision and control of wastewater treatment plant: a real time implementation”. *Water Science and Technology*, **41**(12), 129-137.
- Barakat & Chamberlin, INC. (1992). “Water supply reliability in California: How much do we have? How much do we need?”. [on line]. Disponível em: <<http://www.cuwa.org/library/WaterSupplyReliabilityInCalifornia.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- Barbosa, P. S. (1997). “O Emprego da análise multiobjetivo no gerenciamento dos recursos hídricos brasileiros”. *A água em revista*, **5**(8), 42-46.
- Barreto, D. (2007). “Perfil do consumo residencial e usos finais da água”. *Ambiente Construído*, **8**(2), 23-40.
- Barth, F. T.; Pompeu, C. T.; Fill, H. D.; Tucci, C. E. M.; Kelman, J.; Braga Jr, B. P. F. (1987). *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. Nobel/ABRH, Porto Alegre, 526p.
- Beinat, E. (1997). *Value functions for environmental management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 241p.
- Belem, M. G. (2009). “A cobrança da água bruta no setor de saneamento”. In: *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande, Brasil, ABRH.
- Borges, V. M. N. A. (2003). *Acompanhamento de um modelo de previsão de demanda de água a um modelo simulador em tempo real – um estudo de caso: sistema adutor metropolitano de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Publicação EPUSP, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 206p.
- Bouyssou, D.; Marchant, T.; Pirlot, M.; Perny, P.; Tsoukiàs, A.; Vincke, P. (2000). *Evaluation and decision models*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 274p.
- Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. (1993). “O Programa de Modernização do Setor Saneamento”. [on line]. Disponível em: <<http://www.pms.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2010.
- Brochi, D.; Viella, A.; Santos, J. C.; Kamo, M.; Pereira, F. (2009). “Casa modelo experimental voltada ao uso racional de água e energia – uma ferramenta para a gestão dos recursos hídricos”. In: *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande, Brasil, ABRH.

- Cantão, L. A. P. (2003). *Programação não-linear com parâmetros fuzzy: teoria e algoritmos*. Tese de Doutorado, Publicação FEEC, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 84p.
- Cao, B-Y. (2002). *Fuzzy geometric programming*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 288p.
- Cardoso, E.; Bordignon, N. J. (2009). “O desafio para garantia do abastecimento público em situações de estiagem em municípios abastecidos por mananciais em pequenas bacias hidrográficas: O caso de São Bento do Sul – SC”. *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande, Brasil, ABRH.
- CEF – Caixa Econômica Federal. (2010). Caixa Feirão. [on line]. Disponível em: <[http://www.feirao.caixa.gov.br/portal/public/Feirao/escolhaImovel?portal:componentId=3588766&portal:type=action&portal:isSecure=false&\\_\\_jpfJSFTARGET=view%3A%2Fimovel%2Fimovel.jsp](http://www.feirao.caixa.gov.br/portal/public/Feirao/escolhaImovel?portal:componentId=3588766&portal:type=action&portal:isSecure=false&__jpfJSFTARGET=view%3A%2Fimovel%2Fimovel.jsp)> Acesso em: 15 mai. 2010.
- Chakrabarti, P. G. D. (2001). “Rooftop rain water harvesting – an alternative technology for fresh water augmentation in chronically deficient urban agglomerates of India.” In: *Symposium Proceedings/Actes: Frontiers in urban water management: Deadlock or hope?* Marseille, France, UNESCO.
- Chau, K. W.; Chuntian, C.; Li, C. W. (2002). “Knowledge management system on flow and water quality modeling”. *Expert System with Applications*, **22**, 321-330.
- Cheng, H.; Yang, Z.; Chan, C. W. (2003). “An expert system for decision support of municipal water pollution control”. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, **16**, 159-166.
- Cochram, R.; Cotton, A. (1984). “Municipal water demand study Oklahoma city and Tulsa Oklahoma”. *Oklahoma water resource board*. [on line]. Disponível em: <[http://www.owrb.ok.gov/studies/reports/reports\\_pdf/pub\\_123\\_municipal\\_water.pdf](http://www.owrb.ok.gov/studies/reports/reports_pdf/pub_123_municipal_water.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- Collier, P. A.; Leech, S. A.; Clark, N. (1999). “A validated expert system for decision making in corporate recovery”. *International Journal of Intelligence System in Accounting, Finance & Management*, **8**, 75-88.
- Conejo, J. G. L.; Soares, S. R. A.; Juliatto, E. S.; Pereira, C. A. A. O.; Oliveira, D. D.; Grisotto, L. E. G.; Moraes Junior, J. M. (2009). “Panorama da oferta de água nos grandes centros urbanos do país a partir dos resultados do atlas regiões metropolitanas”. In: *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande, Brasil, ABRH.

- Cook, W. D.; Seiford, L. M. (1978). "Priority ranking and consensus formation". *Management Science*, **24**(16), 1721–1732.
- Corral-Verdugo, V. (2003). "Determinantes psicológicos e situacionais do comportamento de conservação de água: um modelo estrutural". *Estudos em Psicologia*, **8**(2), 245-252.
- Cortés, U.; Sánchez-Marré, M.; Ceccaroni, L.; R-Roda, I.; Poch, M. (2000). "Artificial intelligence and environment decision support system". *Applied Intelligence*, **13**, 77-91.
- CUWA – California Urban Water Agency. (1992). Survey of 1992 – Demand management measures. [on line]. Disponível em:  
<<http://www.cuwa.org/library/SurveyOf1992DemandManagementMeasures.pdf>>.  
Acesso em: 18 fev. 2010.
- CUWA – California Urban Water Agency. (1997). BMP Performance Evaluation. Executive Summary – Draft Final prepared by D. L. Mitchell, M. Cubed and W. Illingworth (Foster Associates, Inc.), California, Estados Unidos, 183 p. [on line]. Disponível em: <[http://www.cuwa.org/library/BMP\\_PerformanceEvaluation.pdf](http://www.cuwa.org/library/BMP_PerformanceEvaluation.pdf)>  
Acesso em: 18 fev. 2010.
- CUWA – California Urban Water Agency; A&N – A & N Technical Services, Inc. (2004). Urban water conservation potential: 2003 technical update. [on line]. Disponível em:  
<[http://www.cuwa.org/library/CUWA\\_03UrbanWaterConservationPotential.pdf](http://www.cuwa.org/library/CUWA_03UrbanWaterConservationPotential.pdf)>.  
Acesso em: 18 fev. 2010.
- CUWCC – California Urban Water Conservation Council. (1991). About the CUWCC. [on line]. Disponível em: <<http://www.cuwcc.org/about/default.aspx>>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- Das, S.; Abraham, A.; Konar, A. (2008). "Particle Swarm Optimization and Differential Evolution Algorithms: Technical Analysis, Applications and Hybridization Perspectives". *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, **116**, 1-38.
- DF – Distrito Federal. (2008). Síntese de informações socioeconômicas, 2008/Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Brasília: Codeplan. Disponível em:  
<<http://www.codeplan.df.gov.br/sites/200/216/00000194.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2009.
- Dixon, L. S.; Moore, N. Y.; Pint, E. M. (1995). The Effect Water Supply Reductions During the 1987-92 California Drought. [on line]. Disponível em:

- <[http://www.cuwa.org/library/TheEffectofUrbanWaterSupplyReduction87\\_92.pdf](http://www.cuwa.org/library/TheEffectofUrbanWaterSupplyReduction87_92.pdf)>  
Acesso em: 18 fev. 2010.
- ENAP – Escola Nacional de Administração Pública. (2001). Introdução ao planejamento estratégico institucional: enfoque empresarial. [on line]. Disponível em:  
<<http://200.211.196.47:81/ebook/libv000027.pdf>> Acesso em: 14 set. 2010.
- Fernandes Neto, M. L.; Naghettini, M.; Von Sperling, M. (2004). “Avaliação da relevância dos parâmetros intervenientes no consumo per capita de água para os municípios de Minas Gerais”. *Eng. Sanit. Ambient.*, **9**(2), 100-107.
- Fink, J.; Poelking, E. L.; Claudino, A. E.; Dalmolin, R. S. D. (2007). “Uso da terra em função das classes de declividade no município de Itaara, RS”. In: *XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. Gramado, Brasil, SBCS.
- Fiske, S. G.; Weiner, R. A.; Barakt & Chamberlin, Inc. (1994). A guide to: costumer incentives for water conservation. [on line]. Disponível em:  
<<http://www.cuwa.org/library/CustomerIncentivesForWaterConservation.pdf>>.  
Acesso em: 18 fev. 2010.
- Freitas, M.A.V.; Santos, A.H.M. (1999). Importância da água e da informação hidrológica. In: Freitas, M.A.V. (Ed.). O estado das águas no Brasil; perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília: ANEEL/MME/ MMA-SRH/OMM. P.13-16.
- Froukh, M. L. (2001). “Decision-support system for domestic water demand forecasting and management”. *Water Resources Management*, **15**, 363-382.
- Ful, G.; Butler, D.; Khu, S. T. (2008). “Multiple objectives optimal control of integrated urban wastewater systems”. *Environmental Modelling & Software*, **23**, 225-234.
- Fullerton Jr., T. M.; Tinajero, R.; Cota, J. E. M. (2007). “An empirical analysis of Tijuana consumption”. *Atlantic Economic*, **35**, 357-369.
- Gandy, M. (1997). “The making of a regulatory crisis: restructuring New York city’s water supply”. *Blackwell Publishing on behalf of the Royal Geographic Society*, **22**(3), 338-358.
- Gasimov, R. N.; Yenilmez, K. (2002). “Solving fuzzy linear programming problems with linear membership functions”. *Turk J Math*, **26**, 375-396.
- Giarratano, J. C.; Riley, G. D. (2004). *Expert system: principles and programming*. 4 ed., PWS Publishing Company, Boston, 842p.

- Giboshi, M. L.; Rodrigues, L. H. A.; Lombardi Neto, F. (1999). “CAP\_USO: Um sistema especialista para determinação da capacidade de uso da terra”. *Acta Scientiarum*, **21**(4), 909-914.
- Gleik, P. H. (1998). “Water in crisis: paths to sustainable water use”. *Ecological applications*, **8**(3), 571-579.
- Gleik, P. H. (2003). “Water use”. *Annual Review Environment and Resources*, **28**, 275-314.
- Goicoechea, A.; Hansen, D. R.; Duckstein, L. (1982). *Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business Applications*. John Wiley & Sons, New York, 519p.
- Gomes, H. P. (2004). *Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico*. Ed. Universitária UFPB, João Pessoa, 242p.
- Gomes, L. F. A. M.; Gomes, C. F. S.; Almeida, A. T. (2002). *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. Ed. Atlas, São Paulo, 264p.
- Gonçalves, A. O.; Fidalgo, E. C. C.; Bastos, C. L. (2006). Caracterização Climática do Município de São José de Ubá, Estado do Rio de Janeiro”. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Solos*, **95**, 1-25. [on line]. Disponível em: [http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/bpd95\\_2006\\_clima\\_sao\\_jose\\_uba.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/bpd95_2006_clima_sao_jose_uba.pdf)  
Acesso em: 15 mai. 2010.
- Gravina, J. B. (2002). *Validação de sistemas de apoio a decisão desenvolvido para o mercado de ações*. Dissertação de Mestrado, Publicação PPGA, Escola de Administração, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 100p.
- Hanne, T. (2001). *Intelligent strategies for meta multiple criteria decision making*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 197p.
- Harris, A. L. N. C.; Labaki, L. C. (2001). “Uma proposta de análise climática fuzzy baseada no método dos triângulos”. In: *XI Encontro Nacional e III Encontro Latino Americano Sobre Conforto no Ambiente Construído*. São Pedro, Brasil, ENAC.
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press.
- Huang, H. C. (2009). “Designing a knowledge-based system for strategic planning: A balanced scorecard perspective”. *Expert Systems with Applications*, **36**, 209-218.
- Hwang, C. L.; Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications: a state-of-the-art survey*. Springer-Verlag, New York, 259p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000<sup>a</sup>). Série de relatório metodológicos: metodologia do censo demográfico 2000. [on line]. Disponível em:

- <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/metodologia/metodologiacenso2000.pdf>> Acesso em: 04 jul. 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000b). Censos Demográficos. [on line]. Disponível em:  
<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default\\_censo\\_2000.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm)>  
Acesso em: 15 mai. 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2002). IBGE Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. [on line]. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.p>>  
Acesso em: 15 mai. 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2005). IBGE Mapas Interativos – Mapa de Climas. [on line]. Disponível em:  
<<http://mapas.ibge.gov.br/clima/viewer.htm>> Acesso em: 15 mai. 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2007). IBGE Cidades@. [on line]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 15 mai. 2010.
- IBRAM – Instituto do meio ambiente e dos recursos hídricos do Distrito Federal. (2009). Exibição de Notícia: Água do lago Paranoá vai para a torneira dos moradores do DF. [on line]. Disponível em:  
<[http://www.ibram.df.gov.br/003/00301009.asp?ttCD\\_CHAVE=91044&btImprimir=SIM](http://www.ibram.df.gov.br/003/00301009.asp?ttCD_CHAVE=91044&btImprimir=SIM)>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- IWAS – International water research alliance 136eã136136y. (2009). Latin America (Brazil). [on line]. Disponível em: <<http://www.iwas-sachsen.ufz.de/data/IWAS%20Agua%20DF-110531.pdf>> Acesso em: 17 set. 2009.
- Jacobs, H.; Haarhoff, J. (2004). “Application of a residential end-use model for estimating cold and hot water demand, wastewater flow and salinity”. *Water SA*, **30**(3), 305-316.
- Janssen, R. (1994). *Multiobjective decision support for environmental management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 232p.
- Jercich, S. A. J. (2006). “California’s 1995 water bank program: purchasing water supply options”. *Journal of Water Resources Planning and Management*, **123**(1), 59-65.
- Ji, Z. G. (2008). *Hydrodynamics and water quality: modeling rivers, lakes, and estuaries*. , John Wiley e Sons, New Jersey 676p.



- Jiang, Y. (2009). "China's water scarcity". *Journal of Environmental Management*, **90**, 3185-3196.
- Keshavarzi, A. R.; Sharifzadeh, M.; Haghghi, A. A. K.; Ami, S. (2006). "Rural domestic water consumption behavior: A case study in Ramjerd area, Fars province, I.R. Iran". *Water Research*, **40**, 1173-1178.
- Khosla, R.; Dillon, T. (1997). *Engineering intelligent hybrid multi-agent systems*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 410p.
- Kiker, G. A.; Bridges, T. S.; Varghese, A.; Seager, T. P.; Linkov, I. (2005) "Application of multicriteria decision analysis in environmental decision making". *Integrated Environmental Assessment and Management*, **1**(2), 95-108.
- Kim, T. J.; Wiggins, L. L.; Wright, J. R. (1990). *Expert systems: applications to urban planning*. Springer-Verlag, New York, 268p.
- Klahr, P.; Waterman, D. A. (1986). *Expert systems techniques, tools and applications*. Addison-Wesley Pub. Co., New York, 441p.
- Knauf, R.; Gonzalez, A. J.; Abel, T. (2002). "A framework for validation of rule-based systems". *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, **32**(3), 218-295.
- Knauf, R.; Gonzalez, A. J.; Tsuruta, S. (2003). "Utilizing validation experience for system validation". In: *FLAIRS Conference 2003*. Florida, USA, AAAI Press.
- Landis, J. R.; Koch, G. G. (1977). "The measurement of observer agreement for categorical data". *Biometrics*. **33**, 159-174.
- León, C.; Martín, S.; Elena, J. M.; Luque, J. (2000). "EXPLORE – Hybrid expert system for water networks management". *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, **126**(2), 65-74.
- Lertpalangsunti, N.; Chan, C. W.; Mason, R.; Tontiwachwuthikul, P. (1999). "A toolset for construction of hybrid intelligent forecasting systems: application for water demand prediction". *Artificial Intelligence in Engineering*, **13**(1), 21-42.
- Liao, S. H. (2005). "Expert system methodology and applications – a decade review from 1995 to 2004". *Expert Systems with Applications*, **28**, 93-103.
- Lootsma, F. A. (1991). *Multi-criteria decision analysis via ratio and difference judgement*. Kluwer Academic Publishers, New Jersey, 283p.
- Lopez-Gunn, E.; Llamas, M. R. (2008). "Re-thinking water scarcity: Can science and technology solve the global water crisis?". *Natural Resources Forum*, **32**, 228-238.

- López-Paredes, A.; Saurí, D.; Galán, J. M. (2005). "Urban water management with artificial societies of agents: the FIRMABAR simulator". *Simulation*, **81**(3), 189-199.
- Luger, G. F. (2009). *Artificial intelligent: structures and strategies for complex problem solving*. Pearson Education, Boston, 754p.
- Mahabir, C.; Hicks, F. E.; Fayek, A. R. (2003). "Application of fuzzy logic to forecast runoff". *Hydrological Process*, **17**, 3749-3762.
- Makropoulos, C. K.; Natsis, K.; Liu, S.; Mittas, K.; Butler, D. (2008). "Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management". *Environmental Modelling & Software*, **23**, 1448-1460.
- Marroco, J. (2003). *Análise estatística com utilização do SPSS*. 2. ed. Silabo Ltda., Lisboa, 508p.
- Martinez-Espiñeira, R. (2002). "Residential Water Demand in the Northwest of Spain". *Environmental and Resource Economics*, **21**, 161-187.
- Martins, G. A. (2002). *Estatística geral e aplicada*. 2. ed., Atlas, São Paulo, 417p.
- MCIDADES (2008). Caracterização dos Tipos de Municípios. [on line]. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/secretaria-de-habitacao/planhab/biblioteca/Tipologia%20de%20Municipios%20do%20PlanHab.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- Melo, J. A. M.; Jorge Neto, P. M. (2007). "Estimação de funções de demanda residencial de água em contexto de preços não lineares". *Pesquisa e Planejamento Econômico*, **37**(1), 149-173.
- Mettrey, W. (1991). "A comparative evaluation of expert system tools". *IEEE Computer Society Press*, **24**(1), 19-31.
- Miranda, A. A.; Fill, H. D. O. (2009). "Avaliação da viabilidade do abastecimento doméstico a partir da coleta das águas pluviais". In: *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande, Brasil, ABRH.
- Miranda, E. C.; Koide, S. (2003). "Indicadores de perdas de água: o que, de fato, eles indicam". In: *22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Joinville, Brasil, ABES.
- Morais, D. C.; Almeida, A. T. (2006). "Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água". *Pesquisa Operacional*, **26**(3), 567-584.
- Motiee, H.; Manouchehri, G. H.; Tabatabai, M. R. M. (2001). "Water crisis in Iran: codification and strategies in urban water." In: *Symposium Proceedings/Actes*:

- Frontiers in urban water management: Deadlock or hope?* Marseille, France: UNESCO.
- Müller, N. L. (1969). *O fato urbano na bacia do Rio Paraíba, Estado de São Paulo*. 23. 139e. Universidade do Texas: Fundação IBGE, 375p. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=eBtCAUAAAYAAJ&q=classifica%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 18 fev. 2010.
- Nascimento, L. V.; Queiroz, C. M. (2000). “Regulação e privatização dos serviços de saneamento – experiências de países da América Latina e da Inglaterra”. In: *XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Porto Alegre, Brasil, AIDIS.
- Nickson, A.; Vargas, C. (2002). “The limitations of water regulation: the failure of the Cochabamba concession in Bolivia”. *Bulletin of Latin America Research*, **21**(1), 99-120.
- Nikolopoulos, C. (1997). *Expert systems: introduction to first and second generation and hybrid knowledge based system*. Marcel Dekker, New York, 331p.
- O’Keefe, R. M.; Preece, A. D. (1996). “The development, validation and implementation of knowledge-based system”. *European Journal of Operation Research*, **92**, 458-473.
- Odan, F. K. (2010). *Previsão de demanda para sistema de abastecimento de água*. Dissertação de Mestrado, Publicação PPG-SHS, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 77p.
- Oliveira, E. W. N.; Silva, L. P.; Mary, W. (2009). “Telhados verdes em habitações de interesse social e retenção das águas pluviais para drenagem urbana sustentável”. In: *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande, Brasil, ABRH.
- Pant, M.; Thangaraj, R.; Grosan, C.; Abraham, A. (2008). “Hybrid differential evolution – particle swarm optimization algorithm for solving global optimization problems”. In: *III International Conference on Digital Information Management*. Londres, Reino Unido, IEEE, 18-24. [on line]. Disponível em: <[http://www.softcomputing.net/millie\\_icdim.pdf](http://www.softcomputing.net/millie_icdim.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2010.
- Patlitzianas, K. D.; Pappa, A.; Psarras, J. (2008). “An information decision support system towards the formulation of a modern energy companies’ environment”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **12**, 790-806.

- Pedrosa, V. A. (1999). “Instrumentos econômicos no gerenciamento da demanda de água para sistemas urbanos domiciliares”. In: *XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Belo Horizonte, Brasil, ABRH.
- Peraei, E. Y.; Maleki, H. R.; Mashinchi, M. (2001). “A method for solving a fuzzy linear programming”. *Korean J. Comput. & Appl. Math*, **8**(2), 347 – 356.
- Pinto, A. L. C.; Araujo Neto, M. D. (2009). “Estudo preliminar do abastecimento público para subsidiar o uso dos recursos hídricos no Distrito Federal”. In: *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande, Brasil, ABRH.
- Pires, C. C.; Alves, J. M. ; Lima, M. G. (2006). “Sistemas híbridos de planejamento programação e controle de produção: um estudo de caso”. In: *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Fortaleza, Brasil, ABEPRO.
- PNDU – Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento. (2004). Desenvolvimento Humano e IDH. [on line]. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/idh/1>> Acesso em: 10 out. 2009.
- Poh, K. L. (1998). “A knowledge-based guidance system for multi-attribute decision making”. *Artificial Intelligence in Engineering*, **12**, 315-326.
- Porto, A. L. L.; Lanna, A. E. L.; Braga Jr., B. P. F.; Cirilo, J. A.; Jahed Filho, K.; Gobetti, L.; Azevedo, L. G. T.; Barros, M. T. L.; Barbosa, P. S. F. (2002). *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. UFRGS/ABRH, Porto Alegre, 420p.
- Qin, X. S.; Huang, G. H.; Chakma, A.; Nie, X. H.; Lin, Q. G. (2008). “A MCDM-based expert system for climate-change impact assessment and adaptation planning – A case study for the Georgia Basin, Canada”. *Expert System with Applications*, **34**, 2164-2179.
- Reatto, A.; Martins, E. S.; Farias, M. F. R.; Silva, A. V.; Carvalho Jr., O. A. (2004). “Mapa pedológico digital – SIG Atualizado do Distrito Federal escala 1:100.00 e uma síntese do texto explicativo”. *Documentos 120*. [on line]. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566388/1/doc120.pdf>> Acesso em: 21 fev. 2012.
- Rêgo, J. C.; Ribeiro, M. M. R.; Albuquerque, J. P. T.; Galvão, C. O. (2001). “Participação da Sociedade na Crise 1998-2000 no Abastecimento d’água em Campina Grande – PB, Brasil”. In: *IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas*. Foz do Iguaçu, Brasil, ABRH/IWRA.

- Resende, S. O.; Evsukoff, A. G.; Garcia, A. C. B.; Carvalho, A. C. P. L. F.; Braga, A. P.; Monard, M. C.; Ebecken, N. F. F.; Almeida, P. E. M.; Ludermir, T. B. (2005). *Sistemas inteligentes: fundamentos e aplicações*. Barueri, Malone, 525p.
- Rogers, P.; Silva, R.; Bhatia, R. (2002). "Water is an economic good: how to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability". *Water policy*, **4**, 1-17.
- Rossetto, A. M. (2003). *Proposta de um sistema integrado de gestão do ambiente urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades*. Tese de Doutorado, Publicação PPGEP, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 334p.
- Sakawa, M. (1993). *Fuzzy sets and interactive multiobjective optimization*. Plenum Press, New York, 308p.
- Savenije, H.; Van der Zaag, P. (2002). "Water as an economic good and demand management – Paradigms with Pitfalls". *Water International*, **27**(1), 97-104.
- Scare, R. F. (2003). *Escassez de água e mudança institucional: análise da regulação dos recursos hídricos no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Publicação PPGA, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 135p.
- Schindler, D. W.; Donahue, W. F. (2006). "An impending water crisis in Canada's western prairie provinces". *PNAS*, **103**(19), 7210-7216.
- Shaw, I. S.; Simões, M. G. (1999). *Controle e modelagem fuzzy*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda, 165p.
- Silva, R. T.; Rocha, W. S. (1999). *Caracterização da demanda urbana de água*. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano.
- Silva, W. T. P.; Silva, L. M.; Chichorro, J. F. (2008). "Gestão de recursos hídricos: perspectivas do consumo per capita de água em Cuiabá". *Eng. Sanit. Ambient.*, **13**(1), 8-14.
- Sim, P.; McDonald, A.; Parsons, J.; Rees, P. (2005). The options for UK domestic reduction: a review. [on line]. Disponível em: <[http://eprints.whiterose.ac.uk/5002/1/domestic\\_water\\_reduction.pdf](http://eprints.whiterose.ac.uk/5002/1/domestic_water_reduction.pdf)> Acesso em: 15 ago. 2009.
- Slowinski, R.; Teghem, J. (1990). *Stochastic versus fuzzy approaches to multiobjective mathematical programming under uncertainty*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 426p.

- SNIS (2012). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2010. MCIDADES.SNSA. Brasília, 448p. [on line]. Disponível em:  
<[http://www.snis.gov.br/arquivos\\_snis/5\\_DIAGNOSTICOS/5.1\\_Agua&Esgotos/5.1.16\\_Diagnostico2010/Tabela/Diagnostico\\_AE2010.zip](http://www.snis.gov.br/arquivos_snis/5_DIAGNOSTICOS/5.1_Agua&Esgotos/5.1.16_Diagnostico2010/Tabela/Diagnostico_AE2010.zip)>. Acesso em: 12 dez. 2012.
- Souza, M. A. A.; Cordeiro Netto, O. M.; Carneiro, G. A.; Lopes Júnior, R. P. (2001). “Análise tecnológica de alternativas para pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios: resultados da avaliação multiobjetivo”. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, Brasil, ABES.
- Spring, G. S. (1997). “Critical review of expert system validation in transportation” In: *Congress Annual Meeting of the Transportation Research Board N° 76*. Washington DC, USA: ETATS-UNIS.
- Stein, P. L. (2000). “The great Sydney water crisis of 1988”. *Water, Air and Pollution*, **123**, 419-436.
- Suwa, M.; Scott, A. C.; Shortliffe, E. H. (1982). “An approach to verifying completeness in a rule-based expert system”. *AI Magazine*, **3**(4), 16-21.
- Taha, H. A. (2008). *Pesquisa operacional: uma revisão geral*. Tradução Arlete Simille Marques, revisão técnica Rodrigo Amaro Scarpel, 8. ed., Pearson Prentice Hall, São Paulo, 359p.
- Thakre, P. A.; Shelar, D. S.; Thakre, S. P. (2009). “Solving fuzzy linear programming problem as multi objective linear programming problem”. In: World Congress on Engineering II. London, U.K., WCE.
- Tillman, D. E.; Larsen, T. A.; Pahl-Wostl, C.; Gujer, W. (2005). “Simulating development strategies for water supply”. *Journal Hydroinformatics*, **7**(1), 41-51.
- Trautwein Junior, B. (2004). *Avaliação de métodos para previsão de consumo de água para curtíssimo prazo: um estudo de caso para a empresa de saneamento*. Dissertação de Mestrado, Publicação PPGEPS, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, 107p.
- Tucci, C. E. M.; Hespanhol, I.; Netto, O. M. C. (2000). “Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a visão mundial da água”. *Revista ABRH*, **5**(3), 31-43.

- UK Environment Agency. (2003). Water demand management bulletin. [on line].  
Disponível em: <<http://www.environment-agency.gov.uk/business/news/103450.aspx>>. Acesso em: 15 ago. 2009.
- UNEP/UNESCO. (1987). Methodological guidelines for the integrated environmental evaluation of water resources development. [on line]. Disponível em:  
<<http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000897/089740eb.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2010.
- Vincke, P. (1992). *Multicriteria Decision Aid*. Wiley, New York, 154p.
- Waterman, D. A. (1986). A guide to Expert Systems. Addison-Wesley Pub. Co. New York, 440p.
- Wei, M. S.; Weber, F. (1996). “An expert system for waste management”. *Journal of Environmental Management*, **46**, 345-358.
- Wong, B. K.; Monaco, J. A. (1995). “Expert system applications in business: a review and analysis of the literature”. *Information & Management*, **29**, 141-152.
- Wright, J. R.; Wiggings, L. L.; Jain, R.; Kim, T. J. (1993). *Expert systems in environmental planning*. Berlin: Springer-Verlag. 311p.
- Yang, J-H.; Cao, B-J. (2010). “Fuzzy geometric programming and its application”. *Fuzzy Inf. Eng.*, **1**, 101-112.
- Yousef, S.; Badra, N.; Yazied, A-E. (2009). “Geometric programming problems with fuzzy parameters and its application to crane load sway”. *World Applied Sciences Journal*, **7**(1), 94-101.
- Zahra, B. A. A. A. (2001). “Water crisis in Palestina”. *Desalination*, **136**, 93-99.
- Zarghami, M.; Abrishamchi, A.; Ardakanian, R. (2008). “Multi-criteria decision making for integrated urban water management”. *Water Resource Management*, **22**, 1017-1029.
- Zhang, W. J.; Xie, X. F. (2003). “DEPSO: Hybrid particle swarm with differential evolution operator”. In: *International Conference on Systems, Man & Cybernetics*. Washington, EUA, IEEE.
- Zhu, X.; Healey, R. G.; Aspinall, R. J. (1998). “A knowledge-based system approach to design of spatial decision support systems for environmental management”. *Environmental Management*, **22**(1), 35-48.
- Zorzal, F. M. B.; Dias Filho, A. C. T.; Fraga, K. T. (2008). “Avaliação da qualidade da infra-estrutura de abastecimento de água em pequenos municípios – caso de São

Mateus/ES”. In: *XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro, Brasil, ENEGEP.

Zuffo, A. C. (2011). “Incorporação de Matemática Fuzzy em Métodos Multicriteriais para Descrever Critérios Subjetivos em Planejamento de Recursos Hídricos: *Fuzzy - CP* e *Fuzzy - CGT*”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, **16**(4), 29-40.



## APÊNDICE A – Descrição do método *Distance-based*

A abordagem baseada na distância faz uso do conceito de minimizar a divergência ou a distância, entre os valores de importância individuais ( $w$ ) através da resolução de um problema de programação linear. A descrição matemática da abordagem baseada na distância está explicitada a seguir. Considere  $n$  indivíduos e objetivos  $m$ . Assumindo  $r_{ij}$  como o objetivo específico do indivíduo  $i$  no objetivo  $j$  ( $i = 1, \dots, n$  e  $j = 1, \dots, m$ ). Se  $c_j$  é o grau de consenso para o objetivo  $j$ , então a distância absoluta do indivíduo  $i$  do (discordância) a partir do ranking de consenso é representado pela Equação A1. A distância total de todos os indivíduos pode então ser expresso pela Equação A2. Se  $c_j$  fica igual a um número de índice  $k$  ( $k = 1, \dots, m$ ), a distância total pode ser reescrita conforme Equação A3.

$$d_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij} - c_j| \quad (i = 1, \dots, n) \quad (A1)$$

$$\sum_{i=1}^n d_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |r_{ij} - c_j| \quad (A2)$$

$$\sum_{j=1}^m d_{jk}, \text{ onde } d_{jk} = \sum_{i=1}^n |r_{ij} - c_j| \quad (A3)$$

O que representa a soma das distâncias entre um posto  $k$  de consenso e posto de todos os indivíduos  $n$  sobre o objetivo  $j$ . A classificação melhor consenso torna-se então a um para os quais a distância total é um mínimo. Assim o problema pode agora ser representado por o problema de otimização, segundo a Equação A4.

$$\begin{aligned} & \text{mín} \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m d_{jk} x_{jk} \\ & \text{Sujeito a: } \sum_{j=1}^m x_{jk} = 1 \quad (k = 1, \dots, m) \\ & \sum_{k=1}^m x_{jk} = 1 \quad (j = 1, \dots, m) \\ & x_{jk} \geq 0, \end{aligned} \quad (A4)$$

com

$$x_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{se } c_j = k \\ 0 & \text{para o caso contrário} \end{cases}$$

A descrição matemática da abordagem baseada na distância, incluindo exemplo com aplicação, esta explicitada por Cook e Seiford (1978).

## APÊNDICE B – Questionário 1

Questionário 1 - aplicado aos especialistas para obtenção dos pesos de cada fator influente

Universidade de Brasília – UnB											
Faculdade de Tecnologia – FT											
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC											
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH											
<b>QUESTIONÁRIO 1 – DETERMINAÇÃO DE PESOS DE FATORES INFLUENTES NA CAUA</b>											

Componente	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11
Socioeconômica	n	age	inc	wea	SC	AS	Hp	tc	dp	ne	ni
Gerencial	in	hi	pr	pe	ta	tta	tai	prh	pac	prc	pea
Urbana	fa	pc	rce	IDH <sub>M</sub>	th	ths	ac	nc	nb	ce	dau
Ambiental	T+	T	T-	U+	U	U-	P+	P	P-	sz	ae
Cultural	hc	ap	arib								

f1, f2, ..., fn: fatores influentes na crise no abastecimento urbano de água

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica											
Gerencial											
Urbana											
Ambiental											
Cultural											

w-f1, w-f2, ..., w-fn: peso de fatores influentes na crise no abastecimento urbano de água

Componente socioeconômico: n é o número médio de pessoas por família; age é a idade do chefe de família; inc é a renda bruta da família; wea é o acumulo de patrimônio familiar; SC é a classe social da família; AS é a atitude social da família para conservação de recursos naturais; Hp é a preferência da família por determinado tipo de residência; tc é a taxa de crescimento populacional do ambiente urbano; dp é a densidade populacional do ambiente urbano; 147e é o nível educacional da população do ambiente urbano, representado pelo indicador analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos; ni é o nível de industrialização do ambiente urbano, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria;

Componente gerencial: in é a intermitência no sistema de abastecimento urbano de água; hi é o percentual de hidrometração; pr é a pressão média na rede de distribuição; pe são as perdas nos sistema de distribuição; ta é a tarifa de água cobrada; tta é o tipo de política tarifária aplicada; tai é a capacidade de incentivo a conservação da água da tarifa de água cobrada; prh é a existência de política de recursos hídricos municipal; pac é a existência de uma política de incentivo a conservação da água; prc é a existência de uma política de regulação do consumo de água; 147e é a existência de programa de educação ambiental;

Componente urbano: fa é a função predominante do ambiente urbano; pc é o porte do ambiente urbano; rce é o índice de cobertura da rede coletora de esgotos; IDH<sub>M</sub> é o índice de desenvolvimento humano municipal; th é a tipologia habitacional predominante; ths é a tipologia dos equipamentos hidrossanitários por residência; ac é a área média construída por residência; nc é o número médio de cômodos por residência; ce é o consumo mensal médio de energia do ambiente urbano; dau é a declividade média da área urbana;

Componente ambiental: T+ é a temperatura no mês mais quente; T é a temperatura média compensada; T- é a temperatura no mês mais frio; U+ é a umidade relativa no mês mais chuvoso; U é a umidade relativa média compensada; U- umidade relativa no mês mais seco; P+ é a precipitação no mês mais chuvoso; P é a precipitação média mensal; P- é a precipitação no mês mais seco; sz é a sazonalidade; ae é a abundância ou escassez de água para o abastecimento;

Componente cultural: hc é a existência de hábitos conservacionistas de água; ap é a aceitação da população a ações de conservação da água; arib é a existência da crença de que a água é um recurso inesgotável e barato.

NOTAS:  
Os valores dos pesos de cada fator deverão estar no intervalo de 0,00 até 1,00 ( $0,00 \leq w-fn \leq 1,00$ )  
O somatório dos pesos dos fatores deverá ser igual a 1,00 ( $w-f1 + w-f2 + \dots + w-fn = 1,00$ )

## APÊNDICE C – Resposta do Questionário 1

### Resposta do especialista 1

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,20	0,00	0,10	0,00	0,10	0,20	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10
Gerencial	0,10	0,05	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,20	0,10	0,05
Urbana	0,05	0,10	0,10	0,20	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,05
Ambiental	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,20	0,10
Cultural	0,40	0,10	0,50								

### Resposta do especialista 2

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,10	0,10	0,15	0,00
Gerencial	0,00	0,00	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10
Urbana	0,00	0,10	0,15	0,10	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10
Ambiental	0,10	0,00	0,10	0,10	0,00	0,10	0,10	0,15	0,15	0,10	0,10
Cultural	0,40	0,30	0,30								

### Resposta do especialista 3

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,00	0,00	0,20	0,00	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Gerencial	0,05	0,05	0,00	0,10	0,30	0,05	0,05	0,05	0,15	0,05	0,15
Urbana	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,25	0,05	0,00	0,05	0,10	0,15
Ambiental	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,20	0,10	0,05	0,05	0,10
Cultural	0,35	0,30	0,35								

### Resposta do especialista 4

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10
Gerencial	0,00	0,05	0,00	0,15	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Urbana	0,10	0,15	0,00	0,15	0,15	0,10	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05
Ambiental	0,10	0,05	0,00	0,00	0,05	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
Cultural	0,25	0,25	0,50								

### Resposta do especialista 5

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,25	0,30	0,05	0,05
Gerencial	0,11	0,11	0,11	0,11	0,05	0,05	0,05	0,10	0,11	0,10	0,10
Urbana	0,10	0,05	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,20	0,10	0,05	0,10
Ambiental	0,09	0,04	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,19	0,04	0,10
Cultural	0,29	0,29	0,42								

### Resposta do especialista 6

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,25	0,30	0,05	0,05
Gerencial	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10
Urbana	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,10	0,05	0,20	0,10	0,05	0,10
Ambiental	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,10	0,20	0,05	0,10
Cultural	0,35	0,35	0,30								

Respostas dos especialistas ao Questionário 1 (continuação).

Resposta do especialista 7

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,15	0,03	0,10	0,03	0,03	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,03
Gerencial	0,03	0,10	0,03	0,15	0,10	0,03	0,15	0,10	0,15	0,03	0,15
Urbana	0,03	0,03	0,03	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10	0,03
Ambiental	0,03	0,03	0,03	0,03	0,20	0,03	0,03	0,20	0,03	0,20	0,20
Cultural	0,20	0,30	0,50								

Resposta do especialista 8

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,05	0,00	0,10	0,05	0,10	0,05	0,05	0,20	0,20	0,05	0,15
Gerencial	0,05	0,05	0,00	0,05	0,05	0,05	0,20	0,10	0,10	0,25	0,10
Urbana	0,25	0,10	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10
Ambiental	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,08	0,20	0,10	0,15	0,15	0,20
Cultural	0,50	0,20	0,30								

Resposta do especialista 9

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,21	0,02	0,06	0,07	0,09	0,10	0,08	0,09	0,08	0,11	0,11
Gerencial	0,05	0,06	0,10	0,20	0,09	0,05	0,07	0,07	0,10	0,10	0,11
Urbana	0,07	0,06	0,11	0,23	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09	0,05	0,05
Ambiental	0,23	0,08	0,05	0,06	0,07	0,12	0,06	0,11	0,10	0,08	0,09
Cultural	0,63	0,23	0,13								

Resposta do especialista 10

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,05	0,00	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05
Gerencial	0,15	0,00	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,05
Urbana	0,00	0,15	0,15	0,05	0,15	0,05	0,15	0,05	0,05	0,15	0,05
Ambiental	0,15	0,00	0,05	0,05	0,05	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15
Cultural	0,50	0,25	0,25								

Resposta do especialista 11

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,05	0,00	0,10	0,05	0,10	0,05	0,00	0,15	0,10	0,20	0,20
Gerencial	0,05	0,10	0,03	0,25	0,25	0,05	0,07	0,05	0,10	0,03	0,07
Urbana	0,04	0,19	0,04	0,04	0,14	0,05	0,20	0,05	0,10	0,15	0,00
Ambiental	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,17	0,17	0,17	0,07	0,22	0,02
Cultural	0,32	0,27	0,42								

Resposta do especialista 12

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,05	0,00	0,10	0,10	0,05	0,15	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10
Gerencial	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,15
Urbana	0,05	0,15	0,10	0,05	0,05	0,10	0,10	0,05	0,15	0,10	0,10
Ambiental	0,10	0,15	0,05	0,05	0,10	0,10	0,05	0,15	0,10	0,05	0,10
Cultural	0,45	0,30	0,25								

Respostas dos especialistas ao Questionário 1 (continuação).

Resposta do especialista 13

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,11	0,00	0,13	0,00	0,13	0,10	0,10	0,15	0,11	0,10	0,07
Gerencial	0,05	0,08	0,02	0,15	0,15	0,02	0,02	0,15	0,12	0,12	0,12
Urbana	0,16	0,16	0,21	0,11	0,11	0,11	0,07	0,07	0,01	0,02	0,05
Ambiental	0,10	0,06	0,07	0,00	0,00	0,00	0,16	0,13	0,24	0,12	0,13
Cultural	0,33	0,20	0,47								

Resposta do especialista 14

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,40	0,03	0,15	0,05	0,15	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	0,03
Gerencial	0,05	0,30	0,10	0,10	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05
Urbana	0,10	0,15	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,05	0,03	0,02	0,05
Ambiental	0,14	0,09	0,10	0,05	0,04	0,07	0,10	0,08	0,14	0,08	0,12
Cultural	0,40	0,20	0,40								

Resposta do especialista 15

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,02	0,02	0,16	0,10	0,30	0,20	0,02	0,04	0,03	0,08	0,03
Gerencial	0,02	0,16	0,02	0,18	0,19	0,09	0,17	0,02	0,09	0,02	0,04
Urbana	0,04	0,15	0,04	0,20	0,04	0,36	0,04	0,02	0,02	0,03	0,06
Ambiental	0,08	0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	0,05	0,04	0,08	0,13	0,34
Cultural	0,30	0,20	0,50								

Resposta do especialista 16

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,06	0,02	0,12	0,12	0,12	0,18	0,04	0,07	0,07	0,10	0,10
Gerencial	0,06	0,11	0,15	0,15	0,07	0,11	0,05	0,07	0,07	0,09	0,07
Urbana	0,15	0,09	0,09	0,08	0,08	0,16	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07
Ambiental	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,08	0,09	0,08
Cultural	0,30	0,30	0,40								

Resposta do especialista 17

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,10	0,05	0,20	0,20	0,10	0,05
Gerencial	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
Urbana	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,20	0,20	0,10	0,10	0,05	0,05
Ambiental	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,20	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10
Cultural	0,30	0,30	0,40								

Resposta do especialista 18

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,11	0,00	0,05	0,11	0,16	0,11	0,11	0,16	0,11	0,05	0,01
Gerencial	0,10	0,15	0,00	0,15	0,00	0,05	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05
Urbana	0,05	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,05	0,05	0,15	0,10	0,00
Ambiental	0,10	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05	0,10	0,15	0,05	0,40
Cultural	0,50	0,30	0,20								

Respostas dos especialistas ao Questionário 1 (continuação).

Resposta do especialista 19

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,20	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,30	0,10	0,10
Gerencial	0,00	0,10	0,00	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10
Urbana	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ambiental	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20	0,10	0,30	0,30
Cultural	0,30	0,30	0,40								

Resposta do especialista 20

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,03	0,03	0,10	0,03	0,03	0,15	0,15	0,25	0,10	0,05	0,10
Gerencial	0,10	0,10	0,03	0,10	0,05	0,05	0,15	0,03	0,20	0,15	0,05
Urbana	0,05	0,20	0,10	0,25	0,05	0,20	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00
Ambiental	0,05	0,20	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	0,20	0,05	0,05	0,25
Cultural	0,40	0,25	0,35								

Pesos agregados (método *Distance-based*)

Componente	w-f1	w-f2	w-f3	w-f4	w-f5	w-f6	w-f7	w-f8	w-f9	w-f10	w-f11
Socioeconômica	0,03	0,03	0,10	0,03	0,03	0,15	0,15	0,25	0,10	0,05	0,10
Gerencial	0,10	0,10	0,03	0,10	0,05	0,05	0,15	0,03	0,20	0,15	0,05
Urbana	0,05	0,20	0,10	0,25	0,05	0,20	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00
Ambiental	0,05	0,20	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	0,20	0,05	0,05	0,25
Cultural	0,40	0,25	0,35								

## **APÊNDICE D – Submodelos e modelo inteiro (versão digital)**



## APÊNDICE E – Universo populacional em estudo

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
1	mfo	mfo	mfo	mfo	mfo	56	mfo	mfo	mo	fo	mfo	111	mfo	mfo	mfr	mo	mfo
2	mfo	mfo	mfo	mfo	fo	57	mfo	mfo	mo	fo	fo	112	mfo	mfo	mfr	mo	fo
3	mfo	mfo	mfo	mfo	mo	58	mfo	mfo	mo	fo	mo	113	mfo	mfo	mfr	mo	mo
4	mfo	mfo	mfo	mfo	fr	59	mfo	mfo	mo	fo	fr	114	mfo	mfo	mfr	mo	fr
5	mfo	mfo	mfo	mfo	mfr	60	mfo	mfo	mo	fo	mfr	115	mfo	mfo	mfr	mo	mfr
6	mfo	mfo	mfo	fo	mfo	61	mfo	mfo	mo	mo	mfo	116	mfo	mfo	mfr	fr	mfo
7	mfo	mfo	mfo	fo	fo	62	mfo	mfo	mo	mo	fo	117	mfo	mfo	mfr	fr	fo
8	mfo	mfo	mfo	fo	mo	63	mfo	mfo	mo	mo	mo	118	mfo	mfo	mfr	fr	mo
9	mfo	mfo	mfo	fo	fr	64	mfo	mfo	mo	mo	fr	119	mfo	mfo	mfr	fr	fr
10	mfo	mfo	mfo	fo	mfr	65	mfo	mfo	mo	mo	mfr	120	mfo	mfo	mfr	fr	mfr
11	mfo	mfo	mfo	mo	mfo	66	mfo	mfo	mo	fr	mfo	121	mfo	mfo	mfr	mfr	mfo
12	mfo	mfo	mfo	mo	fo	67	mfo	mfo	mo	fr	fo	122	mfo	mfo	mfr	mfr	fo
13	mfo	mfo	mfo	mo	mo	68	mfo	mfo	mo	fr	mo	123	mfo	mfo	mfr	mfr	mo
14	mfo	mfo	mfo	mo	fr	69	mfo	mfo	mo	fr	fr	124	mfo	mfo	mfr	mfr	fr
15	mfo	mfo	mfo	mo	mfr	70	mfo	mfo	mo	fr	mfr	125	mfo	mfo	mfr	mfr	mfr
16	mfo	mfo	mfo	fr	mfo	71	mfo	mfo	mo	mfr	mfo	126	mfo	fo	mfo	mfo	mfo
17	mfo	mfo	mfo	fr	fo	72	mfo	mfo	mo	mfr	fo	127	mfo	fo	mfo	mfo	fo
18	mfo	mfo	mfo	fr	mo	73	mfo	mfo	mo	mfr	mo	128	mfo	fo	mfo	mfo	mo
19	mfo	mfo	mfo	fr	fr	74	mfo	mfo	mo	mfr	fr	129	mfo	fo	mfo	mfo	fr
20	mfo	mfo	mfo	fr	mfr	75	mfo	mfo	mo	mfr	mfr	130	mfo	fo	mfo	mfo	mfr
21	mfo	mfo	mfo	mfr	mfo	76	mfo	mfo	fr	mfo	mfo	131	mfo	fo	mfo	fo	mfo
22	mfo	mfo	mfo	mfr	fo	77	mfo	mfo	fr	mfo	fo	132	mfo	fo	mfo	fo	fo
23	mfo	mfo	mfo	mfr	mo	78	mfo	mfo	fr	mfo	mo	133	mfo	fo	mfo	fo	mo
24	mfo	mfo	mfo	mfr	fr	79	mfo	mfo	fr	mfo	fr	134	mfo	fo	mfo	fo	fr
25	mfo	mfo	mfo	mfr	mfr	80	mfo	mfo	fr	mfo	mfr	135	mfo	fo	mfo	fo	mfr
26	mfo	mfo	fo	mfo	mfo	81	mfo	mfo	fr	fo	mfo	136	mfo	fo	mfo	mo	mfo
27	mfo	mfo	fo	mfo	fo	82	mfo	mfo	fr	fo	fo	137	mfo	fo	mfo	mo	fo
28	mfo	mfo	fo	mfo	mo	83	mfo	mfo	fr	fo	mo	138	mfo	fo	mfo	mo	mo
29	mfo	mfo	fo	mfo	fr	84	mfo	mfo	fr	fo	fr	139	mfo	fo	mfo	mo	fr
30	mfo	mfo	fo	mfo	mfr	85	mfo	mfo	fr	fo	mfr	140	mfo	fo	mfo	mo	mfr
31	mfo	mfo	fo	fo	mfo	86	mfo	mfo	fr	mo	mfo	141	mfo	fo	mfo	fr	mfo
32	mfo	mfo	fo	fo	fo	87	mfo	mfo	fr	mo	fo	142	mfo	fo	mfo	fr	fo
33	mfo	mfo	fo	fo	mo	88	mfo	mfo	fr	mo	mo	143	mfo	fo	mfo	fr	mo
34	mfo	mfo	fo	fo	fr	89	mfo	mfo	fr	mo	fr	144	mfo	fo	mfo	fr	fr
35	mfo	mfo	fo	fo	mfr	90	mfo	mfo	fr	mo	mfr	145	mfo	fo	mfo	fr	mfr
36	mfo	mfo	fo	mo	mfo	91	mfo	mfo	fr	fr	mfo	146	mfo	fo	mfo	mfr	mfo
37	mfo	mfo	fo	mo	fo	92	mfo	mfo	fr	fr	fo	147	mfo	fo	mfo	mfr	fo
38	mfo	mfo	fo	mo	mo	93	mfo	mfo	fr	fr	mo	148	mfo	fo	mfo	mfr	mo
39	mfo	mfo	fo	mo	fr	94	mfo	mfo	fr	fr	fr	149	mfo	fo	mfo	mfr	fr
40	mfo	mfo	fo	mo	mfr	95	mfo	mfo	fr	fr	mfr	150	mfo	fo	mfo	mfr	mfr
41	mfo	mfo	fo	fr	mfo	96	mfo	mfo	fr	mfr	mfo	151	mfo	fo	fo	mfo	mfo
42	mfo	mfo	fo	fr	fo	97	mfo	mfo	fr	mfr	fo	152	mfo	fo	fo	mfo	fo
43	mfo	mfo	fo	fr	mo	98	mfo	mfo	fr	mfr	mo	153	mfo	fo	fo	mfo	mo
44	mfo	mfo	fo	fr	fr	99	mfo	mfo	fr	mfr	fr	154	mfo	fo	fo	mfo	fr
45	mfo	mfo	fo	fr	mfr	100	mfo	mfo	fr	mfr	mfr	155	mfo	fo	fo	mfo	mfr
46	mfo	mfo	fo	mfr	mfo	101	mfo	mfo	mfr	mfo	mfo	156	mfo	fo	fo	fo	mfo
47	mfo	mfo	fo	mfr	fo	102	mfo	mfo	mfr	mfo	fo	157	mfo	fo	fo	fo	fo
48	mfo	mfo	fo	mfr	mo	103	mfo	mfo	mfr	mfo	mo	158	mfo	fo	fo	fo	mo
49	mfo	mfo	fo	mfr	fr	104	mfo	mfo	mfr	mfo	fr	159	mfo	fo	fo	fo	fr
50	mfo	mfo	fo	mfr	mfr	105	mfo	mfo	mfr	mfo	mfr	160	mfo	fo	fo	fo	mfr
51	mfo	mfo	mo	mfo	mfo	106	mfo	mfo	mfr	fo	mfo	161	mfo	fo	fo	mo	mfo
52	mfo	mfo	mo	mfo	fo	107	mfo	mfo	mfr	fo	fo	162	mfo	fo	fo	mo	fo
53	mfo	mfo	mo	mfo	mo	108	mfo	mfo	mfr	fo	mo	163	mfo	fo	fo	mo	mo
54	mfo	mfo	mo	mfo	fr	109	mfo	mfo	mfr	fo	fr	164	mfo	fo	fo	mo	fr
55	mfo	mfo	mo	mfo	mfr	110	mfo	mfo	mfr	fo	mfr	165	mfo	fo	fo	mo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
166	mfo	fo	fo	fr	mfo	221	mfo	fo	fr	mfr	mfo	276	mfo	mo	fo	mfo	mfo
167	mfo	fo	fo	fr	fo	222	mfo	fo	fr	mfr	fo	277	mfo	mo	fo	mfo	fo
168	mfo	fo	fo	fr	mo	223	mfo	fo	fr	mfr	mo	278	mfo	mo	fo	mfo	mo
169	mfo	fo	fo	fr	fr	224	mfo	fo	fr	mfr	fr	279	mfo	mo	fo	mfo	fr
170	mfo	fo	fo	fr	mfr	225	mfo	fo	fr	mfr	mfr	280	mfo	mo	fo	mfo	mfr
171	mfo	fo	fo	mfr	mfo	226	mfo	fo	mfr	mfo	mfo	281	mfo	mo	fo	fo	mfo
172	mfo	fo	fo	mfr	fo	227	mfo	fo	mfr	mfo	fo	282	mfo	mo	fo	fo	fo
173	mfo	fo	fo	mfr	mo	228	mfo	fo	mfr	mfo	mo	283	mfo	mo	fo	fo	mo
174	mfo	fo	fo	mfr	fr	229	mfo	fo	mfr	mfo	fr	284	mfo	mo	fo	fo	fr
175	mfo	fo	fo	mfr	mfr	230	mfo	fo	mfr	mfo	mfr	285	mfo	mo	fo	fo	mfr
176	mfo	fo	mo	mfo	mfo	231	mfo	fo	mfr	fo	mfo	286	mfo	mo	fo	mo	mfo
177	mfo	fo	mo	mfo	fo	232	mfo	fo	mfr	fo	fo	287	mfo	mo	fo	mo	fo
178	mfo	fo	mo	mfo	mo	233	mfo	fo	mfr	fo	mo	288	mfo	mo	fo	mo	mo
179	mfo	fo	mo	mfo	fr	234	mfo	fo	mfr	fo	fr	289	mfo	mo	fo	mo	fr
180	mfo	fo	mo	mfo	mfr	235	mfo	fo	mfr	fo	mfr	290	mfo	mo	fo	mo	mfr
181	mfo	fo	mo	fo	mfo	236	mfo	fo	mfr	mo	mfo	291	mfo	mo	fo	fr	mfo
182	mfo	fo	mo	fo	fo	237	mfo	fo	mfr	mo	fo	292	mfo	mo	fo	fr	fo
183	mfo	fo	mo	fo	mo	238	mfo	fo	mfr	mo	mo	293	mfo	mo	fo	fr	mo
184	mfo	fo	mo	fo	fr	239	mfo	fo	mfr	mo	fr	294	mfo	mo	fo	fr	fr
185	mfo	fo	mo	fo	mfr	240	mfo	fo	mfr	mo	mfr	295	mfo	mo	fo	fr	mfr
186	mfo	fo	mo	mo	mfo	241	mfo	fo	mfr	fr	mfo	296	mfo	mo	fo	mfr	mfo
187	mfo	fo	mo	mo	fo	242	mfo	fo	mfr	fr	fo	297	mfo	mo	fo	mfr	fo
188	mfo	fo	mo	mo	mo	243	mfo	fo	mfr	fr	mo	298	mfo	mo	fo	mfr	mo
189	mfo	fo	mo	mo	fr	244	mfo	fo	mfr	fr	fr	299	mfo	mo	fo	mfr	fr
190	mfo	fo	mo	mo	mfr	245	mfo	fo	mfr	fr	mfr	300	mfo	mo	fo	mfr	mfr
191	mfo	fo	mo	fr	mfo	246	mfo	fo	mfr	mfr	mfo	301	mfo	mo	mo	mfo	mfo
192	mfo	fo	mo	fr	fo	247	mfo	fo	mfr	mfr	fo	302	mfo	mo	mo	mfo	fo
193	mfo	fo	mo	fr	mo	248	mfo	fo	mfr	mfr	mo	303	mfo	mo	mo	mfo	mo
194	mfo	fo	mo	fr	fr	249	mfo	fo	mfr	mfr	fr	304	mfo	mo	mo	mfo	fr
195	mfo	fo	mo	fr	mfr	250	mfo	fo	mfr	mfr	mfr	305	mfo	mo	mo	mfo	mfr
196	mfo	fo	mo	mfr	mfo	251	mfo	mo	mfo	mfo	mfo	306	mfo	mo	mo	fo	mfo
197	mfo	fo	mo	mfr	fo	252	mfo	mo	mfo	mfo	fo	307	mfo	mo	mo	fo	fo
198	mfo	fo	mo	mfr	mo	253	mfo	mo	mfo	mfo	mo	308	mfo	mo	mo	fo	mo
199	mfo	fo	mo	mfr	fr	254	mfo	mo	mfo	mfo	fr	309	mfo	mo	mo	fo	fr
200	mfo	fo	mo	mfr	mfr	255	mfo	mo	mfo	mfo	mfr	310	mfo	mo	mo	fo	mfr
201	mfo	fo	fr	mfo	mfo	256	mfo	mo	mfo	fo	mfo	311	mfo	mo	mo	mo	mfo
202	mfo	fo	fr	mfo	fo	257	mfo	mo	mfo	fo	fo	312	mfo	mo	mo	mo	fo
203	mfo	fo	fr	mfo	mo	258	mfo	mo	mfo	fo	mo	313	mfo	mo	mo	mo	mo
204	mfo	fo	fr	mfo	fr	259	mfo	mo	mfo	fo	fr	314	mfo	mo	mo	mo	fr
205	mfo	fo	fr	mfo	mfr	260	mfo	mo	mfo	fo	mfr	315	mfo	mo	mo	mo	mfr
206	mfo	fo	fr	fo	mfo	261	mfo	mo	mfo	mo	mfo	316	mfo	mo	mo	fr	mfo
207	mfo	fo	fr	fo	fo	262	mfo	mo	mfo	mo	fo	317	mfo	mo	mo	fr	fo
208	mfo	fo	fr	fo	mo	263	mfo	mo	mfo	mo	mo	318	mfo	mo	mo	fr	mo
209	mfo	fo	fr	fo	fr	264	mfo	mo	mfo	mo	fr	319	mfo	mo	mo	fr	fr
210	mfo	fo	fr	fo	mfr	265	mfo	mo	mfo	mo	mfr	320	mfo	mo	mo	fr	mfr
211	mfo	fo	fr	mo	mfo	266	mfo	mo	mfo	fr	mfo	321	mfo	mo	mo	mfr	mfo
212	mfo	fo	fr	mo	fo	267	mfo	mo	mfo	fr	fo	322	mfo	mo	mo	mfr	fo
213	mfo	fo	fr	mo	mo	268	mfo	mo	mfo	fr	mo	323	mfo	mo	mo	mfr	mo
214	mfo	fo	fr	mo	fr	269	mfo	mo	mfo	fr	fr	324	mfo	mo	mo	mfr	fr
215	mfo	fo	fr	mo	mfr	270	mfo	mo	mfo	fr	mfr	325	mfo	mo	mo	mfr	mfr
216	mfo	fo	fr	fr	mfo	271	mfo	mo	mfo	mfr	mfo	326	mfo	mo	fr	mfo	mfo
217	mfo	fo	fr	fr	fo	272	mfo	mo	mfo	mfr	fo	327	mfo	mo	fr	mfo	fo
218	mfo	fo	fr	fr	mo	273	mfo	mo	mfo	mfr	mo	328	mfo	mo	fr	mfo	mo
219	mfo	fo	fr	fr	fr	274	mfo	mo	mfo	mfr	fr	329	mfo	mo	fr	mfo	fr
220	mfo	fo	fr	fr	mfr	275	mfo	mo	mfo	mfr	mfr	330	mfo	mo	fr	mfo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
331	mfo	mo	fr	fo	mfo	386	mfo	fr	mfo	mo	mfo	441	mfo	fr	mo	fr	mfo
332	mfo	mo	fr	fo	fo	387	mfo	fr	mfo	mo	fo	442	mfo	fr	mo	fr	fo
333	mfo	mo	fr	fo	mo	388	mfo	fr	mfo	mo	mo	443	mfo	fr	mo	fr	mo
334	mfo	mo	fr	fo	fr	389	mfo	fr	mfo	mo	fr	444	mfo	fr	mo	fr	fr
335	mfo	mo	fr	fo	mfr	390	mfo	fr	mfo	mo	mfr	445	mfo	fr	mo	fr	mfr
336	mfo	mo	fr	mo	mfo	391	mfo	fr	mfo	fr	mfo	446	mfo	fr	mo	mfr	mfo
337	mfo	mo	fr	mo	fo	392	mfo	fr	mfo	fr	fo	447	mfo	fr	mo	mfr	fo
338	mfo	mo	fr	mo	mo	393	mfo	fr	mfo	fr	mo	448	mfo	fr	mo	mfr	mo
339	mfo	mo	fr	mo	fr	394	mfo	fr	mfo	fr	fr	449	mfo	fr	mo	mfr	fr
340	mfo	mo	fr	mo	mfr	395	mfo	fr	mfo	fr	mfr	450	mfo	fr	mo	mfr	mfr
341	mfo	mo	fr	fr	mfo	396	mfo	fr	mfo	mfr	mfo	451	mfo	fr	fr	mfo	mfo
342	mfo	mo	fr	fr	fo	397	mfo	fr	mfo	mfr	fo	452	mfo	fr	fr	mfo	fo
343	mfo	mo	fr	fr	mo	398	mfo	fr	mfo	mfr	mo	453	mfo	fr	fr	mfo	mo
344	mfo	mo	fr	fr	fr	399	mfo	fr	mfo	mfr	fr	454	mfo	fr	fr	mfo	fr
345	mfo	mo	fr	fr	mfr	400	mfo	fr	mfo	mfr	mfr	455	mfo	fr	fr	mfo	mfr
346	mfo	mo	fr	mfr	mfo	401	mfo	fr	fo	mfo	mfo	456	mfo	fr	fr	fo	mfo
347	mfo	mo	fr	mfr	fo	402	mfo	fr	fo	mfo	fo	457	mfo	fr	fr	fo	fo
348	mfo	mo	fr	mfr	mo	403	mfo	fr	fo	mfo	mo	458	mfo	fr	fr	fo	mo
349	mfo	mo	fr	mfr	fr	404	mfo	fr	fo	mfo	fr	459	mfo	fr	fr	fo	fr
350	mfo	mo	fr	mfr	mfr	405	mfo	fr	fo	mfo	mfr	460	mfo	fr	fr	fo	mfr
351	mfo	mo	mfr	mfo	mfo	406	mfo	fr	fo	fo	mfo	461	mfo	fr	fr	mo	mfo
352	mfo	mo	mfr	mfo	fo	407	mfo	fr	fo	fo	fo	462	mfo	fr	fr	mo	fo
353	mfo	mo	mfr	mfo	mo	408	mfo	fr	fo	fo	mo	463	mfo	fr	fr	mo	mo
354	mfo	mo	mfr	mfo	fr	409	mfo	fr	fo	fo	fr	464	mfo	fr	fr	mo	fr
355	mfo	mo	mfr	mfo	mfr	410	mfo	fr	fo	fo	mfr	465	mfo	fr	fr	mo	mfr
356	mfo	mo	mfr	fo	mfo	411	mfo	fr	fo	mo	mfo	466	mfo	fr	fr	fr	mfo
357	mfo	mo	mfr	fo	fo	412	mfo	fr	fo	mo	fo	467	mfo	fr	fr	fr	fo
358	mfo	mo	mfr	fo	mo	413	mfo	fr	fo	mo	mo	468	mfo	fr	fr	fr	mo
359	mfo	mo	mfr	fo	fr	414	mfo	fr	fo	mo	fr	469	mfo	fr	fr	fr	fr
360	mfo	mo	mfr	fo	mfr	415	mfo	fr	fo	mo	mfr	470	mfo	fr	fr	fr	mfr
361	mfo	mo	mfr	mo	mfo	416	mfo	fr	fo	fr	mfo	471	mfo	fr	fr	mfr	mfo
362	mfo	mo	mfr	mo	fo	417	mfo	fr	fo	fr	fo	472	mfo	fr	fr	mfr	fo
363	mfo	mo	mfr	mo	mo	418	mfo	fr	fo	fr	mo	473	mfo	fr	fr	mfr	mo
364	mfo	mo	mfr	mo	fr	419	mfo	fr	fo	fr	fr	474	mfo	fr	fr	mfr	fr
365	mfo	mo	mfr	mo	mfr	420	mfo	fr	fo	fr	mfr	475	mfo	fr	fr	mfr	mfr
366	mfo	mo	mfr	fr	mfo	421	mfo	fr	fo	mfr	mfo	476	mfo	fr	mfr	mfo	mfo
367	mfo	mo	mfr	fr	fo	422	mfo	fr	fo	mfr	fo	477	mfo	fr	mfr	mfo	fo
368	mfo	mo	mfr	fr	mo	423	mfo	fr	fo	mfr	mo	478	mfo	fr	mfr	mfo	mo
369	mfo	mo	mfr	fr	fr	424	mfo	fr	fo	mfr	fr	479	mfo	fr	mfr	mfo	fr
370	mfo	mo	mfr	fr	mfr	425	mfo	fr	fo	mfr	mfr	480	mfo	fr	mfr	mfo	mfr
371	mfo	mo	mfr	mfr	mfo	426	mfo	fr	mo	mfo	mfo	481	mfo	fr	mfr	fo	mfo
372	mfo	mo	mfr	mfr	fo	427	mfo	fr	mo	mfo	fo	482	mfo	fr	mfr	fo	fo
373	mfo	mo	mfr	mfr	mo	428	mfo	fr	mo	mfo	mo	483	mfo	fr	mfr	fo	mo
374	mfo	mo	mfr	mfr	fr	429	mfo	fr	mo	mfo	fr	484	mfo	fr	mfr	fo	fr
375	mfo	mo	mfr	mfr	mfr	430	mfo	fr	mo	mfo	mfr	485	mfo	fr	mfr	fo	mfr
376	mfo	fr	mfo	mfo	mfo	431	mfo	fr	mo	fo	mfo	486	mfo	fr	mfr	mo	mfo
377	mfo	fr	mfo	mfo	fo	432	mfo	fr	mo	fo	fo	487	mfo	fr	mfr	mo	fo
378	mfo	fr	mfo	mfo	mo	433	mfo	fr	mo	fo	mo	488	mfo	fr	mfr	mo	mo
379	mfo	fr	mfo	mfo	fr	434	mfo	fr	mo	fo	fr	489	mfo	fr	mfr	mo	fr
380	mfo	fr	mfo	mfo	mfr	435	mfo	fr	mo	fo	mfr	490	mfo	fr	mfr	mo	mfr
381	mfo	fr	mfo	fo	mfo	436	mfo	fr	mo	mo	mfo	491	mfo	fr	mfr	fr	mfo
382	mfo	fr	mfo	fo	fo	437	mfo	fr	mo	mo	fo	492	mfo	fr	mfr	fr	fo
383	mfo	fr	mfo	fo	mo	438	mfo	fr	mo	mo	mo	493	mfo	fr	mfr	fr	mo
384	mfo	fr	mfo	fo	fr	439	mfo	fr	mo	mo	fr	494	mfo	fr	mfr	fr	fr
385	mfo	fr	mfo	fo	mfr	440	mfo	fr	mo	mo	mfr	495	mfo	fr	mfr	fr	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
496	mfo	fr	mfr	mfr	mfo	551	mfo	mfr	mo	mfo	mfo	606	mfo	mfr	mfr	fo	mfo
497	mfo	fr	mfr	mfr	fo	552	mfo	mfr	mo	mfo	fo	607	mfo	mfr	mfr	fo	fo
498	mfo	fr	mfr	mfr	mo	553	mfo	mfr	mo	mfo	mo	608	mfo	mfr	mfr	fo	mo
499	mfo	fr	mfr	mfr	fr	554	mfo	mfr	mo	mfo	fr	609	mfo	mfr	mfr	fo	fr
500	mfo	fr	mfr	mfr	mfr	555	mfo	mfr	mo	mfo	mfr	610	mfo	mfr	mfr	fo	mfr
501	mfo	mfr	mfo	mfo	mfo	556	mfo	mfr	mo	fo	mfo	611	mfo	mfr	mfr	mo	mfo
502	mfo	mfr	mfo	mfo	fo	557	mfo	mfr	mo	fo	fo	612	mfo	mfr	mfr	mo	fo
503	mfo	mfr	mfo	mfo	mo	558	mfo	mfr	mo	fo	mo	613	mfo	mfr	mfr	mo	mo
504	mfo	mfr	mfo	mfo	fr	559	mfo	mfr	mo	fo	fr	614	mfo	mfr	mfr	mo	fr
505	mfo	mfr	mfo	mfo	mfr	560	mfo	mfr	mo	fo	mfr	615	mfo	mfr	mfr	mo	mfr
506	mfo	mfr	mfo	fo	mfo	561	mfo	mfr	mo	mo	mfo	616	mfo	mfr	mfr	fr	mfo
507	mfo	mfr	mfo	fo	fo	562	mfo	mfr	mo	mo	fo	617	mfo	mfr	mfr	fr	fo
508	mfo	mfr	mfo	fo	mo	563	mfo	mfr	mo	mo	mo	618	mfo	mfr	mfr	fr	mo
509	mfo	mfr	mfo	fo	fr	564	mfo	mfr	mo	mo	fr	619	mfo	mfr	mfr	fr	fr
510	mfo	mfr	mfo	fo	mfr	565	mfo	mfr	mo	mo	mfr	620	mfo	mfr	mfr	fr	mfr
511	mfo	mfr	mfo	mo	mfo	566	mfo	mfr	mo	fr	mfo	621	mfo	mfr	mfr	mfr	mfo
512	mfo	mfr	mfo	mo	fo	567	mfo	mfr	mo	fr	fo	622	mfo	mfr	mfr	mfr	fo
513	mfo	mfr	mfo	mo	mo	568	mfo	mfr	mo	fr	mo	623	mfo	mfr	mfr	mfr	mo
514	mfo	mfr	mfo	mo	fr	569	mfo	mfr	mo	fr	fr	624	mfo	mfr	mfr	mfr	fr
515	mfo	mfr	mfo	mo	mfr	570	mfo	mfr	mo	fr	mfr	625	mfo	mfr	mfr	mfr	mfr
516	mfo	mfr	mfo	fr	mfo	571	mfo	mfr	mo	mfr	mfo	626	fo	mfo	mfo	mfo	mfo
517	mfo	mfr	mfo	fr	fo	572	mfo	mfr	mo	mfr	fo	627	fo	mfo	mfo	mfo	fo
518	mfo	mfr	mfo	fr	mo	573	mfo	mfr	mo	mfr	mo	628	fo	mfo	mfo	mfo	mo
519	mfo	mfr	mfo	fr	fr	574	mfo	mfr	mo	mfr	fr	629	fo	mfo	mfo	mfo	fr
520	mfo	mfr	mfo	fr	mfr	575	mfo	mfr	mo	mfr	mfr	630	fo	mfo	mfo	mfo	mfr
521	mfo	mfr	mfo	mfr	mfo	576	mfo	mfr	fr	mfo	mfo	631	fo	mfo	mfo	fo	mfo
522	mfo	mfr	mfo	mfr	fo	577	mfo	mfr	fr	mfo	fo	632	fo	mfo	mfo	fo	fo
523	mfo	mfr	mfo	mfr	mo	578	mfo	mfr	fr	mfo	mo	633	fo	mfo	mfo	fo	mo
524	mfo	mfr	mfo	mfr	fr	579	mfo	mfr	fr	mfo	fr	634	fo	mfo	mfo	fo	fr
525	mfo	mfr	mfo	mfr	mfr	580	mfo	mfr	fr	mfo	mfr	635	fo	mfo	mfo	fo	mfr
526	mfo	mfr	fo	mfo	mfo	581	mfo	mfr	fr	fo	mfo	636	fo	mfo	mfo	mo	mfo
527	mfo	mfr	fo	mfo	fo	582	mfo	mfr	fr	fo	fo	637	fo	mfo	mfo	mo	fo
528	mfo	mfr	fo	mfo	mo	583	mfo	mfr	fr	fo	mo	638	fo	mfo	mfo	mo	mo
529	mfo	mfr	fo	mfo	fr	584	mfo	mfr	fr	fo	fr	639	fo	mfo	mfo	mo	fr
530	mfo	mfr	fo	mfo	mfr	585	mfo	mfr	fr	fo	mfr	640	fo	mfo	mfo	mo	mfr
531	mfo	mfr	fo	fo	mfo	586	mfo	mfr	fr	mo	mfo	641	fo	mfo	mfo	fr	mfo
532	mfo	mfr	fo	fo	fo	587	mfo	mfr	fr	mo	fo	642	fo	mfo	mfo	fr	fo
533	mfo	mfr	fo	fo	mo	588	mfo	mfr	fr	mo	mo	643	fo	mfo	mfo	fr	mo
534	mfo	mfr	fo	fo	fr	589	mfo	mfr	fr	mo	fr	644	fo	mfo	mfo	fr	fr
535	mfo	mfr	fo	fo	mfr	590	mfo	mfr	fr	mo	mfr	645	fo	mfo	mfo	fr	mfr
536	mfo	mfr	fo	mo	mfo	591	mfo	mfr	fr	fr	mfo	646	fo	mfo	mfo	mfr	mfo
537	mfo	mfr	fo	mo	fo	592	mfo	mfr	fr	fr	fo	647	fo	mfo	mfo	mfr	fo
538	mfo	mfr	fo	mo	mo	593	mfo	mfr	fr	fr	mo	648	fo	mfo	mfo	mfr	mo
539	mfo	mfr	fo	mo	fr	594	mfo	mfr	fr	fr	fr	649	fo	mfo	mfo	mfr	fr
540	mfo	mfr	fo	mo	mfr	595	mfo	mfr	fr	fr	mfr	650	fo	mfo	mfo	mfr	mfr
541	mfo	mfr	fo	fr	mfo	596	mfo	mfr	fr	mfr	mfo	651	fo	mfo	fo	mfo	mfo
542	mfo	mfr	fo	fr	fo	597	mfo	mfr	fr	mfr	fo	652	fo	mfo	fo	mfo	fo
543	mfo	mfr	fo	fr	mo	598	mfo	mfr	fr	mfr	mo	653	fo	mfo	fo	mfo	mo
544	mfo	mfr	fo	fr	fr	599	mfo	mfr	fr	mfr	fr	654	fo	mfo	fo	mfo	fr
545	mfo	mfr	fo	fr	mfr	600	mfo	mfr	fr	mfr	mfr	655	fo	mfo	fo	mfo	mfr
546	mfo	mfr	fo	mfr	mfo	601	mfo	mfr	mfr	mfo	mfo	656	fo	mfo	fo	fo	mfo
547	mfo	mfr	fo	mfr	fo	602	mfo	mfr	mfr	mfo	fo	657	fo	mfo	fo	fo	fo
548	mfo	mfr	fo	mfr	mo	603	mfo	mfr	mfr	mfo	mo	658	fo	mfo	fo	fo	mo
549	mfo	mfr	fo	mfr	fr	604	mfo	mfr	mfr	mfo	fr	659	fo	mfo	fo	fo	fr
550	mfo	mfr	fo	mfr	mfr	605	mfo	mfr	mfr	mfo	mfr	660	fo	mfo	fo	fo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
661	fo	mfo	fo	mo	mfo	716	fo	mfo	fr	fr	mfo	771	fo	fo	mfo	mfr	mfo
662	fo	mfo	fo	mo	fo	717	fo	mfo	fr	fr	fo	772	fo	fo	mfo	mfr	fo
663	fo	mfo	fo	mo	mo	718	fo	mfo	fr	fr	mo	773	fo	fo	mfo	mfr	mo
664	fo	mfo	fo	mo	fr	719	fo	mfo	fr	fr	fr	774	fo	fo	mfo	mfr	fr
665	fo	mfo	fo	mo	mfr	720	fo	mfo	fr	fr	mfr	775	fo	fo	mfo	mfr	mfr
666	fo	mfo	fo	fr	mfo	721	fo	mfo	fr	mfr	mfo	776	fo	fo	fo	mfo	mfo
667	fo	mfo	fo	fr	fo	722	fo	mfo	fr	mfr	fo	777	fo	fo	fo	mfo	fo
668	fo	mfo	fo	fr	mo	723	fo	mfo	fr	mfr	mo	778	fo	fo	fo	mfo	mo
669	fo	mfo	fo	fr	fr	724	fo	mfo	fr	mfr	fr	779	fo	fo	fo	mfo	fr
670	fo	mfo	fo	fr	mfr	725	fo	mfo	fr	mfr	mfr	780	fo	fo	fo	mfo	mfr
671	fo	mfo	fo	mfr	mfo	726	fo	mfo	mfr	mfo	mfo	781	fo	fo	fo	fo	mfo
672	fo	mfo	fo	mfr	fo	727	fo	mfo	mfr	mfo	fo	782	fo	fo	fo	fo	fo
673	fo	mfo	fo	mfr	mo	728	fo	mfo	mfr	mfo	mo	783	fo	fo	fo	fo	mo
674	fo	mfo	fo	mfr	fr	729	fo	mfo	mfr	mfo	fr	784	fo	fo	fo	fo	fr
675	fo	mfo	fo	mfr	mfr	730	fo	mfo	mfr	mfo	mfr	785	fo	fo	fo	fo	mfr
676	fo	mfo	mo	mfo	mfo	731	fo	mfo	mfr	fo	mfo	786	fo	fo	fo	mo	mfo
677	fo	mfo	mo	mfo	fo	732	fo	mfo	mfr	fo	fo	787	fo	fo	fo	mo	fo
678	fo	mfo	mo	mfo	mo	733	fo	mfo	mfr	fo	mo	788	fo	fo	fo	mo	mo
679	fo	mfo	mo	mfo	fr	734	fo	mfo	mfr	fo	fr	789	fo	fo	fo	mo	fr
680	fo	mfo	mo	mfo	mfr	735	fo	mfo	mfr	fo	mfr	790	fo	fo	fo	mo	mfr
681	fo	mfo	mo	fo	mfo	736	fo	mfo	mfr	mo	mfo	791	fo	fo	fo	fr	mfo
682	fo	mfo	mo	fo	fo	737	fo	mfo	mfr	mo	fo	792	fo	fo	fo	fr	fo
683	fo	mfo	mo	fo	mo	738	fo	mfo	mfr	mo	mo	793	fo	fo	fo	fr	mo
684	fo	mfo	mo	fo	fr	739	fo	mfo	mfr	mo	fr	794	fo	fo	fo	fr	fr
685	fo	mfo	mo	fo	mfr	740	fo	mfo	mfr	mo	mfr	795	fo	fo	fo	fr	mfr
686	fo	mfo	mo	mo	mfo	741	fo	mfo	mfr	fr	mfo	796	fo	fo	fo	mfr	mfo
687	fo	mfo	mo	mo	fo	742	fo	mfo	mfr	fr	fo	797	fo	fo	fo	mfr	fo
688	fo	mfo	mo	mo	mo	743	fo	mfo	mfr	fr	mo	798	fo	fo	fo	mfr	mo
689	fo	mfo	mo	mo	fr	744	fo	mfo	mfr	fr	fr	799	fo	fo	fo	mfr	fr
690	fo	mfo	mo	mo	mfr	745	fo	mfo	mfr	fr	mfr	800	fo	fo	fo	mfr	mfr
691	fo	mfo	mo	fr	mfo	746	fo	mfo	mfr	mfr	mfo	801	fo	fo	mo	mfo	mfo
692	fo	mfo	mo	fr	fo	747	fo	mfo	mfr	mfr	fo	802	fo	fo	mo	mfo	fo
693	fo	mfo	mo	fr	mo	748	fo	mfo	mfr	mfr	mo	803	fo	fo	mo	mfo	mo
694	fo	mfo	mo	fr	fr	749	fo	mfo	mfr	mfr	fr	804	fo	fo	mo	mfo	fr
695	fo	mfo	mo	fr	mfr	750	fo	mfo	mfr	mfr	mfr	805	fo	fo	mo	mfo	mfr
696	fo	mfo	mo	mfr	mfo	751	fo	fo	mfo	mfo	mfo	806	fo	fo	mo	fo	mfo
697	fo	mfo	mo	mfr	fo	752	fo	fo	mfo	mfo	fo	807	fo	fo	mo	fo	fo
698	fo	mfo	mo	mfr	mo	753	fo	fo	mfo	mfo	mo	808	fo	fo	mo	fo	mo
699	fo	mfo	mo	mfr	fr	754	fo	fo	mfo	mfo	fr	809	fo	fo	mo	fo	fr
700	fo	mfo	mo	mfr	mfr	755	fo	fo	mfo	mfo	mfr	810	fo	fo	mo	fo	mfr
701	fo	mfo	fr	mfo	mfo	756	fo	fo	mfo	fo	mfo	811	fo	fo	mo	mo	mfo
702	fo	mfo	fr	mfo	fo	757	fo	fo	mfo	fo	fo	812	fo	fo	mo	mo	fo
703	fo	mfo	fr	mfo	mo	758	fo	fo	mfo	fo	mo	813	fo	fo	mo	mo	mo
704	fo	mfo	fr	mfo	fr	759	fo	fo	mfo	fo	fr	814	fo	fo	mo	mo	fr
705	fo	mfo	fr	mfo	mfr	760	fo	fo	mfo	fo	mfr	815	fo	fo	mo	mo	mfr
706	fo	mfo	fr	fo	mfo	761	fo	fo	mfo	mo	mfo	816	fo	fo	mo	fr	mfo
707	fo	mfo	fr	fo	fo	762	fo	fo	mfo	mo	fo	817	fo	fo	mo	fr	fo
708	fo	mfo	fr	fo	mo	763	fo	fo	mfo	mo	mo	818	fo	fo	mo	fr	mo
709	fo	mfo	fr	fo	fr	764	fo	fo	mfo	mo	fr	819	fo	fo	mo	fr	fr
710	fo	mfo	fr	fo	mfr	765	fo	fo	mfo	mo	mfr	820	fo	fo	mo	fr	mfr
711	fo	mfo	fr	mo	mfo	766	fo	fo	mfo	fr	mfo	821	fo	fo	mo	mfr	mfo
712	fo	mfo	fr	mo	fo	767	fo	fo	mfo	fr	fo	822	fo	fo	mo	mfr	fo
713	fo	mfo	fr	mo	mo	768	fo	fo	mfo	fr	mo	823	fo	fo	mo	mfr	mo
714	fo	mfo	fr	mo	fr	769	fo	fo	mfo	fr	fr	824	fo	fo	mo	mfr	fr
715	fo	mfo	fr	mo	mfr	770	fo	fo	mfo	fr	mfr	825	fo	fo	mo	mfr	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
826	fo	fo	fr	mfo	mfo	881	fo	mo	mfo	fo	mfo	936	fo	mo	mo	mo	mfo
827	fo	fo	fr	mfo	fo	882	fo	mo	mfo	fo	fo	937	fo	mo	mo	mo	fo
828	fo	fo	fr	mfo	mo	883	fo	mo	mfo	fo	mo	938	fo	mo	mo	mo	mo
829	fo	fo	fr	mfo	fr	884	fo	mo	mfo	fo	fr	939	fo	mo	mo	mo	fr
830	fo	fo	fr	mfo	mfr	885	fo	mo	mfo	fo	mfr	940	fo	mo	mo	mo	mfr
831	fo	fo	fr	fo	mfo	886	fo	mo	mfo	mo	mfo	941	fo	mo	mo	fr	mfo
832	fo	fo	fr	fo	fo	887	fo	mo	mfo	mo	fo	942	fo	mo	mo	fr	fo
833	fo	fo	fr	fo	mo	888	fo	mo	mfo	mo	mo	943	fo	mo	mo	fr	mo
834	fo	fo	fr	fo	fr	889	fo	mo	mfo	mo	fr	944	fo	mo	mo	fr	fr
835	fo	fo	fr	fo	mfr	890	fo	mo	mfo	mo	mfr	945	fo	mo	mo	fr	mfr
836	fo	fo	fr	mo	mfo	891	fo	mo	mfo	fr	mfo	946	fo	mo	mo	mfr	mfo
837	fo	fo	fr	mo	fo	892	fo	mo	mfo	fr	fo	947	fo	mo	mo	mfr	fo
838	fo	fo	fr	mo	mo	893	fo	mo	mfo	fr	mo	948	fo	mo	mo	mfr	mo
839	fo	fo	fr	mo	fr	894	fo	mo	mfo	fr	fr	949	fo	mo	mo	mfr	fr
840	fo	fo	fr	mo	mfr	895	fo	mo	mfo	fr	mfr	950	fo	mo	mo	mfr	mfr
841	fo	fo	fr	fr	mfo	896	fo	mo	mfo	mfr	mfo	951	fo	mo	fr	mfo	mfo
842	fo	fo	fr	fr	fo	897	fo	mo	mfo	mfr	fo	952	fo	mo	fr	mfo	fo
843	fo	fo	fr	fr	mo	898	fo	mo	mfo	mfr	mo	953	fo	mo	fr	mfo	mo
844	fo	fo	fr	fr	fr	899	fo	mo	mfo	mfr	fr	954	fo	mo	fr	mfo	fr
845	fo	fo	fr	fr	mfr	900	fo	mo	mfo	mfr	mfr	955	fo	mo	fr	mfo	mfr
846	fo	fo	fr	mfr	mfo	901	fo	mo	fo	mfo	mfo	956	fo	mo	fr	fo	mfo
847	fo	fo	fr	mfr	fo	902	fo	mo	fo	mfo	fo	957	fo	mo	fr	fo	fo
848	fo	fo	fr	mfr	mo	903	fo	mo	fo	mfo	mo	958	fo	mo	fr	fo	mo
849	fo	fo	fr	mfr	fr	904	fo	mo	fo	mfo	fr	959	fo	mo	fr	fo	fr
850	fo	fo	fr	mfr	mfr	905	fo	mo	fo	mfo	mfr	960	fo	mo	fr	fo	mfr
851	fo	fo	mfr	mfo	mfo	906	fo	mo	fo	fo	mfo	961	fo	mo	fr	mo	mfo
852	fo	fo	mfr	mfo	fo	907	fo	mo	fo	fo	fo	962	fo	mo	fr	mo	fo
853	fo	fo	mfr	mfo	mo	908	fo	mo	fo	fo	mo	963	fo	mo	fr	mo	mo
854	fo	fo	mfr	mfo	fr	909	fo	mo	fo	fo	fr	964	fo	mo	fr	mo	fr
855	fo	fo	mfr	mfo	mfr	910	fo	mo	fo	fo	mfr	965	fo	mo	fr	mo	mfr
856	fo	fo	mfr	fo	mfo	911	fo	mo	fo	mo	mfo	966	fo	mo	fr	fr	mfo
857	fo	fo	mfr	fo	fo	912	fo	mo	fo	mo	fo	967	fo	mo	fr	fr	fo
858	fo	fo	mfr	fo	mo	913	fo	mo	fo	mo	mo	968	fo	mo	fr	fr	mo
859	fo	fo	mfr	fo	fr	914	fo	mo	fo	mo	fr	969	fo	mo	fr	fr	fr
860	fo	fo	mfr	fo	mfr	915	fo	mo	fo	mo	mfr	970	fo	mo	fr	fr	mfr
861	fo	fo	mfr	mo	mfo	916	fo	mo	fo	fr	mfo	971	fo	mo	fr	mfr	mfo
862	fo	fo	mfr	mo	fo	917	fo	mo	fo	fr	fo	972	fo	mo	fr	mfr	fo
863	fo	fo	mfr	mo	mo	918	fo	mo	fo	fr	mo	973	fo	mo	fr	mfr	mo
864	fo	fo	mfr	mo	fr	919	fo	mo	fo	fr	fr	974	fo	mo	fr	mfr	fr
865	fo	fo	mfr	mo	mfr	920	fo	mo	fo	fr	mfr	975	fo	mo	fr	mfr	mfr
866	fo	fo	mfr	fr	mfo	921	fo	mo	fo	mfr	mfo	976	fo	mo	mfr	mfo	mfo
867	fo	fo	mfr	fr	fo	922	fo	mo	fo	mfr	fo	977	fo	mo	mfr	mfo	fo
868	fo	fo	mfr	fr	mo	923	fo	mo	fo	mfr	mo	978	fo	mo	mfr	mfo	mo
869	fo	fo	mfr	fr	fr	924	fo	mo	fo	mfr	fr	979	fo	mo	mfr	mfo	fr
870	fo	fo	mfr	fr	mfr	925	fo	mo	fo	mfr	mfr	980	fo	mo	mfr	mfo	mfr
871	fo	fo	mfr	mfr	mfo	926	fo	mo	mo	mfo	mfo	981	fo	mo	mfr	fo	mfo
872	fo	fo	mfr	mfr	fo	927	fo	mo	mo	mfo	fo	982	fo	mo	mfr	fo	fo
873	fo	fo	mfr	mfr	mo	928	fo	mo	mo	mfo	mo	983	fo	mo	mfr	fo	mo
874	fo	fo	mfr	mfr	fr	929	fo	mo	mo	mfo	fr	984	fo	mo	mfr	fo	fr
875	fo	fo	mfr	mfr	mfr	930	fo	mo	mo	mfo	mfr	985	fo	mo	mfr	fo	mfr
876	fo	mo	mfo	mfo	mfo	931	fo	mo	mo	fo	mfo	986	fo	mo	mfr	mo	mfo
877	fo	mo	mfo	mfo	fo	932	fo	mo	mo	fo	fo	987	fo	mo	mfr	mo	fo
878	fo	mo	mfo	mfo	mo	933	fo	mo	mo	fo	mo	988	fo	mo	mfr	mo	mo
879	fo	mo	mfo	mfo	fr	934	fo	mo	mo	fo	fr	989	fo	mo	mfr	mo	fr
880	fo	mo	mfo	mfo	mfr	935	fo	mo	mo	fo	mfr	990	fo	mo	mfr	mo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
991	fo	mo	mfr	fr	mfo	1046	fo	fr	fo	mfr	mfo	1101	fo	fr	mfr	mfo	mfo
992	fo	mo	mfr	fr	fo	1047	fo	fr	fo	mfr	fo	1102	fo	fr	mfr	mfo	fo
993	fo	mo	mfr	fr	mo	1048	fo	fr	fo	mfr	mo	1103	fo	fr	mfr	mfo	mo
994	fo	mo	mfr	fr	fr	1049	fo	fr	fo	mfr	fr	1104	fo	fr	mfr	mfo	fr
995	fo	mo	mfr	fr	mfr	1050	fo	fr	fo	mfr	mfr	1105	fo	fr	mfr	mfo	mfr
996	fo	mo	mfr	mfr	mfo	1051	fo	fr	mo	mfo	mfo	1106	fo	fr	mfr	fo	mfo
997	fo	mo	mfr	mfr	fo	1052	fo	fr	mo	mfo	fo	1107	fo	fr	mfr	fo	fo
998	fo	mo	mfr	mfr	mo	1053	fo	fr	mo	mfo	mo	1108	fo	fr	mfr	fo	mo
999	fo	mo	mfr	mfr	fr	1054	fo	fr	mo	mfo	fr	1109	fo	fr	mfr	fo	fr
1000	fo	mo	mfr	mfr	mfr	1055	fo	fr	mo	mfo	mfr	1110	fo	fr	mfr	fo	mfr
1001	fo	fr	mfo	mfo	mfo	1056	fo	fr	mo	fo	mfo	1111	fo	fr	mfr	mo	mfo
1002	fo	fr	mfo	mfo	fo	1057	fo	fr	mo	fo	fo	1112	fo	fr	mfr	mo	fo
1003	fo	fr	mfo	mfo	mo	1058	fo	fr	mo	fo	mo	1113	fo	fr	mfr	mo	mo
1004	fo	fr	mfo	mfo	fr	1059	fo	fr	mo	fo	fr	1114	fo	fr	mfr	mo	fr
1005	fo	fr	mfo	mfo	mfr	1060	fo	fr	mo	fo	mfr	1115	fo	fr	mfr	mo	mfr
1006	fo	fr	mfo	fo	mfo	1061	fo	fr	mo	mo	mfo	1116	fo	fr	mfr	fr	mfo
1007	fo	fr	mfo	fo	fo	1062	fo	fr	mo	mo	fo	1117	fo	fr	mfr	fr	fo
1008	fo	fr	mfo	fo	mo	1063	fo	fr	mo	mo	mo	1118	fo	fr	mfr	fr	mo
1009	fo	fr	mfo	fo	fr	1064	fo	fr	mo	mo	fr	1119	fo	fr	mfr	fr	fr
1010	fo	fr	mfo	fo	mfr	1065	fo	fr	mo	mo	mfr	1120	fo	fr	mfr	fr	mfr
1011	fo	fr	mfo	mo	mfo	1066	fo	fr	mo	fr	mfo	1121	fo	fr	mfr	mfr	mfo
1012	fo	fr	mfo	mo	fo	1067	fo	fr	mo	fr	fo	1122	fo	fr	mfr	mfr	fo
1013	fo	fr	mfo	mo	mo	1068	fo	fr	mo	fr	mo	1123	fo	fr	mfr	mfr	mo
1014	fo	fr	mfo	mo	fr	1069	fo	fr	mo	fr	fr	1124	fo	fr	mfr	mfr	fr
1015	fo	fr	mfo	mo	mfr	1070	fo	fr	mo	fr	mfr	1125	fo	fr	mfr	mfr	mfr
1016	fo	fr	mfo	fr	mfo	1071	fo	fr	mo	mfr	mfo	1126	fo	mfr	mfo	mfo	mfo
1017	fo	fr	mfo	fr	fo	1072	fo	fr	mo	mfr	fo	1127	fo	mfr	mfo	mfo	fo
1018	fo	fr	mfo	fr	mo	1073	fo	fr	mo	mfr	mo	1128	fo	mfr	mfo	mfo	mo
1019	fo	fr	mfo	fr	fr	1074	fo	fr	mo	mfr	fr	1129	fo	mfr	mfo	mfo	fr
1020	fo	fr	mfo	fr	mfr	1075	fo	fr	mo	mfr	mfr	1130	fo	mfr	mfo	mfo	mfr
1021	fo	fr	mfo	mfr	mfo	1076	fo	fr	fr	mfo	mfo	1131	fo	mfr	mfo	fo	mfo
1022	fo	fr	mfo	mfr	fo	1077	fo	fr	fr	mfo	fo	1132	fo	mfr	mfo	fo	fo
1023	fo	fr	mfo	mfr	mo	1078	fo	fr	fr	mfo	mo	1133	fo	mfr	mfo	fo	mo
1024	fo	fr	mfo	mfr	fr	1079	fo	fr	fr	mfo	fr	1134	fo	mfr	mfo	fo	fr
1025	fo	fr	mfo	mfr	mfr	1080	fo	fr	fr	mfo	mfr	1135	fo	mfr	mfo	fo	mfr
1026	fo	fr	fo	mfo	mfo	1081	fo	fr	fr	fo	mfo	1136	fo	mfr	mfo	mo	mfo
1027	fo	fr	fo	mfo	fo	1082	fo	fr	fr	fo	fo	1137	fo	mfr	mfo	mo	fo
1028	fo	fr	fo	mfo	mo	1083	fo	fr	fr	fo	mo	1138	fo	mfr	mfo	mo	mo
1029	fo	fr	fo	mfo	fr	1084	fo	fr	fr	fo	fr	1139	fo	mfr	mfo	mo	fr
1030	fo	fr	fo	mfo	mfr	1085	fo	fr	fr	fo	mfr	1140	fo	mfr	mfo	mo	mfr
1031	fo	fr	fo	fo	mfo	1086	fo	fr	fr	mo	mfo	1141	fo	mfr	mfo	fr	mfo
1032	fo	fr	fo	fo	fo	1087	fo	fr	fr	mo	fo	1142	fo	mfr	mfo	fr	fo
1033	fo	fr	fo	fo	mo	1088	fo	fr	fr	mo	mo	1143	fo	mfr	mfo	fr	mo
1034	fo	fr	fo	fo	fr	1089	fo	fr	fr	mo	fr	1144	fo	mfr	mfo	fr	fr
1035	fo	fr	fo	fo	mfr	1090	fo	fr	fr	mo	mfr	1145	fo	mfr	mfo	fr	mfr
1036	fo	fr	fo	mo	mfo	1091	fo	fr	fr	fr	mfo	1146	fo	mfr	mfo	mfr	mfo
1037	fo	fr	fo	mo	fo	1092	fo	fr	fr	fr	fo	1147	fo	mfr	mfo	mfr	fo
1038	fo	fr	fo	mo	mo	1093	fo	fr	fr	fr	mo	1148	fo	mfr	mfo	mfr	mo
1039	fo	fr	fo	mo	fr	1094	fo	fr	fr	fr	fr	1149	fo	mfr	mfo	mfr	fr
1040	fo	fr	fo	mo	mfr	1095	fo	fr	fr	fr	mfr	1150	fo	mfr	mfo	mfr	mfr
1041	fo	fr	fo	fr	mfo	1096	fo	fr	fr	mfr	mfo	1151	fo	mfr	fo	mfo	mfo
1042	fo	fr	fo	fr	fo	1097	fo	fr	fr	mfr	fo	1152	fo	mfr	fo	mfo	fo
1043	fo	fr	fo	fr	mo	1098	fo	fr	fr	mfr	mo	1153	fo	mfr	fo	mfo	mo
1044	fo	fr	fo	fr	fr	1099	fo	fr	fr	mfr	fr	1154	fo	mfr	fo	mfo	fr
1045	fo	fr	fo	fr	mfr	1100	fo	fr	fr	mfr	mfr	1155	fo	mfr	fo	mfo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
1156	fo	mfr	fo	fo	mfo	1211	fo	mfr	fr	mo	mfo	1266	mo	mfo	mfo	fr	mfo
1157	fo	mfr	fo	fo	fo	1212	fo	mfr	fr	mo	fo	1267	mo	mfo	mfo	fr	fo
1158	fo	mfr	fo	fo	mo	1213	fo	mfr	fr	mo	mo	1268	mo	mfo	mfo	fr	mo
1159	fo	mfr	fo	fo	fr	1214	fo	mfr	fr	mo	fr	1269	mo	mfo	mfo	fr	fr
1160	fo	mfr	fo	fo	mfr	1215	fo	mfr	fr	mo	mfr	1270	mo	mfo	mfo	fr	mfr
1161	fo	mfr	fo	mo	mfo	1216	fo	mfr	fr	fr	mfo	1271	mo	mfo	mfo	mfr	mfo
1162	fo	mfr	fo	mo	fo	1217	fo	mfr	fr	fr	fo	1272	mo	mfo	mfo	mfr	fo
1163	fo	mfr	fo	mo	mo	1218	fo	mfr	fr	fr	mo	1273	mo	mfo	mfo	mfr	mo
1164	fo	mfr	fo	mo	fr	1219	fo	mfr	fr	fr	fr	1274	mo	mfo	mfo	mfr	fr
1165	fo	mfr	fo	mo	mfr	1220	fo	mfr	fr	fr	mfr	1275	mo	mfo	mfo	mfr	mfr
1166	fo	mfr	fo	fr	mfo	1221	fo	mfr	fr	mfr	mfo	1276	mo	mfo	fo	mfo	mfo
1167	fo	mfr	fo	fr	fo	1222	fo	mfr	fr	mfr	fo	1277	mo	mfo	fo	mfo	fo
1168	fo	mfr	fo	fr	mo	1223	fo	mfr	fr	mfr	mo	1278	mo	mfo	fo	mfo	mo
1169	fo	mfr	fo	fr	fr	1224	fo	mfr	fr	mfr	fr	1279	mo	mfo	fo	mfo	fr
1170	fo	mfr	fo	fr	mfr	1225	fo	mfr	fr	mfr	mfr	1280	mo	mfo	fo	mfo	mfr
1171	fo	mfr	fo	mfr	mfo	1226	fo	mfr	mfr	mfo	mfo	1281	mo	mfo	fo	fo	mfo
1172	fo	mfr	fo	mfr	fo	1227	fo	mfr	mfr	mfo	fo	1282	mo	mfo	fo	fo	fo
1173	fo	mfr	fo	mfr	mo	1228	fo	mfr	mfr	mfo	mo	1283	mo	mfo	fo	fo	mo
1174	fo	mfr	fo	mfr	fr	1229	fo	mfr	mfr	mfo	fr	1284	mo	mfo	fo	fo	fr
1175	fo	mfr	fo	mfr	mfr	1230	fo	mfr	mfr	mfo	mfr	1285	mo	mfo	fo	fo	mfr
1176	fo	mfr	mo	mfo	mfo	1231	fo	mfr	mfr	fo	mfo	1286	mo	mfo	fo	mo	mfo
1177	fo	mfr	mo	mfo	fo	1232	fo	mfr	mfr	fo	fo	1287	mo	mfo	fo	mo	fo
1178	fo	mfr	mo	mfo	mo	1233	fo	mfr	mfr	fo	mo	1288	mo	mfo	fo	mo	mo
1179	fo	mfr	mo	mfo	fr	1234	fo	mfr	mfr	fo	fr	1289	mo	mfo	fo	mo	fr
1180	fo	mfr	mo	mfo	mfr	1235	fo	mfr	mfr	fo	mfr	1290	mo	mfo	fo	mo	mfr
1181	fo	mfr	mo	fo	mfo	1236	fo	mfr	mfr	mo	mfo	1291	mo	mfo	fo	fr	mfo
1182	fo	mfr	mo	fo	fo	1237	fo	mfr	mfr	mo	fo	1292	mo	mfo	fo	fr	fo
1183	fo	mfr	mo	fo	mo	1238	fo	mfr	mfr	mo	mo	1293	mo	mfo	fo	fr	mo
1184	fo	mfr	mo	fo	fr	1239	fo	mfr	mfr	mo	fr	1294	mo	mfo	fo	fr	fr
1185	fo	mfr	mo	fo	mfr	1240	fo	mfr	mfr	mo	mfr	1295	mo	mfo	fo	fr	mfr
1186	fo	mfr	mo	mo	mfo	1241	fo	mfr	mfr	fr	mfo	1296	mo	mfo	fo	mfr	mfo
1187	fo	mfr	mo	mo	fo	1242	fo	mfr	mfr	fr	fo	1297	mo	mfo	fo	mfr	fo
1188	fo	mfr	mo	mo	mo	1243	fo	mfr	mfr	fr	mo	1298	mo	mfo	fo	mfr	mo
1189	fo	mfr	mo	mo	fr	1244	fo	mfr	mfr	fr	fr	1299	mo	mfo	fo	mfr	fr
1190	fo	mfr	mo	mo	mfr	1245	fo	mfr	mfr	fr	mfr	1300	mo	mfo	fo	mfr	mfr
1191	fo	mfr	mo	fr	mfo	1246	fo	mfr	mfr	mfr	mfo	1301	mo	mfo	mo	mfo	mfo
1192	fo	mfr	mo	fr	fo	1247	fo	mfr	mfr	mfr	fo	1302	mo	mfo	mo	mfo	fo
1193	fo	mfr	mo	fr	mo	1248	fo	mfr	mfr	mfr	mo	1303	mo	mfo	mo	mfo	mo
1194	fo	mfr	mo	fr	fr	1249	fo	mfr	mfr	mfr	fr	1304	mo	mfo	mo	mfo	fr
1195	fo	mfr	mo	fr	mfr	1250	fo	mfr	mfr	mfr	mfr	1305	mo	mfo	mo	mfo	mfr
1196	fo	mfr	mo	mfr	mfo	1251	mo	mfo	mfo	mfo	mfo	1306	mo	mfo	mo	fo	mfo
1197	fo	mfr	mo	mfr	fo	1252	mo	mfo	mfo	mfo	fo	1307	mo	mfo	mo	fo	fo
1198	fo	mfr	mo	mfr	mo	1253	mo	mfo	mfo	mfo	mo	1308	mo	mfo	mo	fo	mo
1199	fo	mfr	mo	mfr	fr	1254	mo	mfo	mfo	mfo	fr	1309	mo	mfo	mo	fo	fr
1200	fo	mfr	mo	mfr	mfr	1255	mo	mfo	mfo	mfo	mfr	1310	mo	mfo	mo	fo	mfr
1201	fo	mfr	fr	mfo	mfo	1256	mo	mfo	mfo	fo	mfo	1311	mo	mfo	mo	mo	mfo
1202	fo	mfr	fr	mfo	fo	1257	mo	mfo	mfo	fo	fo	1312	mo	mfo	mo	mo	fo
1203	fo	mfr	fr	mfo	mo	1258	mo	mfo	mfo	fo	mo	1313	mo	mfo	mo	mo	mo
1204	fo	mfr	fr	mfo	fr	1259	mo	mfo	mfo	fo	fr	1314	mo	mfo	mo	mo	fr
1205	fo	mfr	fr	mfo	mfr	1260	mo	mfo	mfo	fo	mfr	1315	mo	mfo	mo	mo	mfr
1206	fo	mfr	fr	fo	mfo	1261	mo	mfo	mfo	mo	mfo	1316	mo	mfo	mo	fr	mfo
1207	fo	mfr	fr	fo	fo	1262	mo	mfo	mfo	mo	fo	1317	mo	mfo	mo	fr	fo
1208	fo	mfr	fr	fo	mo	1263	mo	mfo	mfo	mo	mo	1318	mo	mfo	mo	fr	mo
1209	fo	mfr	fr	fo	fr	1264	mo	mfo	mfo	mo	fr	1319	mo	mfo	mo	fr	fr
1210	fo	mfr	fr	fo	mfr	1265	mo	mfo	mfo	mo	mfr	1320	mo	mfo	mo	fr	mfr



Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
1321	mo	mfo	mo	mfr	mfo	1376	mo	fo	mfo	mfo	mfo	1431	mo	fo	mo	fo	mfo
1322	mo	mfo	mo	mfr	fo	1377	mo	fo	mfo	mfo	fo	1432	mo	fo	mo	fo	fo
1323	mo	mfo	mo	mfr	mo	1378	mo	fo	mfo	mfo	mo	1433	mo	fo	mo	fo	mo
1324	mo	mfo	mo	mfr	fr	1379	mo	fo	mfo	mfo	fr	1434	mo	fo	mo	fo	fr
1325	mo	mfo	mo	mfr	mfr	1380	mo	fo	mfo	mfo	mfr	1435	mo	fo	mo	fo	mfr
1326	mo	mfo	fr	mfo	mfo	1381	mo	fo	mfo	fo	mfo	1436	mo	fo	mo	mo	mfo
1327	mo	mfo	fr	mfo	fo	1382	mo	fo	mfo	fo	fo	1437	mo	fo	mo	mo	fo
1328	mo	mfo	fr	mfo	mo	1383	mo	fo	mfo	fo	mo	1438	mo	fo	mo	mo	mo
1329	mo	mfo	fr	mfo	fr	1384	mo	fo	mfo	fo	fr	1439	mo	fo	mo	mo	fr
1330	mo	mfo	fr	mfo	mfr	1385	mo	fo	mfo	fo	mfr	1440	mo	fo	mo	mo	mfr
1331	mo	mfo	fr	fo	mfo	1386	mo	fo	mfo	mo	mfo	1441	mo	fo	mo	fr	mfo
1332	mo	mfo	fr	fo	fo	1387	mo	fo	mfo	mo	fo	1442	mo	fo	mo	fr	fo
1333	mo	mfo	fr	fo	mo	1388	mo	fo	mfo	mo	mo	1443	mo	fo	mo	fr	mo
1334	mo	mfo	fr	fo	fr	1389	mo	fo	mfo	mo	fr	1444	mo	fo	mo	fr	fr
1335	mo	mfo	fr	fo	mfr	1390	mo	fo	mfo	mo	mfr	1445	mo	fo	mo	fr	mfr
1336	mo	mfo	fr	mo	mfo	1391	mo	fo	mfo	fr	mfo	1446	mo	fo	mo	mfr	mfo
1337	mo	mfo	fr	mo	fo	1392	mo	fo	mfo	fr	fo	1447	mo	fo	mo	mfr	fo
1338	mo	mfo	fr	mo	mo	1393	mo	fo	mfo	fr	mo	1448	mo	fo	mo	mfr	mo
1339	mo	mfo	fr	mo	fr	1394	mo	fo	mfo	fr	fr	1449	mo	fo	mo	mfr	fr
1340	mo	mfo	fr	mo	mfr	1395	mo	fo	mfo	fr	mfr	1450	mo	fo	mo	mfr	mfr
1341	mo	mfo	fr	fr	mfo	1396	mo	fo	mfo	mfr	mfo	1451	mo	fo	fr	mfo	mfo
1342	mo	mfo	fr	fr	fo	1397	mo	fo	mfo	mfr	fo	1452	mo	fo	fr	mfo	fo
1343	mo	mfo	fr	fr	mo	1398	mo	fo	mfo	mfr	mo	1453	mo	fo	fr	mfo	mo
1344	mo	mfo	fr	fr	fr	1399	mo	fo	mfo	mfr	fr	1454	mo	fo	fr	mfo	fr
1345	mo	mfo	fr	fr	mfr	1400	mo	fo	mfo	mfr	mfr	1455	mo	fo	fr	mfo	mfr
1346	mo	mfo	fr	mfr	mfo	1401	mo	fo	fo	mfo	mfo	1456	mo	fo	fr	fo	mfo
1347	mo	mfo	fr	mfr	fo	1402	mo	fo	fo	mfo	fo	1457	mo	fo	fr	fo	fo
1348	mo	mfo	fr	mfr	mo	1403	mo	fo	fo	mfo	mo	1458	mo	fo	fr	fo	mo
1349	mo	mfo	fr	mfr	fr	1404	mo	fo	fo	mfo	fr	1459	mo	fo	fr	fo	fr
1350	mo	mfo	fr	mfr	mfr	1405	mo	fo	fo	mfo	mfr	1460	mo	fo	fr	fo	mfr
1351	mo	mfo	mfr	mfo	mfo	1406	mo	fo	fo	fo	mfo	1461	mo	fo	fr	mo	mfo
1352	mo	mfo	mfr	mfo	fo	1407	mo	fo	fo	fo	fo	1462	mo	fo	fr	mo	fo
1353	mo	mfo	mfr	mfo	mo	1408	mo	fo	fo	fo	mo	1463	mo	fo	fr	mo	mo
1354	mo	mfo	mfr	mfo	fr	1409	mo	fo	fo	fo	fr	1464	mo	fo	fr	mo	fr
1355	mo	mfo	mfr	mfo	mfr	1410	mo	fo	fo	fo	mfr	1465	mo	fo	fr	mo	mfr
1356	mo	mfo	mfr	fo	mfo	1411	mo	fo	fo	mo	mfo	1466	mo	fo	fr	fr	mfo
1357	mo	mfo	mfr	fo	fo	1412	mo	fo	fo	mo	fo	1467	mo	fo	fr	fr	fo
1358	mo	mfo	mfr	fo	mo	1413	mo	fo	fo	mo	mo	1468	mo	fo	fr	fr	mo
1359	mo	mfo	mfr	fo	fr	1414	mo	fo	fo	mo	fr	1469	mo	fo	fr	fr	fr
1360	mo	mfo	mfr	fo	mfr	1415	mo	fo	fo	mo	mfr	1470	mo	fo	fr	fr	mfr
1361	mo	mfo	mfr	mo	mfo	1416	mo	fo	fo	fr	mfo	1471	mo	fo	fr	mfr	mfo
1362	mo	mfo	mfr	mo	fo	1417	mo	fo	fo	fr	fo	1472	mo	fo	fr	mfr	fo
1363	mo	mfo	mfr	mo	mo	1418	mo	fo	fo	fr	mo	1473	mo	fo	fr	mfr	mo
1364	mo	mfo	mfr	mo	fr	1419	mo	fo	fo	fr	fr	1474	mo	fo	fr	mfr	fr
1365	mo	mfo	mfr	mo	mfr	1420	mo	fo	fo	fr	mfr	1475	mo	fo	fr	mfr	mfr
1366	mo	mfo	mfr	fr	mfo	1421	mo	fo	fo	mfr	mfo	1476	mo	fo	mfr	mfo	mfo
1367	mo	mfo	mfr	fr	fo	1422	mo	fo	fo	mfr	fo	1477	mo	fo	mfr	mfo	fo
1368	mo	mfo	mfr	fr	mo	1423	mo	fo	fo	mfr	mo	1478	mo	fo	mfr	mfo	mo
1369	mo	mfo	mfr	fr	fr	1424	mo	fo	fo	mfr	fr	1479	mo	fo	mfr	mfo	fr
1370	mo	mfo	mfr	fr	mfr	1425	mo	fo	fo	mfr	mfr	1480	mo	fo	mfr	mfo	mfr
1371	mo	mfo	mfr	mfr	mfo	1426	mo	fo	mo	mfo	mfo	1481	mo	fo	mfr	fo	mfo
1372	mo	mfo	mfr	mfr	fo	1427	mo	fo	mo	mfo	fo	1482	mo	fo	mfr	fo	fo
1373	mo	mfo	mfr	mfr	mo	1428	mo	fo	mo	mfo	mo	1483	mo	fo	mfr	fo	mo
1374	mo	mfo	mfr	mfr	fr	1429	mo	fo	mo	mfo	fr	1484	mo	fo	mfr	fo	fr
1375	mo	mfo	mfr	mfr	mfr	1430	mo	fo	mo	mfo	mfr	1485	mo	fo	mfr	fo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
1486	mo	fo	mfr	mo	mfo	1541	mo	mo	fo	fr	mfo	1596	mo	mo	fr	mfr	mfo
1487	mo	fo	mfr	mo	fo	1542	mo	mo	fo	fr	fo	1597	mo	mo	fr	mfr	fo
1488	mo	fo	mfr	mo	mo	1543	mo	mo	fo	fr	mo	1598	mo	mo	fr	mfr	mo
1489	mo	fo	mfr	mo	fr	1544	mo	mo	fo	fr	fr	1599	mo	mo	fr	mfr	fr
1490	mo	fo	mfr	mo	mfr	1545	mo	mo	fo	fr	mfr	1600	mo	mo	fr	mfr	mfr
1491	mo	fo	mfr	fr	mfo	1546	mo	mo	fo	mfr	mfo	1601	mo	mo	mfr	mfo	mfo
1492	mo	fo	mfr	fr	fo	1547	mo	mo	fo	mfr	fo	1602	mo	mo	mfr	mfo	fo
1493	mo	fo	mfr	fr	mo	1548	mo	mo	fo	mfr	mo	1603	mo	mo	mfr	mfo	mo
1494	mo	fo	mfr	fr	fr	1549	mo	mo	fo	mfr	fr	1604	mo	mo	mfr	mfo	fr
1495	mo	fo	mfr	fr	mfr	1550	mo	mo	fo	mfr	mfr	1605	mo	mo	mfr	mfo	mfr
1496	mo	fo	mfr	mfr	mfo	1551	mo	mo	mo	mfo	mfo	1606	mo	mo	mfr	fo	mfo
1497	mo	fo	mfr	mfr	fo	1552	mo	mo	mo	mfo	fo	1607	mo	mo	mfr	fo	fo
1498	mo	fo	mfr	mfr	mo	1553	mo	mo	mo	mfo	mo	1608	mo	mo	mfr	fo	mo
1499	mo	fo	mfr	mfr	fr	1554	mo	mo	mo	mfo	fr	1609	mo	mo	mfr	fo	fr
1500	mo	fo	mfr	mfr	mfr	1555	mo	mo	mo	mfo	mfr	1610	mo	mo	mfr	fo	mfr
1501	mo	mo	mfo	mfo	mfo	1556	mo	mo	mo	fo	mfo	1611	mo	mo	mfr	mo	mfo
1502	mo	mo	mfo	mfo	fo	1557	mo	mo	mo	fo	fo	1612	mo	mo	mfr	mo	fo
1503	mo	mo	mfo	mfo	mo	1558	mo	mo	mo	fo	mo	1613	mo	mo	mfr	mo	mo
1504	mo	mo	mfo	mfo	fr	1559	mo	mo	mo	fo	fr	1614	mo	mo	mfr	mo	fr
1505	mo	mo	mfo	mfo	mfr	1560	mo	mo	mo	fo	mfr	1615	mo	mo	mfr	mo	mfr
1506	mo	mo	mfo	fo	mfo	1561	mo	mo	mo	mo	mfo	1616	mo	mo	mfr	fr	mfo
1507	mo	mo	mfo	fo	fo	1562	mo	mo	mo	mo	fo	1617	mo	mo	mfr	fr	fo
1508	mo	mo	mfo	fo	mo	1563	mo	mo	mo	mo	mo	1618	mo	mo	mfr	fr	mo
1509	mo	mo	mfo	fo	fr	1564	mo	mo	mo	mo	fr	1619	mo	mo	mfr	fr	fr
1510	mo	mo	mfo	fo	mfr	1565	mo	mo	mo	mo	mfr	1620	mo	mo	mfr	fr	mfr
1511	mo	mo	mfo	mo	mfo	1566	mo	mo	mo	fr	mfo	1621	mo	mo	mfr	mfr	mfo
1512	mo	mo	mfo	mo	fo	1567	mo	mo	mo	fr	fo	1622	mo	mo	mfr	mfr	fo
1513	mo	mo	mfo	mo	mo	1568	mo	mo	mo	fr	mo	1623	mo	mo	mfr	mfr	mo
1514	mo	mo	mfo	mo	fr	1569	mo	mo	mo	fr	fr	1624	mo	mo	mfr	mfr	fr
1515	mo	mo	mfo	mo	mfr	1570	mo	mo	mo	fr	mfr	1625	mo	mo	mfr	mfr	mfr
1516	mo	mo	mfo	fr	mfo	1571	mo	mo	mo	mfr	mfo	1626	mo	fr	mfo	mfo	mfo
1517	mo	mo	mfo	fr	fo	1572	mo	mo	mo	mfr	fo	1627	mo	fr	mfo	mfo	fo
1518	mo	mo	mfo	fr	mo	1573	mo	mo	mo	mfr	mo	1628	mo	fr	mfo	mfo	mo
1519	mo	mo	mfo	fr	fr	1574	mo	mo	mo	mfr	fr	1629	mo	fr	mfo	mfo	fr
1520	mo	mo	mfo	fr	mfr	1575	mo	mo	mo	mfr	mfr	1630	mo	fr	mfo	mfo	mfr
1521	mo	mo	mfo	mfr	mfo	1576	mo	mo	fr	mfo	mfo	1631	mo	fr	mfo	fo	mfo
1522	mo	mo	mfo	mfr	fo	1577	mo	mo	fr	mfo	fo	1632	mo	fr	mfo	fo	fo
1523	mo	mo	mfo	mfr	mo	1578	mo	mo	fr	mfo	mo	1633	mo	fr	mfo	fo	mo
1524	mo	mo	mfo	mfr	fr	1579	mo	mo	fr	mfo	fr	1634	mo	fr	mfo	fo	fr
1525	mo	mo	mfo	mfr	mfr	1580	mo	mo	fr	mfo	mfr	1635	mo	fr	mfo	fo	mfr
1526	mo	mo	fo	mfo	mfo	1581	mo	mo	fr	fo	mfo	1636	mo	fr	mfo	mo	mfo
1527	mo	mo	fo	mfo	fo	1582	mo	mo	fr	fo	fo	1637	mo	fr	mfo	mo	fo
1528	mo	mo	fo	mfo	mo	1583	mo	mo	fr	fo	mo	1638	mo	fr	mfo	mo	mo
1529	mo	mo	fo	mfo	fr	1584	mo	mo	fr	fo	fr	1639	mo	fr	mfo	mo	fr
1530	mo	mo	fo	mfo	mfr	1585	mo	mo	fr	fo	mfr	1640	mo	fr	mfo	mo	mfr
1531	mo	mo	fo	fo	mfo	1586	mo	mo	fr	mo	mfo	1641	mo	fr	mfo	fr	mfo
1532	mo	mo	fo	fo	fo	1587	mo	mo	fr	mo	fo	1642	mo	fr	mfo	fr	fo
1533	mo	mo	fo	fo	mo	1588	mo	mo	fr	mo	mo	1643	mo	fr	mfo	fr	mo
1534	mo	mo	fo	fo	fr	1589	mo	mo	fr	mo	fr	1644	mo	fr	mfo	fr	fr
1535	mo	mo	fo	fo	mfr	1590	mo	mo	fr	mo	mfr	1645	mo	fr	mfo	fr	mfr
1536	mo	mo	fo	mo	mfo	1591	mo	mo	fr	fr	mfo	1646	mo	fr	mfo	mfr	mfo
1537	mo	mo	fo	mo	fo	1592	mo	mo	fr	fr	fo	1647	mo	fr	mfo	mfr	fo
1538	mo	mo	fo	mo	mo	1593	mo	mo	fr	fr	mo	1648	mo	fr	mfo	mfr	mo
1539	mo	mo	fo	mo	fr	1594	mo	mo	fr	fr	fr	1649	mo	fr	mfo	mfr	fr
1540	mo	mo	fo	mo	mfr	1595	mo	mo	fr	fr	mfr	1650	mo	fr	mfo	mfr	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
1651	mo	fr	fo	mfo	mfo	1706	mo	fr	fr	fo	mfo	1761	mo	mfr	mfo	mo	mfo
1652	mo	fr	fo	mfo	fo	1707	mo	fr	fr	fo	fo	1762	mo	mfr	mfo	mo	fo
1653	mo	fr	fo	mfo	mo	1708	mo	fr	fr	fo	mo	1763	mo	mfr	mfo	mo	mo
1654	mo	fr	fo	mfo	fr	1709	mo	fr	fr	fo	fr	1764	mo	mfr	mfo	mo	fr
1655	mo	fr	fo	mfo	mfr	1710	mo	fr	fr	fo	mfr	1765	mo	mfr	mfo	mo	mfr
1656	mo	fr	fo	fo	mfo	1711	mo	fr	fr	mo	mfo	1766	mo	mfr	mfo	fr	mfo
1657	mo	fr	fo	fo	fo	1712	mo	fr	fr	mo	fo	1767	mo	mfr	mfo	fr	fo
1658	mo	fr	fo	fo	mo	1713	mo	fr	fr	mo	mo	1768	mo	mfr	mfo	fr	mo
1659	mo	fr	fo	fo	fr	1714	mo	fr	fr	mo	fr	1769	mo	mfr	mfo	fr	fr
1660	mo	fr	fo	fo	mfr	1715	mo	fr	fr	mo	mfr	1770	mo	mfr	mfo	fr	mfr
1661	mo	fr	fo	mo	mfo	1716	mo	fr	fr	fr	mfo	1771	mo	mfr	mfo	mfr	mfo
1662	mo	fr	fo	mo	fo	1717	mo	fr	fr	fr	fo	1772	mo	mfr	mfo	mfr	fo
1663	mo	fr	fo	mo	mo	1718	mo	fr	fr	fr	mo	1773	mo	mfr	mfo	mfr	mo
1664	mo	fr	fo	mo	fr	1719	mo	fr	fr	fr	fr	1774	mo	mfr	mfo	mfr	fr
1665	mo	fr	fo	mo	mfr	1720	mo	fr	fr	fr	mfr	1775	mo	mfr	mfo	mfr	mfr
1666	mo	fr	fo	fr	mfo	1721	mo	fr	fr	mfr	mfo	1776	mo	mfr	fo	mfo	mfo
1667	mo	fr	fo	fr	fo	1722	mo	fr	fr	mfr	fo	1777	mo	mfr	fo	mfo	fo
1668	mo	fr	fo	fr	mo	1723	mo	fr	fr	mfr	mo	1778	mo	mfr	fo	mfo	mo
1669	mo	fr	fo	fr	fr	1724	mo	fr	fr	mfr	fr	1779	mo	mfr	fo	mfo	fr
1670	mo	fr	fo	fr	mfr	1725	mo	fr	fr	mfr	mfr	1780	mo	mfr	fo	mfo	mfr
1671	mo	fr	fo	mfr	mfo	1726	mo	fr	mfr	mfo	mfo	1781	mo	mfr	fo	fo	mfo
1672	mo	fr	fo	mfr	fo	1727	mo	fr	mfr	mfo	fo	1782	mo	mfr	fo	fo	fo
1673	mo	fr	fo	mfr	mo	1728	mo	fr	mfr	mfo	mo	1783	mo	mfr	fo	fo	mo
1674	mo	fr	fo	mfr	fr	1729	mo	fr	mfr	mfo	fr	1784	mo	mfr	fo	fo	fr
1675	mo	fr	fo	mfr	mfr	1730	mo	fr	mfr	mfo	mfr	1785	mo	mfr	fo	fo	mfr
1676	mo	fr	mo	mfo	mfo	1731	mo	fr	mfr	fo	mfo	1786	mo	mfr	fo	mo	mfo
1677	mo	fr	mo	mfo	fo	1732	mo	fr	mfr	fo	fo	1787	mo	mfr	fo	mo	fo
1678	mo	fr	mo	mfo	mo	1733	mo	fr	mfr	fo	mo	1788	mo	mfr	fo	mo	mo
1679	mo	fr	mo	mfo	fr	1734	mo	fr	mfr	fo	fr	1789	mo	mfr	fo	mo	fr
1680	mo	fr	mo	mfo	mfr	1735	mo	fr	mfr	fo	mfr	1790	mo	mfr	fo	mo	mfr
1681	mo	fr	mo	fo	mfo	1736	mo	fr	mfr	mo	mfo	1791	mo	mfr	fo	fr	mfo
1682	mo	fr	mo	fo	fo	1737	mo	fr	mfr	mo	fo	1792	mo	mfr	fo	fr	fo
1683	mo	fr	mo	fo	mo	1738	mo	fr	mfr	mo	mo	1793	mo	mfr	fo	fr	mo
1684	mo	fr	mo	fo	fr	1739	mo	fr	mfr	mo	fr	1794	mo	mfr	fo	fr	fr
1685	mo	fr	mo	fo	mfr	1740	mo	fr	mfr	mo	mfr	1795	mo	mfr	fo	fr	mfr
1686	mo	fr	mo	mo	mfo	1741	mo	fr	mfr	fr	mfo	1796	mo	mfr	fo	mfr	mfo
1687	mo	fr	mo	mo	fo	1742	mo	fr	mfr	fr	fo	1797	mo	mfr	fo	mfr	fo
1688	mo	fr	mo	mo	mo	1743	mo	fr	mfr	fr	mo	1798	mo	mfr	fo	mfr	mo
1689	mo	fr	mo	mo	fr	1744	mo	fr	mfr	fr	fr	1799	mo	mfr	fo	mfr	fr
1690	mo	fr	mo	mo	mfr	1745	mo	fr	mfr	fr	mfr	1800	mo	mfr	fo	mfr	mfr
1691	mo	fr	mo	fr	mfo	1746	mo	fr	mfr	mfr	mfo	1801	mo	mfr	mo	mfo	mfo
1692	mo	fr	mo	fr	fo	1747	mo	fr	mfr	mfr	fo	1802	mo	mfr	mo	mfo	fo
1693	mo	fr	mo	fr	mo	1748	mo	fr	mfr	mfr	mo	1803	mo	mfr	mo	mfo	mo
1694	mo	fr	mo	fr	fr	1749	mo	fr	mfr	mfr	fr	1804	mo	mfr	mo	mfo	fr
1695	mo	fr	mo	fr	mfr	1750	mo	fr	mfr	mfr	mfr	1805	mo	mfr	mo	mfo	mfr
1696	mo	fr	mo	mfr	mfo	1751	mo	mfr	mfo	mfo	mfo	1806	mo	mfr	mo	fo	mfo
1697	mo	fr	mo	mfr	fo	1752	mo	mfr	mfo	mfo	fo	1807	mo	mfr	mo	fo	fo
1698	mo	fr	mo	mfr	mo	1753	mo	mfr	mfo	mfo	mo	1808	mo	mfr	mo	fo	mo
1699	mo	fr	mo	mfr	fr	1754	mo	mfr	mfo	mfo	fr	1809	mo	mfr	mo	fo	fr
1700	mo	fr	mo	mfr	mfr	1755	mo	mfr	mfo	mfo	mfr	1810	mo	mfr	mo	fo	mfr
1701	mo	fr	fr	mfo	mfo	1756	mo	mfr	mfo	fo	mfo	1811	mo	mfr	mo	mo	mfo
1702	mo	fr	fr	mfo	fo	1757	mo	mfr	mfo	fo	fo	1812	mo	mfr	mo	mo	fo
1703	mo	fr	fr	mfo	mo	1758	mo	mfr	mfo	fo	mo	1813	mo	mfr	mo	mo	mo
1704	mo	fr	fr	mfo	fr	1759	mo	mfr	mfo	fo	fr	1814	mo	mfr	mo	mo	fr
1705	mo	fr	fr	mfo	mfr	1760	mo	mfr	mfo	fo	mfr	1815	mo	mfr	mo	mo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
1816	mo	mfr	mo	fr	mfo	1871	mo	mfr	mfr	mfr	mfo	1926	fr	mfo	mo	mfo	mfo
1817	mo	mfr	mo	fr	fo	1872	mo	mfr	mfr	mfr	fo	1927	fr	mfo	mo	mfo	fo
1818	mo	mfr	mo	fr	mo	1873	mo	mfr	mfr	mfr	mo	1928	fr	mfo	mo	mfo	mo
1819	mo	mfr	mo	fr	fr	1874	mo	mfr	mfr	mfr	fr	1929	fr	mfo	mo	mfo	fr
1820	mo	mfr	mo	fr	mfr	1875	mo	mfr	mfr	mfr	mfr	1930	fr	mfo	mo	mfo	mfr
1821	mo	mfr	mo	mfr	mfo	1876	fr	mfo	mfo	mfo	mfo	1931	fr	mfo	mo	fo	mfo
1822	mo	mfr	mo	mfr	fo	1877	fr	mfo	mfo	mfo	fo	1932	fr	mfo	mo	fo	fo
1823	mo	mfr	mo	mfr	mo	1878	fr	mfo	mfo	mfo	mo	1933	fr	mfo	mo	fo	mo
1824	mo	mfr	mo	mfr	fr	1879	fr	mfo	mfo	mfo	fr	1934	fr	mfo	mo	fo	fr
1825	mo	mfr	mo	mfr	mfr	1880	fr	mfo	mfo	mfo	mfr	1935	fr	mfo	mo	fo	mfr
1826	mo	mfr	fr	mfo	mfo	1881	fr	mfo	mfo	fo	mfo	1936	fr	mfo	mo	mo	mfo
1827	mo	mfr	fr	mfo	fo	1882	fr	mfo	mfo	fo	fo	1937	fr	mfo	mo	mo	fo
1828	mo	mfr	fr	mfo	mo	1883	fr	mfo	mfo	fo	mo	1938	fr	mfo	mo	mo	mo
1829	mo	mfr	fr	mfo	fr	1884	fr	mfo	mfo	fo	fr	1939	fr	mfo	mo	mo	fr
1830	mo	mfr	fr	mfo	mfr	1885	fr	mfo	mfo	fo	mfr	1940	fr	mfo	mo	mo	mfr
1831	mo	mfr	fr	fo	mfo	1886	fr	mfo	mfo	mo	mfo	1941	fr	mfo	mo	fr	mfo
1832	mo	mfr	fr	fo	fo	1887	fr	mfo	mfo	mo	fo	1942	fr	mfo	mo	fr	fo
1833	mo	mfr	fr	fo	mo	1888	fr	mfo	mfo	mo	mo	1943	fr	mfo	mo	fr	mo
1834	mo	mfr	fr	fo	fr	1889	fr	mfo	mfo	mo	fr	1944	fr	mfo	mo	fr	fr
1835	mo	mfr	fr	fo	mfr	1890	fr	mfo	mfo	mo	mfr	1945	fr	mfo	mo	fr	mfr
1836	mo	mfr	fr	mo	mfo	1891	fr	mfo	mfo	fr	mfo	1946	fr	mfo	mo	mfr	mfo
1837	mo	mfr	fr	mo	fo	1892	fr	mfo	mfo	fr	fo	1947	fr	mfo	mo	mfr	fo
1838	mo	mfr	fr	mo	mo	1893	fr	mfo	mfo	fr	mo	1948	fr	mfo	mo	mfr	mo
1839	mo	mfr	fr	mo	fr	1894	fr	mfo	mfo	fr	fr	1949	fr	mfo	mo	mfr	fr
1840	mo	mfr	fr	mo	mfr	1895	fr	mfo	mfo	fr	mfr	1950	fr	mfo	mo	mfr	mfr
1841	mo	mfr	fr	fr	mfo	1896	fr	mfo	mfo	mfr	mfo	1951	fr	mfo	fr	mfo	mfo
1842	mo	mfr	fr	fr	fo	1897	fr	mfo	mfo	mfr	fo	1952	fr	mfo	fr	mfo	fo
1843	mo	mfr	fr	fr	mo	1898	fr	mfo	mfo	mfr	mo	1953	fr	mfo	fr	mfo	mo
1844	mo	mfr	fr	fr	fr	1899	fr	mfo	mfo	mfr	fr	1954	fr	mfo	fr	mfo	fr
1845	mo	mfr	fr	fr	mfr	1900	fr	mfo	mfo	mfr	mfr	1955	fr	mfo	fr	mfo	mfr
1846	mo	mfr	fr	mfr	mfo	1901	fr	mfo	fo	mfo	mfo	1956	fr	mfo	fr	fo	mfo
1847	mo	mfr	fr	mfr	fo	1902	fr	mfo	fo	mfo	fo	1957	fr	mfo	fr	fo	fo
1848	mo	mfr	fr	mfr	mo	1903	fr	mfo	fo	mfo	mo	1958	fr	mfo	fr	fo	mo
1849	mo	mfr	fr	mfr	fr	1904	fr	mfo	fo	mfo	fr	1959	fr	mfo	fr	fo	fr
1850	mo	mfr	fr	mfr	mfr	1905	fr	mfo	fo	mfo	mfr	1960	fr	mfo	fr	fo	mfr
1851	mo	mfr	mfr	mfo	mfo	1906	fr	mfo	fo	fo	mfo	1961	fr	mfo	fr	mo	mfo
1852	mo	mfr	mfr	mfo	fo	1907	fr	mfo	fo	fo	fo	1962	fr	mfo	fr	mo	fo
1853	mo	mfr	mfr	mfo	mo	1908	fr	mfo	fo	fo	mo	1963	fr	mfo	fr	mo	mo
1854	mo	mfr	mfr	mfo	fr	1909	fr	mfo	fo	fo	fr	1964	fr	mfo	fr	mo	fr
1855	mo	mfr	mfr	mfo	mfr	1910	fr	mfo	fo	fo	mfr	1965	fr	mfo	fr	mo	mfr
1856	mo	mfr	mfr	fo	mfo	1911	fr	mfo	fo	mo	mfo	1966	fr	mfo	fr	fr	mfo
1857	mo	mfr	mfr	fo	fo	1912	fr	mfo	fo	mo	fo	1967	fr	mfo	fr	fr	fo
1858	mo	mfr	mfr	fo	mo	1913	fr	mfo	fo	mo	mo	1968	fr	mfo	fr	fr	mo
1859	mo	mfr	mfr	fo	fr	1914	fr	mfo	fo	mo	fr	1969	fr	mfo	fr	fr	fr
1860	mo	mfr	mfr	fo	mfr	1915	fr	mfo	fo	mo	mfr	1970	fr	mfo	fr	fr	mfr
1861	mo	mfr	mfr	mo	mfo	1916	fr	mfo	fo	fr	mfo	1971	fr	mfo	fr	mfr	mfo
1862	mo	mfr	mfr	mo	fo	1917	fr	mfo	fo	fr	fo	1972	fr	mfo	fr	mfr	fo
1863	mo	mfr	mfr	mo	mo	1918	fr	mfo	fo	fr	mo	1973	fr	mfo	fr	mfr	mo
1864	mo	mfr	mfr	mo	fr	1919	fr	mfo	fo	fr	fr	1974	fr	mfo	fr	mfr	fr
1865	mo	mfr	mfr	mo	mfr	1920	fr	mfo	fo	fr	mfr	1975	fr	mfo	fr	mfr	mfr
1866	mo	mfr	mfr	fr	mfo	1921	fr	mfo	fo	mfr	mfo	1976	fr	mfo	mfr	mfo	mfo
1867	mo	mfr	mfr	fr	fo	1922	fr	mfo	fo	mfr	fo	1977	fr	mfo	mfr	mfo	fo
1868	mo	mfr	mfr	fr	mo	1923	fr	mfo	fo	mfr	mo	1978	fr	mfo	mfr	mfo	mo
1869	mo	mfr	mfr	fr	fr	1924	fr	mfo	fo	mfr	fr	1979	fr	mfo	mfr	mfo	fr
1870	mo	mfr	mfr	fr	mfr	1925	fr	mfo	fo	mfr	mfr	1980	fr	mfo	mfr	mfo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
1981	fr	mfo	mfr	fo	mfo	2036	fr	fo	fo	mo	mfo	2091	fr	fo	fr	fr	mfo
1982	fr	mfo	mfr	fo	fo	2037	fr	fo	fo	mo	fo	2092	fr	fo	fr	fr	fo
1983	fr	mfo	mfr	fo	mo	2038	fr	fo	fo	mo	mo	2093	fr	fo	fr	fr	mo
1984	fr	mfo	mfr	fo	fr	2039	fr	fo	fo	mo	fr	2094	fr	fo	fr	fr	fr
1985	fr	mfo	mfr	fo	mfr	2040	fr	fo	fo	mo	mfr	2095	fr	fo	fr	fr	mfr
1986	fr	mfo	mfr	mo	mfo	2041	fr	fo	fo	fr	mfo	2096	fr	fo	fr	mfr	mfo
1987	fr	mfo	mfr	mo	fo	2042	fr	fo	fo	fr	fo	2097	fr	fo	fr	mfr	fo
1988	fr	mfo	mfr	mo	mo	2043	fr	fo	fo	fr	mo	2098	fr	fo	fr	mfr	mo
1989	fr	mfo	mfr	mo	fr	2044	fr	fo	fo	fr	fr	2099	fr	fo	fr	mfr	fr
1990	fr	mfo	mfr	mo	mfr	2045	fr	fo	fo	fr	mfr	2100	fr	fo	fr	mfr	mfr
1991	fr	mfo	mfr	fr	mfo	2046	fr	fo	fo	mfr	mfo	2101	fr	fo	mfr	mfo	mfo
1992	fr	mfo	mfr	fr	fo	2047	fr	fo	fo	mfr	fo	2102	fr	fo	mfr	mfo	fo
1993	fr	mfo	mfr	fr	mo	2048	fr	fo	fo	mfr	mo	2103	fr	fo	mfr	mfo	mo
1994	fr	mfo	mfr	fr	fr	2049	fr	fo	fo	mfr	fr	2104	fr	fo	mfr	mfo	fr
1995	fr	mfo	mfr	fr	mfr	2050	fr	fo	fo	mfr	mfr	2105	fr	fo	mfr	mfo	mfr
1996	fr	mfo	mfr	mfr	mfo	2051	fr	fo	mo	mfo	mfo	2106	fr	fo	mfr	fo	mfo
1997	fr	mfo	mfr	mfr	fo	2052	fr	fo	mo	mfo	fo	2107	fr	fo	mfr	fo	fo
1998	fr	mfo	mfr	mfr	mo	2053	fr	fo	mo	mfo	mo	2108	fr	fo	mfr	fo	mo
1999	fr	mfo	mfr	mfr	fr	2054	fr	fo	mo	mfo	fr	2109	fr	fo	mfr	fo	fr
2000	fr	mfo	mfr	mfr	mfr	2055	fr	fo	mo	mfo	mfr	2110	fr	fo	mfr	fo	mfr
2001	fr	fo	mfo	mfo	mfo	2056	fr	fo	mo	fo	mfo	2111	fr	fo	mfr	mo	mfo
2002	fr	fo	mfo	mfo	fo	2057	fr	fo	mo	fo	fo	2112	fr	fo	mfr	mo	fo
2003	fr	fo	mfo	mfo	mo	2058	fr	fo	mo	fo	mo	2113	fr	fo	mfr	mo	mo
2004	fr	fo	mfo	mfo	fr	2059	fr	fo	mo	fo	fr	2114	fr	fo	mfr	mo	fr
2005	fr	fo	mfo	mfo	mfr	2060	fr	fo	mo	fo	mfr	2115	fr	fo	mfr	mo	mfr
2006	fr	fo	mfo	fo	mfo	2061	fr	fo	mo	mo	mfo	2116	fr	fo	mfr	fr	mfo
2007	fr	fo	mfo	fo	fo	2062	fr	fo	mo	mo	fo	2117	fr	fo	mfr	fr	fo
2008	fr	fo	mfo	fo	mo	2063	fr	fo	mo	mo	mo	2118	fr	fo	mfr	fr	mo
2009	fr	fo	mfo	fo	fr	2064	fr	fo	mo	mo	fr	2119	fr	fo	mfr	fr	fr
2010	fr	fo	mfo	fo	mfr	2065	fr	fo	mo	mo	mfr	2120	fr	fo	mfr	fr	mfr
2011	fr	fo	mfo	mo	mfo	2066	fr	fo	mo	fr	mfo	2121	fr	fo	mfr	mfr	mfo
2012	fr	fo	mfo	mo	fo	2067	fr	fo	mo	fr	fo	2122	fr	fo	mfr	mfr	fo
2013	fr	fo	mfo	mo	mo	2068	fr	fo	mo	fr	mo	2123	fr	fo	mfr	mfr	mo
2014	fr	fo	mfo	mo	fr	2069	fr	fo	mo	fr	fr	2124	fr	fo	mfr	mfr	fr
2015	fr	fo	mfo	mo	mfr	2070	fr	fo	mo	fr	mfr	2125	fr	fo	mfr	mfr	mfr
2016	fr	fo	mfo	fr	mfo	2071	fr	fo	mo	mfr	mfo	2126	fr	mo	mfo	mfo	mfo
2017	fr	fo	mfo	fr	fo	2072	fr	fo	mo	mfr	fo	2127	fr	mo	mfo	mfo	fo
2018	fr	fo	mfo	fr	mo	2073	fr	fo	mo	mfr	mo	2128	fr	mo	mfo	mfo	mo
2019	fr	fo	mfo	fr	fr	2074	fr	fo	mo	mfr	fr	2129	fr	mo	mfo	mfo	fr
2020	fr	fo	mfo	fr	mfr	2075	fr	fo	mo	mfr	mfr	2130	fr	mo	mfo	mfo	mfr
2021	fr	fo	mfo	mfr	mfo	2076	fr	fo	fr	mfo	mfo	2131	fr	mo	mfo	fo	mfo
2022	fr	fo	mfo	mfr	fo	2077	fr	fo	fr	mfo	fo	2132	fr	mo	mfo	fo	fo
2023	fr	fo	mfo	mfr	mo	2078	fr	fo	fr	mfo	mo	2133	fr	mo	mfo	fo	mo
2024	fr	fo	mfo	mfr	fr	2079	fr	fo	fr	mfo	fr	2134	fr	mo	mfo	fo	fr
2025	fr	fo	mfo	mfr	mfr	2080	fr	fo	fr	mfo	mfr	2135	fr	mo	mfo	fo	mfr
2026	fr	fo	fo	mfo	mfo	2081	fr	fo	fr	fo	mfo	2136	fr	mo	mfo	mo	mfo
2027	fr	fo	fo	mfo	fo	2082	fr	fo	fr	fo	fo	2137	fr	mo	mfo	mo	fo
2028	fr	fo	fo	mfo	mo	2083	fr	fo	fr	fo	mo	2138	fr	mo	mfo	mo	mo
2029	fr	fo	fo	mfo	fr	2084	fr	fo	fr	fo	fr	2139	fr	mo	mfo	mo	fr
2030	fr	fo	fo	mfo	mfr	2085	fr	fo	fr	fo	mfr	2140	fr	mo	mfo	mo	mfr
2031	fr	fo	fo	fo	mfo	2086	fr	fo	fr	mo	mfo	2141	fr	mo	mfo	fr	mfo
2032	fr	fo	fo	fo	fo	2087	fr	fo	fr	mo	fo	2142	fr	mo	mfo	fr	fo
2033	fr	fo	fo	fo	mo	2088	fr	fo	fr	mo	mo	2143	fr	mo	mfo	fr	mo
2034	fr	fo	fo	fo	fr	2089	fr	fo	fr	mo	fr	2144	fr	mo	mfo	fr	fr
2035	fr	fo	fo	fo	mfr	2090	fr	fo	fr	mo	mfr	2145	fr	mo	mfo	fr	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
2146	fr	mo	mfo	mfr	mfo	2201	fr	mo	fr	mfo	mfo	2256	fr	fr	mfo	fo	mfo
2147	fr	mo	mfo	mfr	fo	2202	fr	mo	fr	mfo	fo	2257	fr	fr	mfo	fo	fo
2148	fr	mo	mfo	mfr	mo	2203	fr	mo	fr	mfo	mo	2258	fr	fr	mfo	fo	mo
2149	fr	mo	mfo	mfr	fr	2204	fr	mo	fr	mfo	fr	2259	fr	fr	mfo	fo	fr
2150	fr	mo	mfo	mfr	mfr	2205	fr	mo	fr	mfo	mfr	2260	fr	fr	mfo	fo	mfr
2151	fr	mo	fo	mfo	mfo	2206	fr	mo	fr	fo	mfo	2261	fr	fr	mfo	mo	mfo
2152	fr	mo	fo	mfo	fo	2207	fr	mo	fr	fo	fo	2262	fr	fr	mfo	mo	fo
2153	fr	mo	fo	mfo	mo	2208	fr	mo	fr	fo	mo	2263	fr	fr	mfo	mo	mo
2154	fr	mo	fo	mfo	fr	2209	fr	mo	fr	fo	fr	2264	fr	fr	mfo	mo	fr
2155	fr	mo	fo	mfo	mfr	2210	fr	mo	fr	fo	mfr	2265	fr	fr	mfo	mo	mfr
2156	fr	mo	fo	fo	mfo	2211	fr	mo	fr	mo	mfo	2266	fr	fr	mfo	fr	mfo
2157	fr	mo	fo	fo	fo	2212	fr	mo	fr	mo	fo	2267	fr	fr	mfo	fr	fo
2158	fr	mo	fo	fo	mo	2213	fr	mo	fr	mo	mo	2268	fr	fr	mfo	fr	mo
2159	fr	mo	fo	fo	fr	2214	fr	mo	fr	mo	fr	2269	fr	fr	mfo	fr	fr
2160	fr	mo	fo	fo	mfr	2215	fr	mo	fr	mo	mfr	2270	fr	fr	mfo	fr	mfr
2161	fr	mo	fo	mo	mfo	2216	fr	mo	fr	fr	mfo	2271	fr	fr	mfo	mfr	mfo
2162	fr	mo	fo	mo	fo	2217	fr	mo	fr	fr	fo	2272	fr	fr	mfo	mfr	fo
2163	fr	mo	fo	mo	mo	2218	fr	mo	fr	fr	mo	2273	fr	fr	mfo	mfr	mo
2164	fr	mo	fo	mo	fr	2219	fr	mo	fr	fr	fr	2274	fr	fr	mfo	mfr	fr
2165	fr	mo	fo	mo	mfr	2220	fr	mo	fr	fr	mfr	2275	fr	fr	mfo	mfr	mfr
2166	fr	mo	fo	fr	mfo	2221	fr	mo	fr	mfr	mfo	2276	fr	fr	fo	mfo	mfo
2167	fr	mo	fo	fr	fo	2222	fr	mo	fr	mfr	fo	2277	fr	fr	fo	mfo	fo
2168	fr	mo	fo	fr	mo	2223	fr	mo	fr	mfr	mo	2278	fr	fr	fo	mfo	mo
2169	fr	mo	fo	fr	fr	2224	fr	mo	fr	mfr	fr	2279	fr	fr	fo	mfo	fr
2170	fr	mo	fo	fr	mfr	2225	fr	mo	fr	mfr	mfr	2280	fr	fr	fo	mfo	mfr
2171	fr	mo	fo	mfr	mfo	2226	fr	mo	mfr	mfo	mfo	2281	fr	fr	fo	fo	mfo
2172	fr	mo	fo	mfr	fo	2227	fr	mo	mfr	mfo	fo	2282	fr	fr	fo	fo	fo
2173	fr	mo	fo	mfr	mo	2228	fr	mo	mfr	mfo	mo	2283	fr	fr	fo	fo	mo
2174	fr	mo	fo	mfr	fr	2229	fr	mo	mfr	mfo	fr	2284	fr	fr	fo	fo	fr
2175	fr	mo	fo	mfr	mfr	2230	fr	mo	mfr	mfo	mfr	2285	fr	fr	fo	fo	mfr
2176	fr	mo	mo	mfo	mfo	2231	fr	mo	mfr	fo	mfo	2286	fr	fr	fo	mo	mfo
2177	fr	mo	mo	mfo	fo	2232	fr	mo	mfr	fo	fo	2287	fr	fr	fo	mo	fo
2178	fr	mo	mo	mfo	mo	2233	fr	mo	mfr	fo	mo	2288	fr	fr	fo	mo	mo
2179	fr	mo	mo	mfo	fr	2234	fr	mo	mfr	fo	fr	2289	fr	fr	fo	mo	fr
2180	fr	mo	mo	mfo	mfr	2235	fr	mo	mfr	fo	mfr	2290	fr	fr	fo	mo	mfr
2181	fr	mo	mo	fo	mfo	2236	fr	mo	mfr	mo	mfo	2291	fr	fr	fo	fr	mfo
2182	fr	mo	mo	fo	fo	2237	fr	mo	mfr	mo	fo	2292	fr	fr	fo	fr	fo
2183	fr	mo	mo	fo	mo	2238	fr	mo	mfr	mo	mo	2293	fr	fr	fo	fr	mo
2184	fr	mo	mo	fo	fr	2239	fr	mo	mfr	mo	fr	2294	fr	fr	fo	fr	fr
2185	fr	mo	mo	fo	mfr	2240	fr	mo	mfr	mo	mfr	2295	fr	fr	fo	fr	mfr
2186	fr	mo	mo	mo	mfo	2241	fr	mo	mfr	fr	mfo	2296	fr	fr	fo	mfr	mfo
2187	fr	mo	mo	mo	fo	2242	fr	mo	mfr	fr	fo	2297	fr	fr	fo	mfr	fo
2188	fr	mo	mo	mo	mo	2243	fr	mo	mfr	fr	mo	2298	fr	fr	fo	mfr	mo
2189	fr	mo	mo	mo	fr	2244	fr	mo	mfr	fr	fr	2299	fr	fr	fo	mfr	fr
2190	fr	mo	mo	mo	mfr	2245	fr	mo	mfr	fr	mfr	2300	fr	fr	fo	mfr	mfr
2191	fr	mo	mo	fr	mfo	2246	fr	mo	mfr	mfr	mfo	2301	fr	fr	mo	mfo	mfo
2192	fr	mo	mo	fr	fo	2247	fr	mo	mfr	mfr	fo	2302	fr	fr	mo	mfo	fo
2193	fr	mo	mo	fr	mo	2248	fr	mo	mfr	mfr	mo	2303	fr	fr	mo	mfo	mo
2194	fr	mo	mo	fr	fr	2249	fr	mo	mfr	mfr	fr	2304	fr	fr	mo	mfo	fr
2195	fr	mo	mo	fr	mfr	2250	fr	mo	mfr	mfr	mfr	2305	fr	fr	mo	mfo	mfr
2196	fr	mo	mo	mfr	mfo	2251	fr	fr	mfo	mfo	mfo	2306	fr	fr	mo	fo	mfo
2197	fr	mo	mo	mfr	fo	2252	fr	fr	mfo	mfo	fo	2307	fr	fr	mo	fo	fo
2198	fr	mo	mo	mfr	mo	2253	fr	fr	mfo	mfo	mo	2308	fr	fr	mo	fo	mo
2199	fr	mo	mo	mfr	fr	2254	fr	fr	mfo	mfo	fr	2309	fr	fr	mo	fo	fr
2200	fr	mo	mo	mfr	mfr	2255	fr	fr	mfo	mfo	mfr	2310	fr	fr	mo	fo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
2311	fr	fr	mo	mo	mfo	2366	fr	fr	mfr	fr	mfo	2421	fr	mfr	fo	mfr	mfo
2312	fr	fr	mo	mo	fo	2367	fr	fr	mfr	fr	fo	2422	fr	mfr	fo	mfr	fo
2313	fr	fr	mo	mo	mo	2368	fr	fr	mfr	fr	mo	2423	fr	mfr	fo	mfr	mo
2314	fr	fr	mo	mo	fr	2369	fr	fr	mfr	fr	fr	2424	fr	mfr	fo	mfr	fr
2315	fr	fr	mo	mo	mfr	2370	fr	fr	mfr	fr	mfr	2425	fr	mfr	fo	mfr	mfr
2316	fr	fr	mo	fr	mfo	2371	fr	fr	mfr	mfr	mfo	2426	fr	mfr	mo	mfo	mfo
2317	fr	fr	mo	fr	fo	2372	fr	fr	mfr	mfr	fo	2427	fr	mfr	mo	mfo	fo
2318	fr	fr	mo	fr	mo	2373	fr	fr	mfr	mfr	mo	2428	fr	mfr	mo	mfo	mo
2319	fr	fr	mo	fr	fr	2374	fr	fr	mfr	mfr	fr	2429	fr	mfr	mo	mfo	fr
2320	fr	fr	mo	fr	mfr	2375	fr	fr	mfr	mfr	mfr	2430	fr	mfr	mo	mfo	mfr
2321	fr	fr	mo	mfr	mfo	2376	fr	mfr	mfo	mfo	mfo	2431	fr	mfr	mo	fo	mfo
2322	fr	fr	mo	mfr	fo	2377	fr	mfr	mfo	mfo	fo	2432	fr	mfr	mo	fo	fo
2323	fr	fr	mo	mfr	mo	2378	fr	mfr	mfo	mfo	mo	2433	fr	mfr	mo	fo	mo
2324	fr	fr	mo	mfr	fr	2379	fr	mfr	mfo	mfo	fr	2434	fr	mfr	mo	fo	fr
2325	fr	fr	mo	mfr	mfr	2380	fr	mfr	mfo	mfo	mfr	2435	fr	mfr	mo	fo	mfr
2326	fr	fr	fr	mfo	mfo	2381	fr	mfr	mfo	fo	mfo	2436	fr	mfr	mo	mo	mfo
2327	fr	fr	fr	mfo	fo	2382	fr	mfr	mfo	fo	fo	2437	fr	mfr	mo	mo	fo
2328	fr	fr	fr	mfo	mo	2383	fr	mfr	mfo	fo	mo	2438	fr	mfr	mo	mo	mo
2329	fr	fr	fr	mfo	fr	2384	fr	mfr	mfo	fo	fr	2439	fr	mfr	mo	mo	fr
2330	fr	fr	fr	mfo	mfr	2385	fr	mfr	mfo	fo	mfr	2440	fr	mfr	mo	mo	mfr
2331	fr	fr	fr	fo	mfo	2386	fr	mfr	mfo	mo	mfo	2441	fr	mfr	mo	fr	mfo
2332	fr	fr	fr	fo	fo	2387	fr	mfr	mfo	mo	fo	2442	fr	mfr	mo	fr	fo
2333	fr	fr	fr	fo	mo	2388	fr	mfr	mfo	mo	mo	2443	fr	mfr	mo	fr	mo
2334	fr	fr	fr	fo	fr	2389	fr	mfr	mfo	mo	fr	2444	fr	mfr	mo	fr	fr
2335	fr	fr	fr	fo	mfr	2390	fr	mfr	mfo	mo	mfr	2445	fr	mfr	mo	fr	mfr
2336	fr	fr	fr	mo	mfo	2391	fr	mfr	mfo	fr	mfo	2446	fr	mfr	mo	mfr	mfo
2337	fr	fr	fr	mo	fo	2392	fr	mfr	mfo	fr	fo	2447	fr	mfr	mo	mfr	fo
2338	fr	fr	fr	mo	mo	2393	fr	mfr	mfo	fr	mo	2448	fr	mfr	mo	mfr	mo
2339	fr	fr	fr	mo	fr	2394	fr	mfr	mfo	fr	fr	2449	fr	mfr	mo	mfr	fr
2340	fr	fr	fr	mo	mfr	2395	fr	mfr	mfo	fr	mfr	2450	fr	mfr	mo	mfr	mfr
2341	fr	fr	fr	fr	mfo	2396	fr	mfr	mfo	mfr	mfo	2451	fr	mfr	fr	mfo	mfo
2342	fr	fr	fr	fr	fo	2397	fr	mfr	mfo	mfr	fo	2452	fr	mfr	fr	mfo	fo
2343	fr	fr	fr	fr	mo	2398	fr	mfr	mfo	mfr	mo	2453	fr	mfr	fr	mfo	mo
2344	fr	fr	fr	fr	fr	2399	fr	mfr	mfo	mfr	fr	2454	fr	mfr	fr	mfo	fr
2345	fr	fr	fr	fr	mfr	2400	fr	mfr	mfo	mfr	mfr	2455	fr	mfr	fr	mfo	mfr
2346	fr	fr	fr	mfr	mfo	2401	fr	mfr	fo	mfo	mfo	2456	fr	mfr	fr	fo	mfo
2347	fr	fr	fr	mfr	fo	2402	fr	mfr	fo	mfo	fo	2457	fr	mfr	fr	fo	fo
2348	fr	fr	fr	mfr	mo	2403	fr	mfr	fo	mfo	mo	2458	fr	mfr	fr	fo	mo
2349	fr	fr	fr	mfr	fr	2404	fr	mfr	fo	mfo	fr	2459	fr	mfr	fr	fo	fr
2350	fr	fr	fr	mfr	mfr	2405	fr	mfr	fo	mfo	mfr	2460	fr	mfr	fr	fo	mfr
2351	fr	fr	mfr	mfo	mfo	2406	fr	mfr	fo	fo	mfo	2461	fr	mfr	fr	mo	mfo
2352	fr	fr	mfr	mfo	fo	2407	fr	mfr	fo	fo	fo	2462	fr	mfr	fr	mo	fo
2353	fr	fr	mfr	mfo	mo	2408	fr	mfr	fo	fo	mo	2463	fr	mfr	fr	mo	mo
2354	fr	fr	mfr	mfo	fr	2409	fr	mfr	fo	fo	fr	2464	fr	mfr	fr	mo	fr
2355	fr	fr	mfr	mfo	mfr	2410	fr	mfr	fo	fo	mfr	2465	fr	mfr	fr	mo	mfr
2356	fr	fr	mfr	fo	mfo	2411	fr	mfr	fo	mo	mfo	2466	fr	mfr	fr	fr	mfo
2357	fr	fr	mfr	fo	fo	2412	fr	mfr	fo	mo	fo	2467	fr	mfr	fr	fr	fo
2358	fr	fr	mfr	fo	mo	2413	fr	mfr	fo	mo	mo	2468	fr	mfr	fr	fr	mo
2359	fr	fr	mfr	fo	fr	2414	fr	mfr	fo	mo	fr	2469	fr	mfr	fr	fr	fr
2360	fr	fr	mfr	fo	mfr	2415	fr	mfr	fo	mo	mfr	2470	fr	mfr	fr	fr	mfr
2361	fr	fr	mfr	mo	mfo	2416	fr	mfr	fo	fr	mfo	2471	fr	mfr	fr	mfr	mfo
2362	fr	fr	mfr	mo	fo	2417	fr	mfr	fo	fr	fo	2472	fr	mfr	fr	mfr	fo
2363	fr	fr	mfr	mo	mo	2418	fr	mfr	fo	fr	mo	2473	fr	mfr	fr	mfr	mo
2364	fr	fr	mfr	mo	fr	2419	fr	mfr	fo	fr	fr	2474	fr	mfr	fr	mfr	fr
2365	fr	fr	mfr	mo	mfr	2420	fr	mfr	fo	fr	mfr	2475	fr	mfr	fr	mfr	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
2476	fr	mfr	mfr	mfo	mfo	2531	mfr	mfo	fo	fo	mfo	2586	mfr	mfo	fr	mo	mfo
2477	fr	mfr	mfr	mfo	fo	2532	mfr	mfo	fo	fo	fo	2587	mfr	mfo	fr	mo	fo
2478	fr	mfr	mfr	mfo	mo	2533	mfr	mfo	fo	fo	mo	2588	mfr	mfo	fr	mo	mo
2479	fr	mfr	mfr	mfo	fr	2534	mfr	mfo	fo	fo	fr	2589	mfr	mfo	fr	mo	fr
2480	fr	mfr	mfr	mfo	mfr	2535	mfr	mfo	fo	fo	mfr	2590	mfr	mfo	fr	mo	mfr
2481	fr	mfr	mfr	fo	mfo	2536	mfr	mfo	fo	mo	mfo	2591	mfr	mfo	fr	fr	mfo
2482	fr	mfr	mfr	fo	fo	2537	mfr	mfo	fo	mo	fo	2592	mfr	mfo	fr	fr	fo
2483	fr	mfr	mfr	fo	mo	2538	mfr	mfo	fo	mo	mo	2593	mfr	mfo	fr	fr	mo
2484	fr	mfr	mfr	fo	fr	2539	mfr	mfo	fo	mo	fr	2594	mfr	mfo	fr	fr	fr
2485	fr	mfr	mfr	fo	mfr	2540	mfr	mfo	fo	mo	mfr	2595	mfr	mfo	fr	fr	mfr
2486	fr	mfr	mfr	mo	mfo	2541	mfr	mfo	fo	fr	mfo	2596	mfr	mfo	fr	mfr	mfo
2487	fr	mfr	mfr	mo	fo	2542	mfr	mfo	fo	fr	fo	2597	mfr	mfo	fr	mfr	fo
2488	fr	mfr	mfr	mo	mo	2543	mfr	mfo	fo	fr	mo	2598	mfr	mfo	fr	mfr	mo
2489	fr	mfr	mfr	mo	fr	2544	mfr	mfo	fo	fr	fr	2599	mfr	mfo	fr	mfr	fr
2490	fr	mfr	mfr	mo	mfr	2545	mfr	mfo	fo	fr	mfr	2600	mfr	mfo	fr	mfr	mfr
2491	fr	mfr	mfr	fr	mfo	2546	mfr	mfo	fo	mfr	mfo	2601	mfr	mfo	mfr	mfo	mfo
2492	fr	mfr	mfr	fr	fo	2547	mfr	mfo	fo	mfr	fo	2602	mfr	mfo	mfr	mfo	fo
2493	fr	mfr	mfr	fr	mo	2548	mfr	mfo	fo	mfr	mo	2603	mfr	mfo	mfr	mfo	mo
2494	fr	mfr	mfr	fr	fr	2549	mfr	mfo	fo	mfr	fr	2604	mfr	mfo	mfr	mfo	fr
2495	fr	mfr	mfr	fr	mfr	2550	mfr	mfo	fo	mfr	mfr	2605	mfr	mfo	mfr	mfo	mfr
2496	fr	mfr	mfr	mfr	mfo	2551	mfr	mfo	mo	mfo	mfo	2606	mfr	mfo	mfr	fo	mfo
2497	fr	mfr	mfr	mfr	fo	2552	mfr	mfo	mo	mfo	fo	2607	mfr	mfo	mfr	fo	fo
2498	fr	mfr	mfr	mfr	mo	2553	mfr	mfo	mo	mfo	mo	2608	mfr	mfo	mfr	fo	mo
2499	fr	mfr	mfr	mfr	fr	2554	mfr	mfo	mo	mfo	fr	2609	mfr	mfo	mfr	fo	fr
2500	fr	mfr	mfr	mfr	mfr	2555	mfr	mfo	mo	mfo	mfr	2610	mfr	mfo	mfr	fo	mfr
2501	mfr	mfo	mfo	mfo	mfo	2556	mfr	mfo	mo	fo	mfo	2611	mfr	mfo	mfr	mo	mfo
2502	mfr	mfo	mfo	mfo	fo	2557	mfr	mfo	mo	fo	fo	2612	mfr	mfo	mfr	mo	fo
2503	mfr	mfo	mfo	mfo	mo	2558	mfr	mfo	mo	fo	mo	2613	mfr	mfo	mfr	mo	mo
2504	mfr	mfo	mfo	mfo	fr	2559	mfr	mfo	mo	fo	fr	2614	mfr	mfo	mfr	mo	fr
2505	mfr	mfo	mfo	mfo	mfr	2560	mfr	mfo	mo	fo	mfr	2615	mfr	mfo	mfr	mo	mfr
2506	mfr	mfo	mfo	fo	mfo	2561	mfr	mfo	mo	mo	mfo	2616	mfr	mfo	mfr	fr	mfo
2507	mfr	mfo	mfo	fo	fo	2562	mfr	mfo	mo	mo	fo	2617	mfr	mfo	mfr	fr	fo
2508	mfr	mfo	mfo	fo	mo	2563	mfr	mfo	mo	mo	mo	2618	mfr	mfo	mfr	fr	mo
2509	mfr	mfo	mfo	fo	fr	2564	mfr	mfo	mo	mo	fr	2619	mfr	mfo	mfr	fr	fr
2510	mfr	mfo	mfo	fo	mfr	2565	mfr	mfo	mo	mo	mfr	2620	mfr	mfo	mfr	fr	mfr
2511	mfr	mfo	mfo	mo	mfo	2566	mfr	mfo	mo	fr	mfo	2621	mfr	mfo	mfr	mfr	mfo
2512	mfr	mfo	mfo	mo	fo	2567	mfr	mfo	mo	fr	fo	2622	mfr	mfo	mfr	mfr	fo
2513	mfr	mfo	mfo	mo	mo	2568	mfr	mfo	mo	fr	mo	2623	mfr	mfo	mfr	mfr	mo
2514	mfr	mfo	mfo	mo	fr	2569	mfr	mfo	mo	fr	fr	2624	mfr	mfo	mfr	mfr	fr
2515	mfr	mfo	mfo	mo	mfr	2570	mfr	mfo	mo	fr	mfr	2625	mfr	mfo	mfr	mfr	mfr
2516	mfr	mfo	mfo	fr	mfo	2571	mfr	mfo	mo	mfr	mfo	2626	mfr	fo	mfo	mfo	mfo
2517	mfr	mfo	mfo	fr	fo	2572	mfr	mfo	mo	mfr	fo	2627	mfr	fo	mfo	mfo	fo
2518	mfr	mfo	mfo	fr	mo	2573	mfr	mfo	mo	mfr	mo	2628	mfr	fo	mfo	mfo	mo
2519	mfr	mfo	mfo	fr	fr	2574	mfr	mfo	mo	mfr	fr	2629	mfr	fo	mfo	mfo	fr
2520	mfr	mfo	mfo	fr	mfr	2575	mfr	mfo	mo	mfr	mfr	2630	mfr	fo	mfo	mfo	mfr
2521	mfr	mfo	mfo	mfr	mfo	2576	mfr	mfo	fr	mfo	mfo	2631	mfr	fo	mfo	fo	mfo
2522	mfr	mfo	mfo	mfr	fo	2577	mfr	mfo	fr	mfo	fo	2632	mfr	fo	mfo	fo	fo
2523	mfr	mfo	mfo	mfr	mo	2578	mfr	mfo	fr	mfo	mo	2633	mfr	fo	mfo	fo	mo
2524	mfr	mfo	mfo	mfr	fr	2579	mfr	mfo	fr	mfo	fr	2634	mfr	fo	mfo	fo	fr
2525	mfr	mfo	mfo	mfr	mfr	2580	mfr	mfo	fr	mfo	mfr	2635	mfr	fo	mfo	fo	mfr
2526	mfr	mfo	fo	mfo	mfo	2581	mfr	mfo	fr	fo	mfo	2636	mfr	fo	mfo	mo	mfo
2527	mfr	mfo	fo	mfo	fo	2582	mfr	mfo	fr	fo	fo	2637	mfr	fo	mfo	mo	fo
2528	mfr	mfo	fo	mfo	mo	2583	mfr	mfo	fr	fo	mo	2638	mfr	fo	mfo	mo	mo
2529	mfr	mfo	fo	mfo	fr	2584	mfr	mfo	fr	fo	fr	2639	mfr	fo	mfo	mo	fr
2530	mfr	mfo	fo	mfo	mfr	2585	mfr	mfo	fr	fo	mfr	2640	mfr	fo	mfo	mo	mfr



Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
2641	mfr	fo	mfo	fr	mfo	2696	mfr	fo	mo	mfr	mfo	2751	mfr	mo	mfo	mfo	mfo
2642	mfr	fo	mfo	fr	fo	2697	mfr	fo	mo	mfr	fo	2752	mfr	mo	mfo	mfo	fo
2643	mfr	fo	mfo	fr	mo	2698	mfr	fo	mo	mfr	mo	2753	mfr	mo	mfo	mfo	mo
2644	mfr	fo	mfo	fr	fr	2699	mfr	fo	mo	mfr	fr	2754	mfr	mo	mfo	mfo	fr
2645	mfr	fo	mfo	fr	mfr	2700	mfr	fo	mo	mfr	mfr	2755	mfr	mo	mfo	mfo	mfr
2646	mfr	fo	mfo	mfr	mfo	2701	mfr	fo	fr	mfo	mfo	2756	mfr	mo	mfo	fo	mfo
2647	mfr	fo	mfo	mfr	fo	2702	mfr	fo	fr	mfo	fo	2757	mfr	mo	mfo	fo	fo
2648	mfr	fo	mfo	mfr	mo	2703	mfr	fo	fr	mfo	mo	2758	mfr	mo	mfo	fo	mo
2649	mfr	fo	mfo	mfr	fr	2704	mfr	fo	fr	mfo	fr	2759	mfr	mo	mfo	fo	fr
2650	mfr	fo	mfo	mfr	mfr	2705	mfr	fo	fr	mfo	mfr	2760	mfr	mo	mfo	fo	mfr
2651	mfr	fo	fo	mfo	mfo	2706	mfr	fo	fr	fo	mfo	2761	mfr	mo	mfo	mo	mfo
2652	mfr	fo	fo	mfo	fo	2707	mfr	fo	fr	fo	fo	2762	mfr	mo	mfo	mo	fo
2653	mfr	fo	fo	mfo	mo	2708	mfr	fo	fr	fo	mo	2763	mfr	mo	mfo	mo	mo
2654	mfr	fo	fo	mfo	fr	2709	mfr	fo	fr	fo	fr	2764	mfr	mo	mfo	mo	fr
2655	mfr	fo	fo	mfo	mfr	2710	mfr	fo	fr	fo	mfr	2765	mfr	mo	mfo	mo	mfr
2656	mfr	fo	fo	fo	mfo	2711	mfr	fo	fr	mo	mfo	2766	mfr	mo	mfo	fr	mfo
2657	mfr	fo	fo	fo	fo	2712	mfr	fo	fr	mo	fo	2767	mfr	mo	mfo	fr	fo
2658	mfr	fo	fo	fo	mo	2713	mfr	fo	fr	mo	mo	2768	mfr	mo	mfo	fr	mo
2659	mfr	fo	fo	fo	fr	2714	mfr	fo	fr	mo	fr	2769	mfr	mo	mfo	fr	fr
2660	mfr	fo	fo	fo	mfr	2715	mfr	fo	fr	mo	mfr	2770	mfr	mo	mfo	fr	mfr
2661	mfr	fo	fo	mo	mfo	2716	mfr	fo	fr	fr	mfo	2771	mfr	mo	mfo	mfr	mfo
2662	mfr	fo	fo	mo	fo	2717	mfr	fo	fr	fr	fo	2772	mfr	mo	mfo	mfr	fo
2663	mfr	fo	fo	mo	mo	2718	mfr	fo	fr	fr	mo	2773	mfr	mo	mfo	mfr	mo
2664	mfr	fo	fo	mo	fr	2719	mfr	fo	fr	fr	fr	2774	mfr	mo	mfo	mfr	fr
2665	mfr	fo	fo	mo	mfr	2720	mfr	fo	fr	fr	mfr	2775	mfr	mo	mfo	mfr	mfr
2666	mfr	fo	fo	fr	mfo	2721	mfr	fo	fr	mfr	mfo	2776	mfr	mo	fo	mfo	mfo
2667	mfr	fo	fo	fr	fo	2722	mfr	fo	fr	mfr	fo	2777	mfr	mo	fo	mfo	fo
2668	mfr	fo	fo	fr	mo	2723	mfr	fo	fr	mfr	mo	2778	mfr	mo	fo	mfo	mo
2669	mfr	fo	fo	fr	fr	2724	mfr	fo	fr	mfr	fr	2779	mfr	mo	fo	mfo	fr
2670	mfr	fo	fo	fr	mfr	2725	mfr	fo	fr	mfr	mfr	2780	mfr	mo	fo	mfo	mfr
2671	mfr	fo	fo	mfr	mfo	2726	mfr	fo	mfr	mfo	mfo	2781	mfr	mo	fo	fo	mfo
2672	mfr	fo	fo	mfr	fo	2727	mfr	fo	mfr	mfo	fo	2782	mfr	mo	fo	fo	fo
2673	mfr	fo	fo	mfr	mo	2728	mfr	fo	mfr	mfo	mo	2783	mfr	mo	fo	fo	mo
2674	mfr	fo	fo	mfr	fr	2729	mfr	fo	mfr	mfo	fr	2784	mfr	mo	fo	fo	fr
2675	mfr	fo	fo	mfr	mfr	2730	mfr	fo	mfr	mfo	mfr	2785	mfr	mo	fo	fo	mfr
2676	mfr	fo	mo	mfo	mfo	2731	mfr	fo	mfr	fo	mfo	2786	mfr	mo	fo	mo	mfo
2677	mfr	fo	mo	mfo	fo	2732	mfr	fo	mfr	fo	fo	2787	mfr	mo	fo	mo	fo
2678	mfr	fo	mo	mfo	mo	2733	mfr	fo	mfr	fo	mo	2788	mfr	mo	fo	mo	mo
2679	mfr	fo	mo	mfo	fr	2734	mfr	fo	mfr	fo	fr	2789	mfr	mo	fo	mo	fr
2680	mfr	fo	mo	mfo	mfr	2735	mfr	fo	mfr	fo	mfr	2790	mfr	mo	fo	mo	mfr
2681	mfr	fo	mo	fo	mfo	2736	mfr	fo	mfr	mo	mfo	2791	mfr	mo	fo	fr	mfo
2682	mfr	fo	mo	fo	fo	2737	mfr	fo	mfr	mo	fo	2792	mfr	mo	fo	fr	fo
2683	mfr	fo	mo	fo	mo	2738	mfr	fo	mfr	mo	mo	2793	mfr	mo	fo	fr	mo
2684	mfr	fo	mo	fo	fr	2739	mfr	fo	mfr	mo	fr	2794	mfr	mo	fo	fr	fr
2685	mfr	fo	mo	fo	mfr	2740	mfr	fo	mfr	mo	mfr	2795	mfr	mo	fo	fr	mfr
2686	mfr	fo	mo	mo	mfo	2741	mfr	fo	mfr	fr	mfo	2796	mfr	mo	fo	mfr	mfo
2687	mfr	fo	mo	mo	fo	2742	mfr	fo	mfr	fr	fo	2797	mfr	mo	fo	mfr	fo
2688	mfr	fo	mo	mo	mo	2743	mfr	fo	mfr	fr	mo	2798	mfr	mo	fo	mfr	mo
2689	mfr	fo	mo	mo	fr	2744	mfr	fo	mfr	fr	fr	2799	mfr	mo	fo	mfr	fr
2690	mfr	fo	mo	mo	mfr	2745	mfr	fo	mfr	fr	mfr	2800	mfr	mo	fo	mfr	mfr
2691	mfr	fo	mo	fr	mfo	2746	mfr	fo	mfr	mfr	mfo	2801	mfr	mo	mo	mfo	mfo
2692	mfr	fo	mo	fr	fo	2747	mfr	fo	mfr	mfr	fo	2802	mfr	mo	mo	mfo	fo
2693	mfr	fo	mo	fr	mo	2748	mfr	fo	mfr	mfr	mo	2803	mfr	mo	mo	mfo	mo
2694	mfr	fo	mo	fr	fr	2749	mfr	fo	mfr	mfr	fr	2804	mfr	mo	mo	mfo	fr
2695	mfr	fo	mo	fr	mfr	2750	mfr	fo	mfr	mfr	mfr	2805	mfr	mo	mo	mfo	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
2806	mfr	mo	mo	fo	mfo	2861	mfr	mo	mfr	mo	mfo	2916	mfr	fr	fo	fr	mfo
2807	mfr	mo	mo	fo	fo	2862	mfr	mo	mfr	mo	fo	2917	mfr	fr	fo	fr	fo
2808	mfr	mo	mo	fo	mo	2863	mfr	mo	mfr	mo	mo	2918	mfr	fr	fo	fr	mo
2809	mfr	mo	mo	fo	fr	2864	mfr	mo	mfr	mo	fr	2919	mfr	fr	fo	fr	fr
2810	mfr	mo	mo	fo	mfr	2865	mfr	mo	mfr	mo	mfr	2920	mfr	fr	fo	fr	mfr
2811	mfr	mo	mo	mo	mfo	2866	mfr	mo	mfr	fr	mfo	2921	mfr	fr	fo	mfr	mfo
2812	mfr	mo	mo	mo	fo	2867	mfr	mo	mfr	fr	fo	2922	mfr	fr	fo	mfr	fo
2813	mfr	mo	mo	mo	mo	2868	mfr	mo	mfr	fr	mo	2923	mfr	fr	fo	mfr	mo
2814	mfr	mo	mo	mo	fr	2869	mfr	mo	mfr	fr	fr	2924	mfr	fr	fo	mfr	fr
2815	mfr	mo	mo	mo	mfr	2870	mfr	mo	mfr	fr	mfr	2925	mfr	fr	fo	mfr	mfr
2816	mfr	mo	mo	fr	mfo	2871	mfr	mo	mfr	mfr	mfo	2926	mfr	fr	mo	mfo	mfo
2817	mfr	mo	mo	fr	fo	2872	mfr	mo	mfr	mfr	fo	2927	mfr	fr	mo	mfo	fo
2818	mfr	mo	mo	fr	mo	2873	mfr	mo	mfr	mfr	mo	2928	mfr	fr	mo	mfo	mo
2819	mfr	mo	mo	fr	fr	2874	mfr	mo	mfr	mfr	fr	2929	mfr	fr	mo	mfo	fr
2820	mfr	mo	mo	fr	mfr	2875	mfr	mo	mfr	mfr	mfr	2930	mfr	fr	mo	mfo	mfr
2821	mfr	mo	mo	mfr	mfo	2876	mfr	fr	mfo	mfo	mfo	2931	mfr	fr	mo	fo	mfo
2822	mfr	mo	mo	mfr	fo	2877	mfr	fr	mfo	mfo	fo	2932	mfr	fr	mo	fo	fo
2823	mfr	mo	mo	mfr	mo	2878	mfr	fr	mfo	mfo	mo	2933	mfr	fr	mo	fo	mo
2824	mfr	mo	mo	mfr	fr	2879	mfr	fr	mfo	mfo	fr	2934	mfr	fr	mo	fo	fr
2825	mfr	mo	mo	mfr	mfr	2880	mfr	fr	mfo	mfo	mfr	2935	mfr	fr	mo	fo	mfr
2826	mfr	mo	fr	mfo	mfo	2881	mfr	fr	mfo	fo	mfo	2936	mfr	fr	mo	mo	mfo
2827	mfr	mo	fr	mfo	fo	2882	mfr	fr	mfo	fo	fo	2937	mfr	fr	mo	mo	fo
2828	mfr	mo	fr	mfo	mo	2883	mfr	fr	mfo	fo	mo	2938	mfr	fr	mo	mo	mo
2829	mfr	mo	fr	mfo	fr	2884	mfr	fr	mfo	fo	fr	2939	mfr	fr	mo	mo	fr
2830	mfr	mo	fr	mfo	mfr	2885	mfr	fr	mfo	fo	mfr	2940	mfr	fr	mo	mo	mfr
2831	mfr	mo	fr	fo	mfo	2886	mfr	fr	mfo	mo	mfo	2941	mfr	fr	mo	fr	mfo
2832	mfr	mo	fr	fo	fo	2887	mfr	fr	mfo	mo	fo	2942	mfr	fr	mo	fr	fo
2833	mfr	mo	fr	fo	mo	2888	mfr	fr	mfo	mo	mo	2943	mfr	fr	mo	fr	mo
2834	mfr	mo	fr	fo	fr	2889	mfr	fr	mfo	mo	fr	2944	mfr	fr	mo	fr	fr
2835	mfr	mo	fr	fo	mfr	2890	mfr	fr	mfo	mo	mfr	2945	mfr	fr	mo	fr	mfr
2836	mfr	mo	fr	mo	mfo	2891	mfr	fr	mfo	fr	mfo	2946	mfr	fr	mo	mfr	mfo
2837	mfr	mo	fr	mo	fo	2892	mfr	fr	mfo	fr	fo	2947	mfr	fr	mo	mfr	fo
2838	mfr	mo	fr	mo	mo	2893	mfr	fr	mfo	fr	mo	2948	mfr	fr	mo	mfr	mo
2839	mfr	mo	fr	mo	fr	2894	mfr	fr	mfo	fr	fr	2949	mfr	fr	mo	mfr	fr
2840	mfr	mo	fr	mo	mfr	2895	mfr	fr	mfo	fr	mfr	2950	mfr	fr	mo	mfr	mfr
2841	mfr	mo	fr	fr	mfo	2896	mfr	fr	mfo	mfr	mfo	2951	mfr	fr	fr	mfo	mfo
2842	mfr	mo	fr	fr	fo	2897	mfr	fr	mfo	mfr	fo	2952	mfr	fr	fr	mfo	fo
2843	mfr	mo	fr	fr	mo	2898	mfr	fr	mfo	mfr	mo	2953	mfr	fr	fr	mfo	mo
2844	mfr	mo	fr	fr	fr	2899	mfr	fr	mfo	mfr	fr	2954	mfr	fr	fr	mfo	fr
2845	mfr	mo	fr	fr	mfr	2900	mfr	fr	mfo	mfr	mfr	2955	mfr	fr	fr	mfo	mfr
2846	mfr	mo	fr	mfr	mfo	2901	mfr	fr	fo	mfo	mfo	2956	mfr	fr	fr	fo	mfo
2847	mfr	mo	fr	mfr	fo	2902	mfr	fr	fo	mfo	fo	2957	mfr	fr	fr	fo	fo
2848	mfr	mo	fr	mfr	mo	2903	mfr	fr	fo	mfo	mo	2958	mfr	fr	fr	fo	mo
2849	mfr	mo	fr	mfr	fr	2904	mfr	fr	fo	mfo	fr	2959	mfr	fr	fr	fo	fr
2850	mfr	mo	fr	mfr	mfr	2905	mfr	fr	fo	mfo	mfr	2960	mfr	fr	fr	fo	mfr
2851	mfr	mo	mfr	mfo	mfo	2906	mfr	fr	fo	fo	mfo	2961	mfr	fr	fr	mo	mfo
2852	mfr	mo	mfr	mfo	fo	2907	mfr	fr	fo	fo	fo	2962	mfr	fr	fr	mo	fo
2853	mfr	mo	mfr	mfo	mo	2908	mfr	fr	fo	fo	mo	2963	mfr	fr	fr	mo	mo
2854	mfr	mo	mfr	mfo	fr	2909	mfr	fr	fo	fo	fr	2964	mfr	fr	fr	mo	fr
2855	mfr	mo	mfr	mfo	mfr	2910	mfr	fr	fo	fo	mfr	2965	mfr	fr	fr	mo	mfr
2856	mfr	mo	mfr	fo	mfo	2911	mfr	fr	fo	mo	mfo	2966	mfr	fr	fr	fr	mfo
2857	mfr	mo	mfr	fo	fo	2912	mfr	fr	fo	mo	fo	2967	mfr	fr	fr	fr	fo
2858	mfr	mo	mfr	fo	mo	2913	mfr	fr	fo	mo	mo	2968	mfr	fr	fr	fr	mo
2859	mfr	mo	mfr	fo	fr	2914	mfr	fr	fo	mo	fr	2969	mfr	fr	fr	fr	fr
2860	mfr	mo	mfr	fo	mfr	2915	mfr	fr	fo	mo	mfr	2970	mfr	fr	fr	fr	mfr

Tabela E.1 – Universo populacional em estudo (continuação)

Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc	Cod	Cs	Co	Cu	Ca	Cc
2971	mfr	fr	fr	mfr	mfo	3026	mfr	mfr	fo	mfo	mfo	3081	mfr	mfr	fr	fo	mfo
2972	mfr	fr	fr	mfr	fo	3027	mfr	mfr	fo	mfo	fo	3082	mfr	mfr	fr	fo	fo
2973	mfr	fr	fr	mfr	mo	3028	mfr	mfr	fo	mfo	mo	3083	mfr	mfr	fr	fo	mo
2974	mfr	fr	fr	mfr	fr	3029	mfr	mfr	fo	mfo	fr	3084	mfr	mfr	fr	fo	fr
2975	mfr	fr	fr	mfr	mfr	3030	mfr	mfr	fo	mfo	mfr	3085	mfr	mfr	fr	fo	mfr
2976	mfr	fr	mfr	mfo	mfo	3031	mfr	mfr	fo	fo	mfo	3086	mfr	mfr	fr	mo	mfo
2977	mfr	fr	mfr	mfo	fo	3032	mfr	mfr	fo	fo	fo	3087	mfr	mfr	fr	mo	fo
2978	mfr	fr	mfr	mfo	mo	3033	mfr	mfr	fo	fo	mo	3088	mfr	mfr	fr	mo	mo
2979	mfr	fr	mfr	mfo	fr	3034	mfr	mfr	fo	fo	fr	3089	mfr	mfr	fr	mo	fr
2980	mfr	fr	mfr	mfo	mfr	3035	mfr	mfr	fo	fo	mfr	3090	mfr	mfr	fr	mo	mfr
2981	mfr	fr	mfr	fo	mfo	3036	mfr	mfr	fo	mo	mfo	3091	mfr	mfr	fr	fr	mfo
2982	mfr	fr	mfr	fo	fo	3037	mfr	mfr	fo	mo	fo	3092	mfr	mfr	fr	fr	fo
2983	mfr	fr	mfr	fo	mo	3038	mfr	mfr	fo	mo	mo	3093	mfr	mfr	fr	fr	mo
2984	mfr	fr	mfr	fo	fr	3039	mfr	mfr	fo	mo	fr	3094	mfr	mfr	fr	fr	fr
2985	mfr	fr	mfr	fo	mfr	3040	mfr	mfr	fo	mo	mfr	3095	mfr	mfr	fr	fr	mfr
2986	mfr	fr	mfr	mo	mfo	3041	mfr	mfr	fo	fr	mfo	3096	mfr	mfr	fr	mfr	mfo
2987	mfr	fr	mfr	mo	fo	3042	mfr	mfr	fo	fr	fo	3097	mfr	mfr	fr	mfr	fo
2988	mfr	fr	mfr	mo	mo	3043	mfr	mfr	fo	fr	mo	3098	mfr	mfr	fr	mfr	mo
2989	mfr	fr	mfr	mo	fr	3044	mfr	mfr	fo	fr	fr	3099	mfr	mfr	fr	mfr	fr
2990	mfr	fr	mfr	mo	mfr	3045	mfr	mfr	fo	fr	mfr	3100	mfr	mfr	fr	mfr	mfr
2991	mfr	fr	mfr	fr	mfo	3046	mfr	mfr	fo	mfr	mfo	3101	mfr	mfr	mfr	mfo	mfo
2992	mfr	fr	mfr	fr	fo	3047	mfr	mfr	fo	mfr	fo	3102	mfr	mfr	mfr	mfo	fo
2993	mfr	fr	mfr	fr	mo	3048	mfr	mfr	fo	mfr	mo	3103	mfr	mfr	mfr	mfo	mo
2994	mfr	fr	mfr	fr	fr	3049	mfr	mfr	fo	mfr	fr	3104	mfr	mfr	mfr	mfo	fr
2995	mfr	fr	mfr	fr	mfr	3050	mfr	mfr	fo	mfr	mfr	3105	mfr	mfr	mfr	mfo	mfr
2996	mfr	fr	mfr	mfr	mfo	3051	mfr	mfr	mo	mfo	mfo	3106	mfr	mfr	mfr	fo	mfo
2997	mfr	fr	mfr	mfr	fo	3052	mfr	mfr	mo	mfo	fo	3107	mfr	mfr	mfr	fo	fo
2998	mfr	fr	mfr	mfr	mo	3053	mfr	mfr	mo	mfo	mo	3108	mfr	mfr	mfr	fo	mo
2999	mfr	fr	mfr	mfr	fr	3054	mfr	mfr	mo	mfo	fr	3109	mfr	mfr	mfr	fo	fr
3000	mfr	fr	mfr	mfr	mfr	3055	mfr	mfr	mo	mfo	mfr	3110	mfr	mfr	mfr	fo	mfr
3001	mfr	mfr	mfo	mfo	mfo	3056	mfr	mfr	mo	fo	mfo	3111	mfr	mfr	mfr	mo	mfo
3002	mfr	mfr	mfo	mfo	fo	3057	mfr	mfr	mo	fo	fo	3112	mfr	mfr	mfr	mo	fo
3003	mfr	mfr	mfo	mfo	mo	3058	mfr	mfr	mo	fo	mo	3113	mfr	mfr	mfr	mo	mo
3004	mfr	mfr	mfo	mfo	fr	3059	mfr	mfr	mo	fo	fr	3114	mfr	mfr	mfr	mo	fr
3005	mfr	mfr	mfo	mfo	mfr	3060	mfr	mfr	mo	fo	mfr	3115	mfr	mfr	mfr	mo	mfr
3006	mfr	mfr	mfo	fo	mfo	3061	mfr	mfr	mo	mo	mfo	3116	mfr	mfr	mfr	fr	mfo
3007	mfr	mfr	mfo	fo	fo	3062	mfr	mfr	mo	mo	fo	3117	mfr	mfr	mfr	fr	fo
3008	mfr	mfr	mfo	fo	mo	3063	mfr	mfr	mo	mo	mo	3118	mfr	mfr	mfr	fr	mo
3009	mfr	mfr	mfo	fo	fr	3064	mfr	mfr	mo	mo	fr	3119	mfr	mfr	mfr	fr	fr
3010	mfr	mfr	mfo	fo	mfr	3065	mfr	mfr	mo	mo	mfr	3120	mfr	mfr	mfr	fr	mfr
3011	mfr	mfr	mfo	mo	mfo	3066	mfr	mfr	mo	fr	mfo	3121	mfr	mfr	mfr	mfr	mfo
3012	mfr	mfr	mfo	mo	fo	3067	mfr	mfr	mo	fr	fo	3122	mfr	mfr	mfr	mfr	fo
3013	mfr	mfr	mfo	mo	mo	3068	mfr	mfr	mo	fr	mo	3123	mfr	mfr	mfr	mfr	mo
3014	mfr	mfr	mfo	mo	fr	3069	mfr	mfr	mo	fr	fr	3124	mfr	mfr	mfr	mfr	fr
3015	mfr	mfr	mfo	mo	mfr	3070	mfr	mfr	mo	fr	mfr	3125	mfr	mfr	mfr	mfr	mfr
3016	mfr	mfr	mfo	fr	mfo	3071	mfr	mfr	mo	mfr	mfo						
3017	mfr	mfr	mfo	fr	fo	3072	mfr	mfr	mo	mfr	fo						
3018	mfr	mfr	mfo	fr	mo	3073	mfr	mfr	mo	mfr	mo						
3019	mfr	mfr	mfo	fr	fr	3074	mfr	mfr	mo	mfr	fr						
3020	mfr	mfr	mfo	fr	mfr	3075	mfr	mfr	mo	mfr	mfr						
3021	mfr	mfr	mfo	mfr	mfo	3076	mfr	mfr	fr	mfo	mfo						
3022	mfr	mfr	mfo	mfr	fo	3077	mfr	mfr	fr	mfo	fo						
3023	mfr	mfr	mfo	mfr	mo	3078	mfr	mfr	fr	mfo	mo						
3024	mfr	mfr	mfo	mfr	fr	3079	mfr	mfr	fr	mfo	fr						
3025	mfr	mfr	mfo	mfr	mfr	3080	mfr	mfr	fr	mfo	mfr						

## APÊNDICE F – Instituições detentoras de especialistas

Tabela F.1 – Instituições detentoras de especialistas

Item	Instituição
1	Ministério das Cidades Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS Ernani Ciríaco de Miranda (Coordenador da UGP/PMSS)
2	Ministério do Meio Ambiente Agência Nacional de Águas Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos João Gilberto Lotufo Conejo (Coordenação Geral) Sérgio R. Ayrimoraes Soares (Coordenação Executiva)
3	Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano Departamento de Ambiente Urbano Sérgio Antonio Gonçalves (Diretor)
4	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal Superintendência de Recursos Hídricos Diógenes Mortari (Superintendente)
5	Instituto Brasília Ambiental Gerência de Estudos e Programas em Meio Ambiente e Recursos Hídricos
6	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal Diretoria de Engenharia e Meio Ambiente Cristiano Magalhães de Pinho (Diretor)
7	Universidade Federal da Bahia Escola Politécnica Departamento de Engenharia Ambiental Asher Kiperstok (Pesquisador)
8	Universidade Federal de Itajubá Pós-graduação em Engenharia da Energia Benedito Cláudio da Silva (Pesquisador)
9	Universidade Federal da Bahia Escola Politécnica Departamento de Engenharia Ambiental Eduardo Cohim (Pesquisador)
10	Universidade Federal da Paraíba Centro de Tecnologia Departamento de Tecnologia da Construção Civil Heber Pimentel Gomes (Pesquisador)
11	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo Luciano Zanella (Engenheiro pesquisador)
12	Universidade Federal do Espírito Santo Pós-graduação em Engenharia Ambiental Laila De Oliveira Vaz Oliveira (Pesquisadora)
13	Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental Luiz Sergio Philippi (Pesquisador)
14	Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola Politécnica Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente Monica Pertel (Pesquisadora)

Tabela F.1 – Instituições detentoras de especialistas (continuação)

Item	Instituição
15	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo Maria Fernanda Lopes dos Santos (Pesquisadora)
16	Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola Politécnica Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente Jose Paulo Soares de Azevedo (Pesquisador)
17	Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos Laboratório de Simulação Numérica Narumi Abe (Pesquisador)
18	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Departamento de Hidráulica e Transportes Peter Batista Cheung (Pesquisador)
19	Universidade Federal do Espírito Santo Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Ambiental Ricardo Franci Gonçalves (Pesquisador)
20	Universidade Federal de Pernambuco Centro Acadêmico do Agreste Núcleo de Tecnologia Saulo de Tarso Marques Bezerra (Pesquisador)
21	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo Wolney Castilho Alves (Pesquisador)
22	Universidade Federal de Pernambuco Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral (Pesquisador)
23	Universidade de Campinas Faculdade de Engenharia Civil Departamento de Saneamento e Ambiente Edson Aparecido Abdul Nour (Pesquisador)
24	Companhia Espírito Santense de Saneamento Bianca Barcellos Bazzarella (Engenheira Civil)
25	Companhia Espírito Santense de Saneamento Karla Ponzó Vaccari Anecchini (Engenheira Civil)
26	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo Adilson Lourenço Rocha (Pesquisador)
27	Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Pesquisas Hidráulicas Tatiana Máximo Almeida Albuquerque (Pesquisadora)
28	Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Oscar de Moraes Cordeiro Netto (Pesquisador)
29	Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Sergio Koide (Pesquisador)
30	Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo Rosângela Abdala Hanna (Especialista em Regulação e Fiscalização de Serviços Públicos)
31	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal Bernardo Souza Cordeiro (Engenheiro Civil)

Tabela F.1 – Instituições detentoras de especialistas (continuação)

32	Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo Maria Martins do Nascimento (Especialista em Regulação e Fiscalização de Serviços Públicos)
33	Instituto Brasília Ambiental Gerencia de Gestão e Monitoramento da Qualidade Ambiental e dos Recursos Hídricos Glenda Feitosa da Silva (Engenheira Ambiental)
34	Ministério Público da União Ministério Público do DF e Territórios Bruno Esteves Távora (Analista Pericial)
35	Instituto Federal Norte de Minas Gerais Campus Salinas Ronaldo Medeiros dos Santos (Pesquisador)
36	Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Yovanka Pérez Ginoris (Pesquisadora)
37	Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Carlos Henrique Ribeiro Lima (Pesquisador)
38	Universidade Federal do Amazonas Instituto de Educação de Educação, Agricultura e Ambiente Aldecy de Almeida Santos (Pesquisador)
39	Agência Nacional de Águas Eduardo Felipe Cavalcanti Correa de Oliveira (Consultor da ANA)
40	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal Setor de outorga Rafael Machado Mello (Biólogo)
41	Agência Reguladora do Ceará Coordenador de Saneamento Básico Alceu Galvão (Engenheiro Civil)

## APÊNDICE G – Base de dados de treinamento

Tabela G.1 – Base de dados de treinamento

Treino	Cód	Cs	Cg	Cu	Ca	Cc	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5
T1	4	mfo	mfo	mfo	mfo	fr	D12	D19	D9	D18	D3
T2	190	mfo	fo	mo	mo	mfr	D12	D11	D19	D3	D4
T3	301	mfo	mo	mo	mfo	mfo	D12	D9	D11	D19	D17
T4	441	mfo	fr	mo	fr	mfo	D12	D9	D10	D19	D3
T5	641	fo	mfo	mfo	fr	mfo	D18	D14	D2	D9	D19
T6	900	fo	mo	mfo	mfr	mfr	D18	D19	D20	D2	D3
T7	1114	fo	fr	mfr	mo	fr	D12	D19	D10	D11	D1
T8	1263	mo	mfo	mfo	mo	mo	D18	D2	D14	D20	D3
T9	1464	mo	fo	fr	mo	fr	D18	D20	D16	D12	D10
T10	1639	mo	fr	mfo	mo	fr	D2	D3	D6	D10	D11
T11	1943	fr	mfo	mo	fr	mo	D18	D20	D14	D16	D9
T12	2122	fr	fo	mfr	mfr	fo	D18	D19	D9	D12	D11
T13	2326	fr	fr	fr	mfo	mfo	D9	D19	D10	D15	D18
T14	2529	mfr	mfo	fo	mfo	fr	D9	D18	D14	D19	D3
T15	2734	mfr	fo	mfr	fo	fr	D12	D9	D2	D14	D20
T16	2953	mfr	fr	fr	mfo	mo	D9	D8	D7	D4	D3
T17	128	mfo	fo	mfo	mfo	mo	D10	D7	D13	D16	D9
T18	254	mfo	mo	mfo	mfo	fr	D10	D7	D13	D8	D1
T19	375	mfo	mo	mfr	mfr	mfr	D10	D12	D16	D1	D14
T20	591	mfo	mfr	fr	fr	mfo	D10	D12	D9	D19	D7
T21	812	fo	fo	mo	mo	fo	D14	D10	D9	D1	D16
T22	1057	fo	fr	mo	fo	fo	D10	D12	D9	D19	D7
T23	1211	fo	mfr	fr	mo	mfo	D9	D19	D10	D12	D7
T24	1390	mo	fo	mfo	mo	mfr	D13	D7	D8	D14	D1
T25	1604	mo	mo	mfr	mfo	fr	D14	D10	D1	D12	D9
T26	1829	mo	mfr	fr	mfo	fr	D10	D12	D19	D7	D4
T27	2014	fr	fo	mfo	mo	fr	D7	D13	D8	D14	D1
T28	2236	fr	mo	mfr	mo	mfo	D9	D19	D14	D1	D16
T29	2415	fr	mfr	fo	mo	mfr	D13	D7	D8	D10	D12
T30	2650	mfr	fo	mfo	mfr	mfr	D7	D13	D8	D14	D1
T31	2838	mfr	mo	fr	mo	mo	D14	D1	D9	D19	D16
T32	3100	mfr	mfr	fr	mfr	mfr	D7	D13	D8	D14	D1
T33	33	mfo	mfo	fo	fo	mo	D7	D9	D10	D17	D12
T34	193	mfo	fo	mo	fr	mo	D8	D7	D13	D16	D13
T35	313	mfo	mo	mo	mo	mo	D1	D9	D18	D16	D10
T36	455	mfo	fr	fr	mfo	mfr	D1	D18	D19	D9	D13
T37	667	fo	mfo	fo	fr	fo	D2	D17	D19	D12	D1
T38	935	fo	mo	mo	fo	mfr	D1	D2	D3	D8	D19
T39	1121	fo	fr	mfr	mfr	mfo	D7	D8	D9	D19	D17
T40	1273	mo	mfo	mfo	mfr	mo	D13	D5	D6	D17	D12
T41	1478	mo	fo	mfr	mfo	mo	D5	D6	D19	D16	D9
T42	1677	mo	fr	mo	mfo	fo	D16	D13	D7	D8	D9
T43	1956	fr	mfo	fr	fo	mfo	D1	D2	D3	D4	D13
T44	2133	fr	fo	mfr	mo	mo	D19	D9	D4	D16	D11
T45	2339	fr	mo	mfr	mo	fr	D11	D9	D10	D19	D6

T1, T2, ..., T64: dado para treinamento 1, dado para treinamento 2, ..., dado para treinamento 64; Cs é o componente socioeconômico; Cg é o componente gerencial; Cu é o componente urbano; Ca é o componente ambiental; Cc é o componente cultural; D1, D2, ..., D5: diretriz de prioridade 1, diretriz de prioridade 2, ..., diretriz de prioridade 5

Tabela G.1 – Base de dados de treinamento (continuação)

Treino	Cód	Cs	Cg	Cu	Ca	Cc	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5
T46	2554	mfr	mfo	mo	mfo	fr	D19	D17	D13	D6	D8
T47	2766	mfr	mo	mfo	fr	mfo	D1	D2	D5	D11	D16
T48	2981	mfr	fr	mfr	fo	mfo	D8	D16	D10	D19	D4
T49	34	mfo	mfo	fo	fo	fr	D10	D12	D16	D6	D1
T50	202	mfo	fo	fr	mfo	fo	D16	D10	D19	D9	D12
T51	326	mfo	fo	mfr	mfo	mfo	D9	D7	D8	D10	D16
T52	457	mfo	fr	fr	fo	fo	D10	D9	D3	D11	D16
T53	680	fo	mfo	mo	mfo	mfr	D16	D3	D1	D7	D17
T54	936	fo	mo	mo	mo	mfo	D10	D6	D1	D15	D11
T55	1137	fo	mfr	mfo	mo	fo	D15	D12	D16	D19	D7
T56	1275	mo	mfo	mfo	mfr	mfr	D1	D6	D3	D8	D7
T57	1487	mo	fo	mfr	mo	fo	D10	D12	D15	D16	D1
T58	1713	mo	fr	fr	mo	mo	D18	D10	D9	D19	D15
T59	1957	fr	mfo	fr	fo	fo	D2	D11	D3	D2	D16
T60	2138	fr	mo	mfo	mo	mo	D6	D2	D11	D12	D10
T61	2356	fr	fr	mfo	fo	mfo	D19	D9	D18	D10	D15
T62	2559	mfr	mfo	mo	fo	fr	D2	D3	D13	D19	D9
T63	2767	mfr	fo	fo	fr	fo	D3	D6	D14	D12	D10
T64	2997	mfr	fr	mfr	mfr	fo	D15	D16	D18	D9	D14
T65	35	mfo	mfo	fo	fo	mfr	D1	D12	D11	D18	D19
T66	203	mfo	fo	fr	mfo	mo	D1	D19	D10	D11	D9
T67	331	mfo	mo	fr	fo	mfo	D11	D9	D10	D11	D12
T68	469	mfo	fr	fr	fr	fr	D3	D10	D11	D18	D16
T69	681	fo	mfo	mo	fo	mfo	D18	D19	D1	D10	D9
T70	959	fo	mo	fr	fo	fr	D12	D10	D11	D4	D3
T71	1161	fo	mfr	fo	mo	mfo	D9	D10	D11	D1	D18
T72	1299	mo	mfo	fo	mfr	fr	D1	D18	D10	D11	D19
T73	1489	mo	fo	mfr	mo	fr	D1	D18	D19	D9	D11
T74	1720	mo	fr	fr	fr	mfr	D1	D10	D11	D19	D10
T75	1970	fr	mfo	fr	fr	mfr	D18	D3	D10	D11	D19
T76	2166	fr	mo	fo	fr	mfo	D19	D10	D11	D7	D4
T77	2362	fr	fr	mfr	mo	fo	D19	D11	D1	D10	D9
T78	2562	mfr	mfo	mo	mo	fo	D1	D10	D11	D19	D9
T79	2782	mfr	mo	mfo	mo	fo	D4	D1	D3	D10	D11
T80	3012	mfr	mfr	mfo	mo	fo	D1	D3	D19	D11	D9
T81	149	mfo	fo	mfo	mfr	fr	D2	D1	D13	D4	D19
T82	260	mfo	mo	mfo	fo	mfr	D2	D13	D7	D12	D19
T83	386	mfo	fr	mfo	mo	mfo	D9	D19	D4	D13	D7
T84	602	mfo	mfr	mfr	mfo	fo	D2	D7	D19	D8	D12
T85	821	fo	fo	mo	mfr	mfo	D9	D3	D3	D13	D4
T86	1087	fo	fr	fr	mo	fo	D9	D16	D7	D8	D1
T87	1230	fo	mfr	mfr	mfo	mfr	D7	D8	D1	D19	D9
T88	1404	mo	fo	fo	mfo	fr	D16	D7	D1	D12	D2
T89	1609	mo	mo	mfr	fo	fr	D16	D7	D1	D2	D12
T90	1857	mo	mfr	mfr	fo	fo	D9	D7	D8	D19	D10
T91	2064	fr	fo	mo	mo	fr	D1	D2	D9	D4	D7
T92	2262	fr	fr	mfo	mo	fo	D13	D4	D7	D19	D16
T93	2436	fr	mfr	mo	mo	mfo	D9	D16	D7	D13	D4
T94	2696	mfr	fo	mo	mfr	mfo	D9	D16	D1	D3	D13

T1, T2, ..., T64: dado para treinamento 1, dado para treinamento 2, ..., dado para treinamento 64; Cs é o componente socioeconômico; Cg é o componente gerencial; Cu é o componente urbano; Ca é o componente ambiental; Cc é o componente cultural; D1, D2, ..., D5: diretriz de prioridade 1, diretriz de prioridade 2, ..., diretriz de prioridade 5



Tabela G.1 – Base de dados de treinamento (continuação)

Treino	Cód	Cs	Cg	Cu	Ca	Cc	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5
T95	2856	mfr	mo	mfr	fo	mfo	D9	D16	D7	D8	D1
T96	3111	mfr	mfr	mfr	mo	mfo	D9	D16	D19	D7	D8
T97	151	mfo	fo	fo	mfo	mfo	D10	D11	D16	D3	D9
T98	262	mfo	mo	mfo	mo	fo	D11	D10	D12	D14	D16
T99	393	mfo	fr	mfo	fr	mo	D11	D3	D18	D2	D1
T100	606	mfo	mfr	mfr	fo	mfo	D18	D20	D19	D11	D12
T101	833	fo	fo	fr	fo	mo	D2	D3	D14	D9	D10
T102	1088	fo	fr	fr	mo	mo	D18	D20	D12	D13	D14
T103	1233	fo	mfr	mfr	fo	mo	D18	D20	D12	D13	D14
T104	1411	mo	fo	fo	mo	mfo	D1	D14	D6	D9	D19
T105	1612	mo	mo	mfr	mo	fo	D14	D2	D1	D9	D29
T106	1864	mo	mfr	mfr	mo	fr	D18	D1	D13	D10	D14
T107	2068	fr	fo	mo	fr	mo	D14	D7	D1	D9	D6
T108	2263	fr	fr	mfo	mo	mo	D14	D7	D9	D6	D1
T109	2451	fr	mfr	fr	mfo	mfo	D18	D14	D7	D9	D19
T110	2698	mfr	fo	mo	mfr	mfo	D14	D1	D6	D19	D9
T111	2878	mfr	fr	mfo	mfo	mo	D7	D18	D9	D14	D1
T112	3120	mfr	mfr	mfr	fr	mfr	D7	D18	D14	D9	D20
T113	172	mfo	fo	fo	mfr	fo	D12	D20	D18	D9	D10
T114	277	mfo	mo	fo	mfo	fo	D12	D11	D18	D19	D10
T115	416	mfo	fr	fo	fr	mfo	D12	D20	D18	D9	D12
T116	618	mfo	mfr	mfr	fr	mo	D12	D20	D14	D9	D12
T117	893	fo	mo	mfo	fr	mo	D10	D20	D2	D9	D12
T118	1098	fo	fr	fr	mfr	mo	D10	D20	D16	D9	D12
T119	1247	fo	mfr	mfr	mfr	fo	D10	D20	D14	D9	D10
T120	1428	mo	fo	mo	mfo	mo	D18	D19	D14	D19	D12
T121	1626	mo	fr	mfo	mfo	mfo	D18	D20	D16	D19	D12
T122	1925	fr	mfo	fo	mfr	mfr	D18	D20	D1	D9	D12
T123	2097	fr	fo	fr	mfr	fo	D18	D19	D14	D9	D10
T124	2290	fr	fr	fo	mo	mfr	D18	D20	D18	D9	D12
T125	2509	mfr	mfo	mfo	fo	fr	D18	D20	D16	D19	D10
T126	2706	mfr	fo	fr	fo	mfo	D18	D19	D16	D19	D12
T127	2920	mfr	fr	fo	fr	mfr	D18	D20	D18	D9	D12
T128	3123	mfr	mfr	mfr	mfr	mo	D18	D20	D14	D9	D12
T129	9	mfo	mfo	mfo	fo	fr	D1	D18	D11	D20	D9
T130	267	mfo	mo	mfo	fr	fo	D1	D18	D11	D20	D19
T131	477	mfo	fr	mfr	mfo	fo	D1	D9	D7	D8	D19
T132	553	mfo	mfr	mo	mfo	mo	D1	D9	D7	D8	D7
T133	894	fo	mo	mfo	fr	fr	D1	D10	D11	D12	D16
T134	1117	fo	fr	mfr	fr	fo	D10	D11	D12	D19	D3
T135	1355	mo	mfo	mfr	mfo	mfr	D18	D20	D15	D1	D19
T136	1560	mo	mo	mo	fo	mfr	D19	D3	D13	D15	D16
T137	1676	mo	fr	mo	mfo	mfo	D19	D3	D13	D15	D16
T138	1803	mo	mfr	mo	mfo	mo	D9	D19	D7	D8	D17
T139	1878	fr	mfo	mfo	mfo	mo	D1	D15	D18	D19	D9
T140	2094	fr	fo	fr	fr	fr	D1	D15	D18	D2	D20
T141	2285	fr	fr	fo	fo	mfr	D9	D19	D16	D7	D8
T142	2412	fr	mfr	fo	mo	fo	D16	D19	D3	D4	D13
T143	2572	mfr	mfo	mo	mfr	fo	D18	D15	D1	D2	D19

T1, T2, ..., T64: dado para treinamento 1, dado para treinamento 2, ..., dado para treinamento 64; Cs é o componente socioeconômico; Cg é o componente gerencial; Cu é o componente urbano; Ca é o componente ambiental; Cc é o componente cultural; D1, D2, ..., D5: diretriz de prioridade 1, diretriz de prioridade 2, ..., diretriz de prioridade 5

Tabela G.1 – Base de dados de treinamento (continuação)

Treino	Cód	Cs	Cg	Cu	Ca	Cc	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5
T144	2884	mfr	fr	mfo	fo	fr	D9	D19	D16	D7	D8
T145	27	mfo	mfo	fo	mfo	fo	D19	D9	D18	D10	D3
T146	273	mfo	mo	mfo	mfr	mo	D9	D19	D18	D10	D1
T147	486	mfo	fr	mfr	mo	mfo	D9	D19	D18	D8	D1
T148	558	mfo	mfr	mo	fo	mo	D19	D3	D10	D18	D8
T149	923	fo	mo	fo	mfr	mo	D10	D1	D9	D19	D18
T150	1117	fo	fr	mfr	fr	fo	D20	D18	D16	D14	D12
T151	1370	mo	mfo	mfr	fr	mfr	D18	D1	D9	D19	D10
T152	1575	mo	mo	mo	mfr	mfr	D19	D10	D9	D18	D3
T153	1691	mo	fr	mo	fr	mfo	D19	D9	D18	D10	D1
T154	1806	mo	mfr	mo	fo	mfo	D19	D10	D8	D9	D3
T155	1895	fr	mfo	mfo	fr	mfr	D18	D9	D10	D1	D3
T156	2102	fr	fo	mfr	mfo	fo	D17	D19	D8	D7	D4
T157	2296	fr	fr	fo	mfr	mfo	D19	D9	D16	D3	D4
T158	2417	fr	mfr	fo	fr	fo	D2	D4	D13	D19	D18
T159	2657	mfr	fo	fo	fo	fo	D18	D19	D9	D10	D3
T160	2915	mfr	fr	fo	mo	mfr	D10	D2	D3	D12	D7
T161	35	mfo	mfo	fo	fo	mfr	D1	D2	D12	D18	
T162	246	mfo	fo	mfr	mfr	mfo	D12	D11	D18	D1	
T163	488	mfo	fr	mfr	mo	mo	D12	D1	D2	D10	
T164	635	fo	mfo	mfo	fo	mfr	D18	D11	D2	D12	
T165	866	fo	fo	mfr	fr	mfo	D9	D12	D10	D19	
T166	1028	fo	fr	fo	mfo	mo	D9	D16	D12	D10	
T167	1228	fo	mfr	mfr	mfo	mo	D9	D16	D12	D10	
T168	1413	mo	fo	fo	mo	mo	D1	D2	D18	D15	
T169	1551	mo	mo	mo	mfo	mfo	D9	D16	D19	D10	
T170	1690	mo	fr	mo	mo	mfr	D12	D11	D10	D9	
T171	1816	mo	mfr	mo	fr	mfo	D10	D11	D13	D5	
T172	1940	fr	mfo	mo	mo	mfr	D1	D2	D18	D9	
T173	2124	fr	fo	mfr	mfr	fr	D18	D1	D2	D3	
T174	2274	fr	fr	mfo	mfr	fr	D1	D6	D16	D15	
T175	2469	fr	mfr	fr	fr	fr	D18	D1	D2	D3	
T176	2687	mfr	fo	mo	mo	fo	D11	D10	D12	D1	
T177	162	mfo	fo	fo	mo	fo	D1	D2	D18	D6	D19
T178	400	mfo	fr	mfo	mfr	mfr	D1	D2	D6	D18	D19
T179	591	mfo	mfr	fr	fr	mfo	D1	D19	D2	D10	D6
T180	778	fo	fo	fo	mfo	mo	D1	D19	D2	D6	D18
T181	925	fo	mo	fo	mfr	mfr	D1	D2	D6	D18	D19
T182	1173	fo	mfr	fo	mfr	mo	D1	D2	D6	D19	D18
T183	1323	mo	mfo	mo	mfr	mo	D1	D2	D18	D10	D19
T184	1511	mo	mo	mfo	mo	mfo	D1	D19	D18	D6	D2
T185	1628	mo	fr	mfo	mfo	mo	D1	D2	D6	D19	D10
T186	1730	mo	fr	mfr	mfo	mfr	D1	D6	D19	D10	D2
T187	1905	fr	mfo	fo	mfo	mfr	D1	D18	D2	D6	D19
T188	2038	fr	fo	fo	mo	mo	D1	D18	D2	D6	D19
T189	2216	fr	mo	fr	fr	mfo	D1	D19	D10	D2	D18
T190	2379	fr	mfr	mfo	mfo	fr	D1	D6	D19	D2	D18
T191	2605	mfr	mfo	mfr	mfo	mfr	D1	D18	D2	D6	D9
T192	2786	mfr	mo	fo	mo	mfo	D1	D19	D18	D2	D6

T1, T2, ..., T64: dado para treinamento 1, dado para treinamento 2, ..., dado para treinamento 64; Cs é o componente socioeconômico; Cg é o componente gerencial; Cu é o componente urbano; Ca é o componente ambiental; Cc é o componente cultural; D1, D2, ..., D5: diretriz de prioridade 1, diretriz de prioridade 2, ..., diretriz de prioridade 5

Tabela G.1 – Base de dados de treinamento (continuação)

Treino	Cód	Cs	Cg	Cu	Ca	Cc	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5
T192	28	mfo	mfo	fo	mfo	mo	D1	D2	D3	D6	D12
T194	191	mfo	fo	mo	fo	mfo	D3	D9	D10	D11	D13
T195	310	mfo	mo	mo	fo	mfr	D10	D12	D9	D19	D7
T196	453	mfo	fr	fr	mfo	mo	D10	D11	D19	D7	D12
T197	645	fo	mfo	mfo	fr	mfr	D1	D2	D20	D10	D9
T198	901	fo	mo	fo	mfo	mfo	D7	D19	D9	D18	D10
T199	1115	fo	fr	mfr	mo	mfr	D10	D12	D7	D1	D18
T200	1270	mo	mfo	mfo	fr	mfr	D18	D20	D1	D2	D10
T201	1470	mo	fo	fr	fr	mfr	D18	D2	D10	D12	D16
T202	1672	mo	fr	fo	mfr	fo	D1	D3	D6	D10	D11
T203	1944	fr	mfo	mo	fr	fr	D20	D14	D18	D3	D1
T204	2123	fr	fo	mfr	mfr	mo	D18	D16	D3	D9	D10
T205	2327	fr	fr	fr	mfo	fo	D19	D7	D14	D3	D11
T206	2552	mfr	mfo	mo	mfo	fo	D18	D3	D10	D1	D6
T207	2751	mfr	mo	mfo	mfo	mfo	D3	D1	D10	D18	D14
T208	2963	mfr	fr	fr	mo	mo	D10	D11	D12	D7	D19

T1, T2, ..., T64: dado para treinamento 1, dado para treinamento 2, ..., dado para treinamento 64; Cs é o componente socioeconômico; Cg é o componente gerencial; Cu é o componente urbano; Ca é o componente ambiental; Cc é o componente cultural; D1, D2, ..., D5: diretriz de prioridade 1, diretriz de prioridade 2, ..., diretriz de prioridade 5

## APÊNDICE H – Descrição do algoritmo J48

O algoritmo J48 é a implementação WEKA do algoritmo C4.5 e por sua vez, o C4.5 é a evolução do algoritmo ID3, que foi um dos primeiros algoritmos de árvore de decisão. O algoritmo J48 seleciona o teste a ser executado em um nó com base no valor de um índice chamado “*information gain ratio*”, ou taxa de ganho de informação, que é calculado com base nas Equações H.1, H.2, H.3 e H.4.

$$info(T) = -\sum_{j=1}^k \left[ \frac{freq(C_j, T)}{|T|} \times -\log_2 \left( \frac{freq(C_j, T)}{|T|} \right) \right] \text{ bits}, \quad (\text{H.1})$$

$$gain(X) = info(T) - \sum_{i=1}^p \left( \frac{|T_i|}{|T|} \times info(T_i) \right) \text{ bits}, \quad (\text{H.2})$$

$$split \ info(X) = -\sum_{i=1}^p \left[ \frac{|T_i|}{|T|} \times -\log_2 \left( \frac{|T_i|}{|T|} \right) \right] \text{ bits}, \quad (\text{H.3})$$

$$gain \ ratio(X) = -\frac{gain(X)}{split \ info(X)} \text{ bits}, \quad (\text{H.4})$$

Na qual:  $T$  é o conjunto de exemplos de treinamento que “entra” no nó;  $C_j$  é a  $j$ -ésima classe;  $k$  é o número de classes;  $X$  é uma referência ao atributo testado; e  $p$  é o número de subconjuntos gerados pelo teste  $X$ .

A ideia é selecionar o teste que minimize a quantidade de informação necessária para a classificação de um objeto. Para a construção de um nó a taxa de ganho é calculada para cada atributo e aquele que apresentar maior valor será usado no nó para dividir o conjunto de exemplos de treinamento. Se o subconjunto que deverá ser testado em um determinado nó só possua exemplos da mesma classe ou se todos os exemplos nele apresentam a mesma taxa de ganho, então nenhum teste proposto e uma folha é criada. Informações adicionais acerca do algoritmo são apresentadas por Artero (2009) e Resende (2005).

## APÊNDICE I – Casos-testes utilizado para avaliação do SE

Tabela I.1 – Questionário utilizados para avaliação do SE (casos-testes)

Grupo	Cód	Cs	Cg	Cu	Ca	Cc	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	S1	S2
G1	4	mfo	mfo	mfo	mfo	fr	D12	D19	D9	D18	D3		
G2	4	mfo	mfo	mfo	mfo	fr	D1	D19	D13	D18	D3		
G1	191	mfo	fo	mo	fo	mfo	D3	D9	D10	D11	D13		
G2	191	mfo	fo	mo	fo	mfo	D1	D9	D10	D19	D13		
G1	313	mfo	mo	mo	mo	mo	D1	D9	D18	D16	D10		
G2	313	mfo	mo	mo	mo	mo	D1	D9	D18	D16	D10		
G1	457	mfo	fr	fr	fo	fo	D10	D9	D3	D11	D16		
G2	457	mfo	fr	fr	fo	fo	D1	D9	D3	D11	D12		
G1	681	fo	mfo	mo	fo	mfo	D18	D19	D1	D10	D9		
G2	681	fo	mfo	mo	fo	mfo	D18	D19	D1	D10	D9		
G1	1057	fo	fr	mo	fo	fo	D10	D12	D9	D19	D7		
G2	1057	fo	fr	mo	fo	fo	D10	D16	D9	D1	D7		
G1	1230	fo	mfr	mfr	mfo	mfr	D7	D8	D1	D19	D9		
G2	1230	fo	mfr	mfr	mfo	mfr	D1	D2	D10	D7	D9		
G1	1411	mo	fo	fo	mo	mfo	D1	D14	D6	D9	D19		
G2	1411	mo	fo	fo	mo	mfo	D1	D14	D18	D9	D19		
G1	1925	fr	mfo	fo	mfr	mfr	D18	D20	D1	D9	D12		
G2	1925	fr	mfo	fo	mfr	mfr	D18	D20	D1	D9	D19		
G1	1878	fr	mfo	mfo	mfo	mo	D1	D15	D18	D19	D9		
G2	1878	fr	mfo	mfo	mfo	mo	D9	D20	D6	D18	D3		

G1: pode ser um especialista humano ou pode ser o SE; G2: pode ser um especialista humano ou pode ser o SE; Cs é o componente socioeconômico; Cg é o componente gerencial; Cu é o componente urbano; Ca é o componente ambiental; Cc é o componente cultural; mfr, fr, mo, fo e mfo são as classes muito fraca, fraca, moderada, forte e muito forte, respectivamente; DP1, DP2, ..., DP5: diretriz de prioridade 1, diretriz de prioridade 2, ..., diretriz de prioridade 5; S1: saída 1 da avaliação do SE, qualidade da solução apresentada (varia de 1 a 7, 1 = muito ruim, 4 = razoável, 7 = muito bom); S2: saída 2 da avaliação do SE, identificação da resposta do SE (0 = não é a resposta do SE, 1 = é a resposta do SE)

## APÊNDICE J – Resposta da avaliação do SE

Tabela J.1 – Respostas da avaliação do sistema especialista

Grupo	Cód	Especialista 1		Especialista 2		Especialista 3	
		S1	S2	S1	S2	S1	S2
G1	4	3	1	4	0	3	0
G2	4	3	0	5	1	4	1
G1	191	1	0	4	1	6	1
G2	191	1	1	5	0	3	0
G1	313	3	1	4	1	4	1
G2	313	3	0	4	0	4	0
G1	457	3	0	5	1	5	1
G2	457	4	1	4	0	4	0
G1	681	1	1	4	1	6	1
G2	681	1	0	4	0	6	0
G1	1057	1	0	4	1	5	1
G2	1057	3	1	4	0	4	0
G1	1230	3	1	2	1	3	0
G2	1230	3	0	4	0	4	1
G1	1411	3	0	2	1	3	1
G2	1411	1	1	2	0	5	0
G1	1925	4	1	5	1	5	0
G2	1925	3	0	4	0	5	1
G1	1878	3	0	5	0	4	1
G2	1878	4	1	4	1	3	0

G1: resposta apresentada por um especialista humano; G2: resposta apresentada pelo SE; S1: saída 1 da avaliação do SE, qualidade da solução apresentada (varia de 1 a 7, 1 = muito ruim, 4 = razoável, 7 = muito bom); S2: saída 2 da avaliação do SE, identificação da resposta do SE (0 = não é a resposta do SE, 1 = é a resposta do SE)

## APÊNDICE K – Questionário 2

Questionário para obtenção de informações da população

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO

#### 1. Identificação da residência amostrada.

Endereço:

Cidade:

Pessoa contatada:

Nº:

Estado:

Tel.:

#### 2. Qual o número de pessoas na família (moradores)?

1  
 2  
 3

4  
 5  
 Outro: \_\_\_\_\_

#### 3. Qual a idade do(a) chefe da família?

Informe: \_\_\_\_\_

#### 4. Qual a renda bruta mensal da família?

1 = até 1 SM  
 2 = mais de 1 a 2 SM  
 3 = mais de 2 a 3 SM

4 = mais de 3 a 5 SM  
 5 = mais de 5 a 10 SM  
 6 = mais de 10 a 20 SM

7 = mais de 20 SM

#### 5. Qual o valor corrente de acúmulo de patrimônio familiar? (RB é a renda bruta)

1 = até 1% RB  
 2 = mais 1 até 5% RB  
 3 = mais 5 até 10% RB

4 = mais 10 até 15% RB  
 5 = mais 15 até 20% RB  
 6 = mais 20 até 25% RB

7 = mais 25 até 30% RB  
 8 = Outro: \_\_\_\_\_

#### 6. Qual a classe social da família? (SM é o salário mínimo)

1 = classe A1  
 2 = classe A2  
 3 = classe B1

4 = classe B2  
 5 = classe C1  
 6 = classe C2

7 = classe D  
 8 = classe E

#### 7. Em relação à atitude da família com relação à conservação de recursos naturais, a família apresenta?

1 = atitude conservacionista  
 2 = atitude razoavelmente conservacionista  
 3 = atitude não conservacionista

#### 8. Em relação à preferência por determinado tipo de residência, a família apresenta?

1 = forte preferência por residência tipo ambientalmente correta  
 2 = moderada preferência por residência tipo ambientalmente correta  
 3 = fraca preferência por residência tipo ambientalmente correta

#### 9. Em relação à incitação à conservação da água promovida pela tarifa de água?

1 = forte capacidade de incentivo à conservação da água  
 2 = moderada capacidade de incentivo à conservação da água  
 3 = fraca capacidade de incentivo à conservação da água  
 4 = não incentiva a conservação de água

#### 10. Qual a tipologia da residência?

1 = apartamento  
 2 = casa geminada  
 3 = residência unifamiliar isolada

#### 11. Em relação à tipologia dos equipamentos hidrossanitários, observa-se que:

1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (até 30%)  
 2 = razoável quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 30 até 60%)  
 3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 60%)

Questionário para obtenção de informações da população (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (continuação)

12. Qual a área construída da residência, em m<sup>2</sup>?

Informe: \_\_\_\_\_

13. Qual o número de cômodos da residência?

Informe: \_\_\_\_\_

14. Em relação à existência de hábitos conservacionistas (por exemplo: evitar desperdícios ao escovar os dentes, evitar desperdícios durante o banho, eliminar vazamentos nas torneiras, outros), observa-se:

1 = existência de hábitos conservacionistas

2 = inexistência de hábitos conservacionistas, mas a família tem conhecimento de sua importância

3 = inexistência de hábitos conservacionistas e a família desconhece sua importância

15. Em relação à aceitação da população à implementação de ações de conservação da água (por exemplo: implantação de programas de educação ambiental, programas de combate ao desperdício, adequação da política tarifária, outros), observa-se:

1 = baixa aceitação da família

2 = moderada aceitação da família

3 = alta aceitação da família

16. Em relação à crença de que a água é um recurso inesgotável e barato, observa-se:

1 = inexistência dessa crença, a família apresenta preocupação com o recurso (há evidências de ações de conservação de água)

2 = existência dessa crença, a família não demonstra preocupação com o recurso (não há evidências de ações de conservação de água)

17. Para a família, qual é o critério mais importante que deve ser considerado durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (enumerar do mais importante para o menos importante; 1 = critério mais importante, 6 = critério menos importante)

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Importância: _____
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Importância: _____
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Importância: _____
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Importância: _____
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Importância: _____
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Importância: _____



## APÊNDICE L – Resposta do Questionário 2

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Brasília

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (REGIÃO ADMINISTRATIVA BRASÍLIA)

2. Qual o número de pessoas na família (moradores)?

<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	5
<input checked="" type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	Outro: _____

3. Qual a idade do(a) chefe da família?

Informe: 47 anos

4. Qual a renda bruta mensal da família?

<input type="checkbox"/>	1 = até 1 SM	<input type="checkbox"/>	4 = mais de 3 a 5 SM	<input type="checkbox"/>	7 = mais de 20 SM
<input type="checkbox"/>	2 = mais de 1 a 2 SM	<input checked="" type="checkbox"/>	5 = mais de 5 a 10 SM		
<input type="checkbox"/>	3 = mais de 2 a 3 SM	<input type="checkbox"/>	6 = mais de 10 a 20 SM		

5. Qual o valor corrente de acúmulo de patrimônio familiar? (RB é a renda bruta)

<input type="checkbox"/>	Até 1% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 10 até 15% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 25 até 30% RB
<input type="checkbox"/>	Mais 1 até 5% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 15 até 20% RB	<input type="checkbox"/>	Outro: _____
<input checked="" type="checkbox"/>	Mais 5 até 10% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 20 até 25% RB		

6. Qual a classe social da família? (SM é o salário mínimo)

<input type="checkbox"/>	1 = classe A1	<input type="checkbox"/>	4 = classe B2	<input type="checkbox"/>	7 = classe D
<input type="checkbox"/>	2 = classe A2	<input type="checkbox"/>	5 = classe C1	<input type="checkbox"/>	8 = classe E
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = classe B1	<input type="checkbox"/>	6 = classe C2		

7. Em relação à atitude da família com relação à conservação de recursos naturais, a família apresenta?

<input type="checkbox"/>	1 = atitude conservacionista
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = atitude razoavelmente conservacionista
<input type="checkbox"/>	3 = atitude não conservacionista

8. Em relação à preferência por determinado tipo de residência, a família apresenta?

<input checked="" type="checkbox"/>	1 = forte preferência por residência tipo ambientalmente correta
<input type="checkbox"/>	2 = moderada preferência por residência tipo ambientalmente correta
<input type="checkbox"/>	3 = fraca preferência por residência tipo ambientalmente correta

9. Em relação à incitação à conservação da água promovida pela tarifa de água?

<input type="checkbox"/>	1 = forte capacidade de incentivo à conservação da água
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = moderada capacidade de incentivo à conservação da água
<input type="checkbox"/>	3 = fraca capacidade de incentivo à conservação da água
<input type="checkbox"/>	4 = não incentiva a conservação de água

10. Qual a tipologia da residência?

<input checked="" type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

11. Em relação à tipologia dos equipamentos hidrossanitários, observa-se que:

<input type="checkbox"/>	1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (até 30%)
<input type="checkbox"/>	2 = razoável quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 30 até 60%)
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 60%)

12. Qual a área construída da residência, em m<sup>2</sup>?

Informe: 170

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Brasília (continuação)

**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade de Tecnologia – FT**  
**Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH**

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA BRASÍLIA)**

**13. Qual o número de cômodos da residência?**

Informe: 5

**14. Em relação à existência de hábitos conservacionistas (por exemplo: evitar desperdícios ao escovar os dentes, evitar desperdícios durante o banho, eliminar vazamentos nas torneiras, outros), observa-se:**

- 1 = existência de hábitos conservacionistas  
 2 = inexistência de hábitos conservacionistas, mas a família tem conhecimento de sua importância  
 3 = inexistência de hábitos conservacionistas e a família desconhece sua importância

**15. Em relação à aceitação da população à implementação de ações de conservação da água (por exemplo: implantação de programas de educação ambiental, programas de combate ao desperdício, adequação da política tarifária, outros), observa-se:**

- 1 = baixa aceitação da família  
 2 = moderada aceitação da família  
 3 = alta aceitação da família

**16. Em relação à crença de que a água é um recurso inesgotável e barato, observa-se:**

- 1 = inexistência dessa crença, a família apresenta preocupação com o recurso (há evidências de ações de conservação de água)  
 2 = existência dessa crença, a família não demonstra preocupação com o recurso (não há evidências de ações de conservação de água)

**17. Para a família, qual é o critério mais importante que deve ser considerado durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (enumerar do mais importante para o menos importante; 1 = critério mais importante, 6 = critério menos importante)**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Importância: 5
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Importância: 4
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Importância: 2
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Importância: 2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Importância: 4
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Importância: 3

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA CRUZEIRO)**

**2. Qual o número de pessoas na família (moradores)?**

- |                                     |   |                          |              |
|-------------------------------------|---|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/>            | 1 | <input type="checkbox"/> | 4            |
| <input type="checkbox"/>            | 2 | <input type="checkbox"/> | 5            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | Outro: _____ |

**3. Qual a idade do(a) chefe da família?**

Informe: 52 anos

**4. Qual a renda bruta mensal da família?**

- |                          |                      |                                     |                        |                          |                   |
|--------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | 1 = até 1 SM         | <input type="checkbox"/>            | 4 = mais de 3 a 5 SM   | <input type="checkbox"/> | 7 = mais de 20 SM |
| <input type="checkbox"/> | 2 = mais de 1 a 2 SM | <input checked="" type="checkbox"/> | 5 = mais de 5 a 10 SM  |                          |                   |
| <input type="checkbox"/> | 3 = mais de 2 a 3 SM | <input type="checkbox"/>            | 6 = mais de 10 a 20 SM |                          |                   |

**5. Qual o valor corrente de acúmulo de patrimônio familiar? (RB é a renda bruta)**

- |                                     |                   |                          |                    |                          |                    |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Até 1% RB         | <input type="checkbox"/> | Mais 10 até 15% RB | <input type="checkbox"/> | Mais 25 até 30% RB |
| <input type="checkbox"/>            | Mais 1 até 5% RB  | <input type="checkbox"/> | Mais 15 até 20% RB | <input type="checkbox"/> | Outro: _____       |
| <input type="checkbox"/>            | Mais 5 até 10% RB | <input type="checkbox"/> | Mais 20 até 25% RB |                          |                    |

**6. Qual a classe social da família? (SM é o salário mínimo)**

- |                          |               |                                     |               |                          |              |
|--------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | 1 = classe A1 | <input checked="" type="checkbox"/> | 4 = classe B2 | <input type="checkbox"/> | 7 = classe D |
| <input type="checkbox"/> | 2 = classe A2 | <input type="checkbox"/>            | 5 = classe C1 | <input type="checkbox"/> | 8 = classe E |
| <input type="checkbox"/> | 3 = classe B1 | <input type="checkbox"/>            | 6 = classe C2 |                          |              |

**7. Em relação à atitude da família com relação à conservação de recursos naturais, a família apresenta?**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 = atitude conservacionista               |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = atitude razoavelmente conservacionista |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = atitude não conservacionista           |

**8. Em relação à preferência por determinado tipo de residência, a família apresenta?**

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 = forte preferência por residência tipo ambientalmente correta    |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = moderada preferência por residência tipo ambientalmente correta |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = fraca preferência por residência tipo ambientalmente correta    |

**9. Em relação à incitação à conservação da água promovida pela tarifa de água?**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 = forte capacidade de incentivo à conservação da água    |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = moderada capacidade de incentivo à conservação da água |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = fraca capacidade de incentivo à conservação da água    |
| <input type="checkbox"/>            | 4 = não incentiva a conservação de água                    |

**10. Qual a tipologia da residência?**

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 = apartamento                    |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = casa geminada                  |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = residência unifamiliar isolada |

**11. Em relação à tipologia dos equipamentos hidrossanitários, observa-se que:**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (até 30%)               |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = razoável quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 30 até 60%) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 60%)            |

**12. Qual a área construída da residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 92

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Cruzeiro (continuação)

**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade de Tecnologia – FT**  
**Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH**

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA CRUZEIRO)**

**13. Qual o número de cômodos da residência?**

Informe: 5

**14. Em relação à existência de hábitos conservacionistas (por exemplo: evitar desperdícios ao escovar os dentes, evitar desperdícios durante o banho, eliminar vazamentos nas torneiras, outros), observa-se:**

- 1 = existência de hábitos conservacionistas  
 2 = inexistência de hábitos conservacionistas, mas a família tem conhecimento de sua importância  
 3 = inexistência de hábitos conservacionistas e a família desconhece sua importância

**15. Em relação à aceitação da população à implementação de ações de conservação da água (por exemplo: implantação de programas de educação ambiental, programas de combate ao desperdício, adequação da política tarifária, outros), observa-se:**

- 1 = baixa aceitação da família  
 2 = moderada aceitação da família  
 3 = alta aceitação da família

**16. Em relação à crença de que a água é um recurso inesgotável e barato, observa-se:**

- 1 = inexistência dessa crença, a família apresenta preocupação com o recurso (há evidências de ações de conservação de água)  
 2 = existência dessa crença, a família não demonstra preocupação com o recurso (não há evidências de ações de conservação de água)

**17. Para a família, qual é o critério mais importante que deve ser considerado durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (enumerar do mais importante para o menos importante; 1 = critério mais importante, 6 = critério menos importante)**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Importância: 5
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Importância: 4
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Importância: 2
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Importância: 2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Importância: 4
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Importância: 3

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA ESTRUTURAL)**

**2. Qual o número de pessoas na família (moradores)?**

- 1                       4  
 2                       5  
 3                      Outro: \_\_\_\_\_

**3. Qual a idade do(a) chefe da família?**

Informe: 33 anos

**4. Qual a renda bruta mensal da família?**

- 1 = até 1 SM                       4 = mais de 3 a 5 SM                       7 = mais de 20 SM  
 2 = mais de 1 a 2 SM                       5 = mais de 5 a 10 SM  
 3 = mais de 2 a 3 SM                       6 = mais de 10 a 20 SM

**5. Qual o valor corrente de acúmulo de patrimônio familiar? (RB é a renda bruta)**

- Até 1% RB                       Mais 10 até 15% RB                       Mais 25 até 30% RB  
 Mais 1 até 5% RB                       Mais 15 até 20% RB                      Outro: \_\_\_\_\_  
 Mais 5 até 10% RB                       Mais 20 até 25% RB

**6. Qual a classe social da família? (SM é o salário mínimo)**

- 1 = classe A1                       4 = classe B2                       7 = classe D  
 2 = classe A2                       5 = classe C1                       8 = classe E  
 3 = classe B1                       6 = classe C2

**7. Em relação à atitude da família com relação à conservação de recursos naturais, a família apresenta?**

- 1 = atitude conservacionista  
 2 = atitude razoavelmente conservacionista  
 3 = atitude não conservacionista

**8. Em relação à preferência por determinado tipo de residência, a família apresenta?**

- 1 = forte preferência por residência tipo ambientalmente correta  
 2 = moderada preferência por residência tipo ambientalmente correta  
 3 = fraca preferência por residência tipo ambientalmente correta

**9. Em relação à incitação à conservação da água promovida pela tarifa de água?**

- 1 = forte capacidade de incentivo à conservação da água  
 2 = moderada capacidade de incentivo à conservação da água  
 3 = fraca capacidade de incentivo à conservação da água  
 4 = não incentiva a conservação de água

**10. Qual a tipologia da residência?**

- 1 = apartamento  
 2 = casa geminada  
 3 = residência unifamiliar isolada

**11. Em relação à tipologia dos equipamentos hidrossanitários, observa-se que:**

- 1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (até 30%)  
 2 = razoável quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 30 até 60%)  
 3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 60%)

**12. Qual a área construída da residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 54

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Estrutural (continuação)

**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade de Tecnologia – FT**  
**Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH**

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA ESTRUTURAL)**

**13. Qual o número de cômodos da residência?**

Informe: 3

**14. Em relação à existência de hábitos conservacionistas (por exemplo: evitar desperdícios ao escovar os dentes, evitar desperdícios durante o banho, eliminar vazamentos nas torneiras, outros), observa-se:**

- 1 = existência de hábitos conservacionistas  
 2 = inexistência de hábitos conservacionistas, mas a família tem conhecimento de sua importância  
 3 = inexistência de hábitos conservacionistas e a família desconhece sua importância

**15. Em relação à aceitação da população à implementação de ações de conservação da água (por exemplo: implantação de programas de educação ambiental, programas de combate ao desperdício, adequação da política tarifária, outros), observa-se:**

- 1 = baixa aceitação da família  
 2 = moderada aceitação da família  
 3 = alta aceitação da família

**16. Em relação à crença de que a água é um recurso inesgotável e barato, observa-se:**

- 1 = inexistência dessa crença, a família apresenta preocupação com o recurso (há evidências de ações de conservação de água)  
 2 = existência dessa crença, a família não demonstra preocupação com o recurso (não há evidências de ações de conservação de água)

**17. Para a família, qual é o critério mais importante que deve ser considerado durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (enumerar do mais importante para o menos importante; 1 = critério mais importante, 6 = critério menos importante)**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Importância: 4
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Importância: 4
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Importância: 4
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Importância: 4
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Importância: 3
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Importância: 2

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA GUARÁ)**

**2. Qual o número de pessoas na família (moradores)?**

- |                          |   |                                     |              |
|--------------------------|---|-------------------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | 4            |
| <input type="checkbox"/> | 2 | <input type="checkbox"/>            | 5            |
| <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/>            | Outro: _____ |

**3. Qual a idade do(a) chefe da família?**

Informe: 51 anos

**4. Qual a renda bruta mensal da família?**

- |                          |                      |                                     |                        |                          |                   |
|--------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | 1 = até 1 SM         | <input type="checkbox"/>            | 4 = mais de 3 a 5 SM   | <input type="checkbox"/> | 7 = mais de 20 SM |
| <input type="checkbox"/> | 2 = mais de 1 a 2 SM | <input checked="" type="checkbox"/> | 5 = mais de 5 a 10 SM  |                          |                   |
| <input type="checkbox"/> | 3 = mais de 2 a 3 SM | <input type="checkbox"/>            | 6 = mais de 10 a 20 SM |                          |                   |

**5. Qual o valor corrente de acúmulo de patrimônio familiar? (RB é a renda bruta)**

- |                                     |                   |                          |                    |                          |                    |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Até 1% RB         | <input type="checkbox"/> | Mais 10 até 15% RB | <input type="checkbox"/> | Mais 25 até 30% RB |
| <input type="checkbox"/>            | Mais 1 até 5% RB  | <input type="checkbox"/> | Mais 15 até 20% RB | <input type="checkbox"/> | Outro: _____       |
| <input type="checkbox"/>            | Mais 5 até 10% RB | <input type="checkbox"/> | Mais 20 até 25% RB |                          |                    |

**6. Qual a classe social da família? (SM é o salário mínimo)**

- |                          |               |                                     |               |                          |              |
|--------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | 1 = classe A1 | <input checked="" type="checkbox"/> | 4 = classe B2 | <input type="checkbox"/> | 7 = classe D |
| <input type="checkbox"/> | 2 = classe A2 | <input type="checkbox"/>            | 5 = classe C1 | <input type="checkbox"/> | 8 = classe E |
| <input type="checkbox"/> | 3 = classe B1 | <input type="checkbox"/>            | 6 = classe C2 |                          |              |

**7. Em relação à atitude da família com relação à conservação de recursos naturais, a família apresenta?**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = atitude conservacionista               |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 = atitude razoavelmente conservacionista |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = atitude não conservacionista           |

**8. Em relação à preferência por determinado tipo de residência, a família apresenta?**

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 = forte preferência por residência tipo ambientalmente correta    |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = moderada preferência por residência tipo ambientalmente correta |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = fraca preferência por residência tipo ambientalmente correta    |

**9. Em relação à incitação à conservação da água promovida pela tarifa de água?**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 = forte capacidade de incentivo à conservação da água    |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = moderada capacidade de incentivo à conservação da água |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = fraca capacidade de incentivo à conservação da água    |
| <input type="checkbox"/>            | 4 = não incentiva a conservação de água                    |

**10. Qual a tipologia da residência?**

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = apartamento                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 = casa geminada                  |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = residência unifamiliar isolada |

**11. Em relação à tipologia dos equipamentos hidrossanitários, observa-se que:**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (até 30%)               |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = razoável quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 30 até 60%) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 60%)            |

**12. Qual a área construída da residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 180

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Guará (continuação)

**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade de Tecnologia – FT**  
**Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH**

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA GUARÁ)**

**13. Qual o número de cômodos da residência?**

Informe: 5

**14. Em relação à existência de hábitos conservacionistas (por exemplo: evitar desperdícios ao escovar os dentes, evitar desperdícios durante o banho, eliminar vazamentos nas torneiras, outros), observa-se:**

- 1 = existência de hábitos conservacionistas  
 2 = inexistência de hábitos conservacionistas, mas a família tem conhecimento de sua importância  
 3 = inexistência de hábitos conservacionistas e a família desconhece sua importância

**15. Em relação à aceitação da população à implementação de ações de conservação da água (por exemplo: implantação de programas de educação ambiental, programas de combate ao desperdício, adequação da política tarifária, outros), observa-se:**

- 1 = baixa aceitação da família  
 2 = moderada aceitação da família  
 3 = alta aceitação da família

**16. Em relação à crença de que a água é um recurso inesgotável e barato, observa-se:**

- 1 = inexistência dessa crença, a família apresenta preocupação com o recurso (há evidências de ações de conservação de água)  
 2 = existência dessa crença, a família não demonstra preocupação com o recurso (não há evidências de ações de conservação de água)

**17. Para a família, qual é o critério mais importante que deve ser considerado durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (enumerar do mais importante para o menos importante; 1 = critério mais importante, 6 = critério menos importante)**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Importância: 4
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Importância: 4
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Importância: 3
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Importância: 3
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Importância: 4
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Importância: 3



**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA LAGO NORTE)**

**2. Qual o número de pessoas na família (moradores)?**

<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	Outro: _____

**3. Qual a idade do(a) chefe da família?**

Informe: 52 anos

**4. Qual a renda bruta mensal da família?**

<input type="checkbox"/>	1 = até 1 SM	<input type="checkbox"/>	4 = mais de 3 a 5 SM	<input type="checkbox"/>	7 = mais de 20 SM
<input type="checkbox"/>	2 = mais de 1 a 2 SM	<input type="checkbox"/>	5 = mais de 5 a 10 SM		
<input type="checkbox"/>	3 = mais de 2 a 3 SM	<input checked="" type="checkbox"/>	6 = mais de 10 a 20 SM		

**5. Qual o valor corrente de acúmulo de patrimônio familiar? (RB é a renda bruta)**

<input type="checkbox"/>	Até 1% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 10 até 15% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 25 até 30% RB
<input type="checkbox"/>	Mais 1 até 5% RB	<input checked="" type="checkbox"/>	Mais 15 até 20% RB	<input type="checkbox"/>	Outro: _____
<input type="checkbox"/>	Mais 5 até 10% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 20 até 25% RB		

**6. Qual a classe social da família? (SM é o salário mínimo)**

<input type="checkbox"/>	1 = classe A1	<input type="checkbox"/>	4 = classe B2	<input type="checkbox"/>	7 = classe D
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = classe A2	<input type="checkbox"/>	5 = classe C1	<input type="checkbox"/>	8 = classe E
<input type="checkbox"/>	3 = classe B1	<input type="checkbox"/>	6 = classe C2		

**7. Em relação à atitude da família com relação à conservação de recursos naturais, a família apresenta?**

<input type="checkbox"/>	1 = atitude conservacionista
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = atitude razoavelmente conservacionista
<input type="checkbox"/>	3 = atitude não conservacionista

**8. Em relação à preferência por determinado tipo de residência, a família apresenta?**

<input type="checkbox"/>	1 = forte preferência por residência tipo ambientalmente correta
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = moderada preferência por residência tipo ambientalmente correta
<input type="checkbox"/>	3 = fraca preferência por residência tipo ambientalmente correta

**9. Em relação à incitação à conservação da água promovida pela tarifa de água?**

<input type="checkbox"/>	1 = forte capacidade de incentivo à conservação da água
<input type="checkbox"/>	2 = moderada capacidade de incentivo à conservação da água
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = fraca capacidade de incentivo à conservação da água
<input type="checkbox"/>	4 = não incentiva a conservação de água

**10. Qual a tipologia da residência?**

<input type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

**11. Em relação à tipologia dos equipamentos hidrossanitários, observa-se que:**

<input type="checkbox"/>	1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (até 30%)
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = razoável quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 30 até 60%)
<input type="checkbox"/>	3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 60%)

**12. Qual a área construída da residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 200

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Lago Norte (continuação)

**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade de Tecnologia – FT**  
**Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH**

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA LAGO NORTE)**

**13. Qual o número de cômodos da residência?**

Informe: 8

**14. Em relação à existência de hábitos conservacionistas (por exemplo: evitar desperdícios ao escovar os dentes, evitar desperdícios durante o banho, eliminar vazamentos nas torneiras, outros), observa-se:**

- 1 = existência de hábitos conservacionistas  
 2 = inexistência de hábitos conservacionistas, mas a família tem conhecimento de sua importância  
 3 = inexistência de hábitos conservacionistas e a família desconhece sua importância

**15. Em relação à aceitação da população à implementação de ações de conservação da água (por exemplo: implantação de programas de educação ambiental, programas de combate ao desperdício, adequação da política tarifária, outros), observa-se:**

- 1 = baixa aceitação da família  
 2 = moderada aceitação da família  
 3 = alta aceitação da família

**16. Em relação à crença de que a água é um recurso inesgotável e barato, observa-se:**

- 1 = inexistência dessa crença, a família apresenta preocupação com o recurso (há evidências de ações de conservação de água)  
 2 = existência dessa crença, a família não demonstra preocupação com o recurso (não há evidências de ações de conservação de água)

**17. Para a família, qual é o critério mais importante que deve ser considerado durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (enumerar do mais importante para o menos importante; 1 = critério mais importante, 6 = critério menos importante)**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Importância: 3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Importância: 2
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Importância: 3
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Importância: 3
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Importância: 5
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Importância: 5

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Park Way

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA PARK WAY)**

2. Qual o número de pessoas na família (moradores)?

<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	Outro: _____

3. Qual a idade do(a) chefe da família?

Informe: 54 anos

4. Qual a renda bruta mensal da família?

<input type="checkbox"/>	1 = até 1 SM	<input type="checkbox"/>	4 = mais de 3 a 5 SM	<input type="checkbox"/>	7 = mais de 20 SM
<input type="checkbox"/>	2 = mais de 1 a 2 SM	<input type="checkbox"/>	5 = mais de 5 a 10 SM		
<input type="checkbox"/>	3 = mais de 2 a 3 SM	<input checked="" type="checkbox"/>	6 = mais de 10 a 20 SM		

5. Qual o valor corrente de acúmulo de patrimônio familiar? (RB é a renda bruta)

<input type="checkbox"/>	Até 1% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 10 até 15% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 25 até 30% RB
<input type="checkbox"/>	Mais 1 até 5% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 15 até 20% RB	<input type="checkbox"/>	Outro: _____
<input type="checkbox"/>	Mais 5 até 10% RB	<input checked="" type="checkbox"/>	Mais 20 até 25% RB		

6. Qual a classe social da família? (SM é o salário mínimo)

<input type="checkbox"/>	1 = classe A1	<input type="checkbox"/>	4 = classe B2	<input type="checkbox"/>	7 = classe D
<input type="checkbox"/>	2 = classe A2	<input type="checkbox"/>	5 = classe C1	<input type="checkbox"/>	8 = classe E
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = classe B1	<input type="checkbox"/>	6 = classe C2		

7. Em relação à atitude da família com relação à conservação de recursos naturais, a família apresenta?

<input type="checkbox"/>	1 = atitude conservacionista
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = atitude razoavelmente conservacionista
<input type="checkbox"/>	3 = atitude não conservacionista

8. Em relação à preferência por determinado tipo de residência, a família apresenta?

<input type="checkbox"/>	1 = forte preferência por residência tipo ambientalmente correta
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = moderada preferência por residência tipo ambientalmente correta
<input type="checkbox"/>	3 = fraca preferência por residência tipo ambientalmente correta

9. Em relação à incitação à conservação da água promovida pela tarifa de água?

<input type="checkbox"/>	1 = forte capacidade de incentivo à conservação da água
<input type="checkbox"/>	2 = moderada capacidade de incentivo à conservação da água
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = fraca capacidade de incentivo à conservação da água
<input type="checkbox"/>	4 = não incentiva a conservação de água

10. Qual a tipologia da residência?

<input type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

11. Em relação à tipologia dos equipamentos hidrossanitários, observa-se que:

<input type="checkbox"/>	1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (até 30%)
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = razoável quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 30 até 60%)
<input type="checkbox"/>	3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 60%)

12. Qual a área construída da residência, em m<sup>2</sup>?

Informe: 430

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Park Way (continuação)

**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade de Tecnologia – FT**  
**Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH**

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA PARK WAY)**

**13. Qual o número de cômodos da residência?**

Informe: 9

**14. Em relação à existência de hábitos conservacionistas (por exemplo: evitar desperdícios ao escovar os dentes, evitar desperdícios durante o banho, eliminar vazamentos nas torneiras, outros), observa-se:**

- 1 = existência de hábitos conservacionistas  
 2 = inexistência de hábitos conservacionistas, mas a família tem conhecimento de sua importância  
 3 = inexistência de hábitos conservacionistas e a família desconhece sua importância

**15. Em relação à aceitação da população à implementação de ações de conservação da água (por exemplo: implantação de programas de educação ambiental, programas de combate ao desperdício, adequação da política tarifária, outros), observa-se:**

- 1 = baixa aceitação da família  
 2 = moderada aceitação da família  
 3 = alta aceitação da família

**16. Em relação à crença de que a água é um recurso inesgotável e barato, observa-se:**

- 1 = inexistência dessa crença, a família apresenta preocupação com o recurso (há evidências de ações de conservação de água)  
 2 = existência dessa crença, a família não demonstra preocupação com o recurso (não há evidências de ações de conservação de água)

**17. Para a família, qual é o critério mais importante que deve ser considerado durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (enumerar do mais importante para o menos importante; 1 = critério mais importante, 6 = critério menos importante)**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Importância: 3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Importância: 3
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Importância: 2
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Importância: 4
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Importância: 4
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Importância: 5

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA VARJÃO)**

**2. Qual o número de pessoas na família (moradores)?**

<input type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	Outro: _____

**3. Qual a idade do(a) chefe da família?**

Informe: 42 anos

**4. Qual a renda bruta mensal da família?**

<input type="checkbox"/>	1 = até 1 SM	<input type="checkbox"/>	4 = mais de 3 a 5 SM	<input type="checkbox"/>	7 = mais de 20 SM
<input type="checkbox"/>	2 = mais de 1 a 2 SM	<input type="checkbox"/>	5 = mais de 5 a 10 SM		
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = mais de 2 a 3 SM	<input type="checkbox"/>	6 = mais de 10 a 20 SM		

**5. Qual o valor corrente de acúmulo de patrimônio familiar? (RB é a renda bruta)**

<input type="checkbox"/>	Até 1% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 10 até 15% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 25 até 30% RB
<input checked="" type="checkbox"/>	Mais 1 até 5% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 15 até 20% RB	<input type="checkbox"/>	Outro: _____
<input type="checkbox"/>	Mais 5 até 10% RB	<input type="checkbox"/>	Mais 20 até 25% RB		

**6. Qual a classe social da família? (SM é o salário mínimo)**

<input type="checkbox"/>	1 = classe A1	<input type="checkbox"/>	4 = classe B2	<input type="checkbox"/>	7 = classe D
<input type="checkbox"/>	2 = classe A2	<input type="checkbox"/>	5 = classe C1	<input type="checkbox"/>	8 = classe E
<input type="checkbox"/>	3 = classe B1	<input checked="" type="checkbox"/>	6 = classe C2		

**7. Em relação à atitude da família com relação à conservação de recursos naturais, a família apresenta?**

<input type="checkbox"/>	1 = atitude conservacionista
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = atitude razoavelmente conservacionista
<input type="checkbox"/>	3 = atitude não conservacionista

**8. Em relação à preferência por determinado tipo de residência, a família apresenta?**

<input type="checkbox"/>	1 = forte preferência por residência tipo ambientalmente correta
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = moderada preferência por residência tipo ambientalmente correta
<input type="checkbox"/>	3 = fraca preferência por residência tipo ambientalmente correta

**9. Em relação à incitação à conservação da água promovida pela tarifa de água?**

<input type="checkbox"/>	1 = forte capacidade de incentivo à conservação da água
<input type="checkbox"/>	2 = moderada capacidade de incentivo à conservação da água
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = fraca capacidade de incentivo à conservação da água
<input type="checkbox"/>	4 = não incentiva a conservação de água

**10. Qual a tipologia da residência?**

<input type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

**11. Em relação à tipologia dos equipamentos hidrossanitários, observa-se que:**

<input checked="" type="checkbox"/>	1 = pouca quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (até 30%)
<input type="checkbox"/>	2 = razoável quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 30 até 60%)
<input type="checkbox"/>	3 = alta quantidade de equipamentos hidrossanitários eficientes (mais de 60%)

**12. Qual a área construída da residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 90

Resposta do questionário para obtenção de informações da população  
Região administrativa Varjão (continuação)

**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade de Tecnologia – FT**  
**Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH**

**QUESTIONÁRIO 2 – POPULAÇÃO (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA VARJÃO)**

**13. Qual o número de cômodos da residência?**

Informe: 4

**14. Em relação à existência de hábitos conservacionistas (por exemplo: evitar desperdícios ao escovar os dentes, evitar desperdícios durante o banho, eliminar vazamentos nas torneiras, outros), observa-se:**

- 1 = existência de hábitos conservacionistas  
 2 = inexistência de hábitos conservacionistas, mas a família tem conhecimento de sua importância  
 3 = inexistência de hábitos conservacionistas e a família desconhece sua importância

**15. Em relação à aceitação da população à implementação de ações de conservação da água (por exemplo: implantação de programas de educação ambiental, programas de combate ao desperdício, adequação da política tarifária, outros), observa-se:**

- 1 = baixa aceitação da família  
 2 = moderada aceitação da família  
 3 = alta aceitação da família

**16. Em relação à crença de que a água é um recurso inesgotável e barato, observa-se:**

- 1 = inexistência dessa crença, a família apresenta preocupação com o recurso (há evidências de ações de conservação de água)  
 2 = existência dessa crença, a família não demonstra preocupação com o recurso (não há evidências de ações de conservação de água)

**17. Para a família, qual é o critério mais importante que deve ser considerado durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (enumerar do mais importante para o menos importante; 1 = critério mais importante, 6 = critério menos importante)**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Importância: 5
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Importância: 4
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Importância: 2
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Importância: 3
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Importância: 4
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Importância: 4

## APÊNDICE M – Questionário 3

Questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL

#### 1. Identificação da administração municipal.

Endereço:

Nº:

Cidade:

Estado:

Pessoa contatada:

Tel.:

Área de atuação profissional:

E-mail:

Formação acadêmica/Titulação:

#### 2. Qual a taxa de crescimento populacional?

Informe: \_\_\_\_\_

#### 3. Qual da densidade populacional?

Informe: \_\_\_\_\_

#### 4. Qual o nível educacional, representado pelo índice de analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos?

Informe: \_\_\_\_\_

#### 5. Qual o nível de industrialização, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria?

Informe: \_\_\_\_\_

#### 6. Qual a função predominante do ambiente urbano?

1 = religiosa

2 = militar

3 = político administrativa

4 = turística

5 = comercial

6 = tecnológica

7 = industrial

8 = agrícola

#### 7. Qual o porte da cidade?

1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo

2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo

3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos

4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza

5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo

6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos

7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste

8 = aglomerados e centros regionais centro sul

9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste

10 = principais aglomerados e capitais ricas

11 = regiões metropolitanas

#### 8. Qual o IDH municipal?

Informe: \_\_\_\_\_

#### 9. Qual a tipologia da residência predominante na cidade?

1 = apartamento

2 = casa geminada

3 = residência unifamiliar isolada

#### 10. Qual a área média construída por residência, em m<sup>2</sup>?

Informe: \_\_\_\_\_

#### 11. Qual o número de cômodos médio por residência?

Informe: \_\_\_\_\_

#### 12. Em relação a declividade média da cidade, observa-se:

0 a 3% = plano/praticamente plano

3 a 8% = suavemente ondulado

8 a 13% = moderadamente ondulado

13 a 20% = ondulado

20 a 45% = forte ondulado

45 a 100% = montanhoso

Acima de 100% = scarpado

Questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (continuação)**

**13. Para administração municipal, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\Sigma w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = _____
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = _____
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = _____
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = _____
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = _____
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = _____



## APÊNDICE N – Resposta do Questionário 3

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Brasília

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (REGIÃO ADMINISTRATIVA BRASÍLIA)

#### 1. Identificação da administração municipal.

Endereço: SAIN, Projeção H, Edifício-Sede (CODEPLAN) Nº: S/N  
Cidade: Brasília Estado: DF  
Pessoa contatada: Maria Celeste Macedo Dominici Tel.: (61) 3342-1334  
Área de atuação profissional: E-mail: celestedominici@hotmail.com  
Formação acadêmica/Titulação: Arquiteta, Doutora em desenvolvimento econômico e social; Pós-doutora – ordenamento do território

#### 2. Qual a taxa de crescimento populacional?

Informe: 2,82% a.a.

#### 3. Qual da densidade populacional?

Informe: 442 hab×km<sup>-2</sup>

#### 4. Qual o nível educacional, representado pelo índice de analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos?

Informe: 0,5%

#### 5. Qual o nível de industrialização, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria?

Informe: 0,06%

#### 6. Qual a função predominante do ambiente urbano?

<input type="checkbox"/>	1 = religiosa	<input type="checkbox"/>	4 = turística	<input type="checkbox"/>	7 = industrial
<input type="checkbox"/>	2 = militar	<input type="checkbox"/>	5 = comercial	<input type="checkbox"/>	8 = agrícola
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = político administrativa	<input type="checkbox"/>	6 = tecnológica		

#### 7. Qual o porte da cidade?

<input type="checkbox"/>	1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo
<input type="checkbox"/>	2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo
<input type="checkbox"/>	3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza
<input type="checkbox"/>	5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo
<input type="checkbox"/>	6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste
<input type="checkbox"/>	8 = aglomerados e centros regionais centro sul
<input type="checkbox"/>	9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste
<input checked="" type="checkbox"/>	10 = principais aglomerados e capitais ricas
<input type="checkbox"/>	11 = regiões metropolitanas

#### 8. Qual o IDH municipal?

Informe: 0,936

#### 9. Qual a tipologia da residência predominante na cidade?

<input checked="" type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

#### 10. Qual a área média construída por residência, em m<sup>2</sup>?

Informe: 105,5

#### 11. Qual o número de cômodos médio por residência?

Informe: 7,6

#### 12. Em relação a declividade média da cidade, observa-se:

<input type="checkbox"/>	0 a 3% = plano/praticamente plano	<input type="checkbox"/>	20 a 45% = forte ondulado
<input checked="" type="checkbox"/>	3 a 8% = suavemente ondulado	<input type="checkbox"/>	45 a 100% = montanhoso
<input type="checkbox"/>	8 a 13% = moderadamente ondulado	<input type="checkbox"/>	Acima de 100% = scarpado
<input type="checkbox"/>	13 a 20% = ondulado		

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Brasília (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA BRASÍLIA)**

**13. Para administração municipal, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\sum w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,0
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,1
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,4
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,2
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,2

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Cruzeiro

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL  
(REGIÃO ADMINISTRATIVA CRUZEIRO)**

**1. Identificação da administração municipal.**

Endereço: SAIN, Projeção H, Edifício-Sede (CODEPLAN) Nº: S/N  
Cidade: Brasília Estado: DF  
Pessoa contatada: Maria Celeste Macedo Dominici Tel.: (61) 3342-1334  
Área de atuação profissional: E-mail: celestedominici@hotmail.com  
Formação acadêmica/Titulação: Arquiteta, Doutora em desenvolvimento econômico e social; Pós-doutora – ordenamento do território

**2. Qual a taxa de crescimento populacional?**

Informe: -1,7% a.a.

**3. Qual da densidade populacional?**

Informe: 12.973 hab×km<sup>-2</sup>

**4. Qual o nível educacional, representado pelo índice de analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos?**

Informe: 0,5%

**5. Qual o nível de industrialização, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria?**

Informe: 6%

**6. Qual a função predominante do ambiente urbano?**

<input type="checkbox"/>	1 = religiosa	<input type="checkbox"/>	4 = turística	<input type="checkbox"/>	7 = industrial
<input type="checkbox"/>	2 = militar	<input type="checkbox"/>	5 = comercial	<input type="checkbox"/>	8 = agrícola
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = político administrativa	<input type="checkbox"/>	6 = tecnológica		

**7. Qual o porte da cidade?**

<input type="checkbox"/>	1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo
<input type="checkbox"/>	2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo
<input type="checkbox"/>	3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza
<input type="checkbox"/>	5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo
<input type="checkbox"/>	6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste
<input type="checkbox"/>	8 = aglomerados e centros regionais centro sul
<input type="checkbox"/>	9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste
<input checked="" type="checkbox"/>	10 = principais aglomerados e capitais ricas
<input type="checkbox"/>	11 = regiões metropolitanas

**8. Qual o IDH municipal?**

Informe: 0,928

**9. Qual a tipologia da residência predominante na cidade?**

<input checked="" type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

**10. Qual a área média construída por residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 75,5

**11. Qual o número de cômodos médio por residência?**

Informe: 6,5

**12. Em relação a declividade média da cidade, observa-se:**

<input checked="" type="checkbox"/>	0 a 3% = plano/praticamente plano	<input type="checkbox"/>	20 a 45% = forte ondulado
<input type="checkbox"/>	3 a 8% = suavemente ondulado	<input type="checkbox"/>	45 a 100% = montanhoso
<input type="checkbox"/>	8 a 13% = moderadamente ondulado	<input type="checkbox"/>	Acima de 100% = scarpado
<input type="checkbox"/>	13 a 20% = ondulado		

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Cruzeiro (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA CRUZEIRO)**

**13. Para administração municipal, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\sum w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,0
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,1
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,4
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,2
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,2

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA ESTRUTURAL)**

**1. Identificação da administração municipal.**

Endereço: SAIN, Projeção H, Edifício-Sede (CODEPLAN) Nº: S/N  
Cidade: Brasília Estado: DF  
Pessoa contatada: Maria Celeste Macedo Dominici Tel.: (61) 3342-1334  
Área de atuação profissional: E-mail: celestedominici@hotmail.com  
Formação acadêmica/Titulação: Arquiteta, Doutora em desenvolvimento econômico e social; Pós-doutora – ordenamento do território

**2. Qual a taxa de crescimento populacional?**

Informe: 8,5% a.a.

**3. Qual da densidade populacional?**

Informe: 887 hab×km<sup>-2</sup>

**4. Qual o nível educacional, representado pelo índice de analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos?**

Informe: 2,2%

**5. Qual o nível de industrialização, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria?**

Informe: 6%

**6. Qual a função predominante do ambiente urbano?**

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1 = religiosa                          | <input type="checkbox"/> 4 = turística   | <input type="checkbox"/> 7 = industrial |
| <input type="checkbox"/> 2 = militar                            | <input type="checkbox"/> 5 = comercial   | <input type="checkbox"/> 8 = agrícola   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 3 = político administrativa | <input type="checkbox"/> 6 = tecnológica |   |

**7. Qual o porte da cidade?**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo             |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo              |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos                              |
| <input type="checkbox"/>            | 4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza       |
| <input type="checkbox"/>            | 5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo |
| <input type="checkbox"/>            | 6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos                                |
| <input type="checkbox"/>            | 7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste                           |
| <input type="checkbox"/>            | 8 = aglomerados e centros regionais centro sul                                 |
| <input type="checkbox"/>            | 9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10 = principais aglomerados e capitais ricas                                   |
| <input type="checkbox"/>            | 11 = regiões metropolitanas  |

**8. Qual o IDH municipal?**

Informe: 0,775

**9. Qual a tipologia da residência predominante na cidade?**

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = apartamento                    |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = casa geminada                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 = residência unifamiliar isolada |

**10. Qual a área média construída por residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 50,5

**11. Qual o número de cômodos médio por residência?**

Informe: 6,5

**12. Em relação a declividade média da cidade, observa-se:**

- |                                     |                                   |                          |                           |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | 0 a 3% = plano/praticamente plano | <input type="checkbox"/> | 20 a 45% = forte ondulado |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 a 8% = suavemente ondulado      | <input type="checkbox"/> | 45 a 100% = montanhoso    |
| <input type="checkbox"/>            | 8 a 13% = moderadamente ondulado  | <input type="checkbox"/> | Acima de 100% = scarpado  |
| <input type="checkbox"/>            | 13 a 20% = ondulado               |                          |                           |

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Estrutural (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA ESTRUTURAL)**

**13. Para administração municipal, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\sum w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,0
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,1
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,4
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,2
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,2

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Guará

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA GUARÁ)**

**1. Identificação da administração municipal.**

Endereço: SAIN, Projeção H, Edifício-Sede (CODEPLAN) Nº: S/N  
Cidade: Brasília Estado: DF  
Pessoa contatada: Maria Celeste Macedo Dominici Tel.: (61) 3342-1334  
Área de atuação profissional: E-mail: celestedominici@hotmail.com  
Formação acadêmica/Titulação: Arquiteta, Doutora em desenvolvimento econômico e social; Pós-doutora – ordenamento do território

**2. Qual a taxa de crescimento populacional?**

Informe: 1,5% a.a.

**3. Qual da densidade populacional?**

Informe: 3.352 hab×km<sup>-2</sup>

**4. Qual o nível educacional, representado pelo índice de analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos?**

Informe: 0,9%

**5. Qual o nível de industrialização, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria?**

Informe: 6%

**6. Qual a função predominante do ambiente urbano?**

<input type="checkbox"/>	1 = religiosa	<input type="checkbox"/>	4 = turística	<input type="checkbox"/>	7 = industrial
<input type="checkbox"/>	2 = militar	<input type="checkbox"/>	5 = comercial	<input type="checkbox"/>	8 = agrícola
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = político administrativa	<input type="checkbox"/>	6 = tecnológica		

**7. Qual o porte da cidade?**

<input type="checkbox"/>	1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo
<input type="checkbox"/>	2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo
<input type="checkbox"/>	3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza
<input type="checkbox"/>	5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo
<input type="checkbox"/>	6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste
<input type="checkbox"/>	8 = aglomerados e centros regionais centro sul
<input type="checkbox"/>	9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste
<input checked="" type="checkbox"/>	10 = principais aglomerados e capitais ricas
<input type="checkbox"/>	11 = regiões metropolitanas

**8. Qual o IDH municipal?**

Informe: 0,867

**9. Qual a tipologia da residência predominante na cidade?**

<input type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

**10. Qual a área média construída por residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 75,5

**11. Qual o número de cômodos médio por residência?**

Informe: 6,5

**12. Em relação a declividade média da cidade, observa-se:**

<input type="checkbox"/>	1 = 0 a 3% (plano/praticamente plano)	<input type="checkbox"/>	5 = 20 a 45% (forte ondulado)
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = 3 a 8% (suavemente ondulado)	<input type="checkbox"/>	6 = 45 a 100% (montanhoso)
<input type="checkbox"/>	3 = 8 a 13% (moderadamente ondulado)	<input type="checkbox"/>	7 = acima de 100% (scarpado)
<input type="checkbox"/>	4 = 13 a 20% (ondulado)		

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Guará (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA GUARÁ)**

**13. Para administração municipal, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\sum w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,0
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,1
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,4
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,2
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,2



Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Lago Norte

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL**  
**(REGIÃO ADMINISTRATIVA LAGO NORTE)**

**1. Identificação da administração municipal.**

Endereço: SAIN, Projeção H, Edifício-Sede (CODEPLAN) Nº: S/N  
Cidade: Brasília Estado: DF  
Pessoa contatada: Maria Celeste Macedo Dominici Tel.: (61) 3342-1334  
Área de atuação profissional: E-mail: celestedominici@hotmail.com  
Formação acadêmica/Titulação: Arquiteta, Doutora em desenvolvimento econômico e social; Pós-doutora – ordenamento do território

**2. Qual a taxa de crescimento populacional?**

Informe: 2,82% a.a.

**3. Qual a densidade populacional?**

Informe: 356 hab×km<sup>-2</sup>

**4. Qual o nível educacional, representado pelo índice de analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos?**

Informe: 0,8%

**5. Qual o nível de industrialização, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria?**

Informe: 6%

**6. Qual a função predominante do ambiente urbano?**

<input type="checkbox"/>	1 = religiosa	<input type="checkbox"/>	4 = turística	<input type="checkbox"/>	7 = industrial
<input type="checkbox"/>	2 = militar	<input type="checkbox"/>	5 = comercial	<input type="checkbox"/>	8 = agrícola
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = político administrativa	<input type="checkbox"/>	6 = tecnológica		

**7. Qual o porte da cidade?**

<input type="checkbox"/>	1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo
<input type="checkbox"/>	2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo
<input type="checkbox"/>	3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza
<input type="checkbox"/>	5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo
<input type="checkbox"/>	6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste
<input type="checkbox"/>	8 = aglomerados e centros regionais centro sul
<input type="checkbox"/>	9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste
<input checked="" type="checkbox"/>	10 = principais aglomerados e capitais ricas
<input type="checkbox"/>	11 = regiões metropolitanas

**8. Qual o IDH municipal?**

Informe: 0,933

**9. Qual a tipologia da residência predominante na cidade?**

<input type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

**10. Qual a área média construída por residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 350,5

**11. Qual o número de cômodos médio por residência?**

Informe: 14,6

**12. Em relação a declividade média da cidade, observa-se:**

<input type="checkbox"/>	0 a 3% = plano/praticamente plano	<input type="checkbox"/>	20 a 45% = forte ondulado
<input checked="" type="checkbox"/>	3 a 8% = suavemente ondulado	<input type="checkbox"/>	45 a 100% = montanhoso
<input type="checkbox"/>	8 a 13% = moderadamente ondulado	<input type="checkbox"/>	Acima de 100% = scarpado
<input type="checkbox"/>	13 a 20% = ondulado		

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Lago Norte (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA LAGO NORTE)**

**13. Para administração municipal, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\sum w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,0
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,1
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,4
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,2
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,2

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Park Way

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL  
(REGIÃO ADMINISTRATIVA PARK WAY)**

**1. Identificação da administração municipal.**

Endereço: SAIN, Projeção H, Edifício-Sede (CODEPLAN) Nº: S/N  
Cidade: Brasília Estado: DF  
Pessoa contatada: Maria Celeste Macedo Dominici Tel.: (61) 3342-1334  
Área de atuação profissional: E-mail: celestedominici@hotmail.com  
Formação acadêmica/Titulação: Arquiteta, Doutora em desenvolvimento econômico e social; Pós-doutora – ordenamento do território

**2. Qual a taxa de crescimento populacional?**

Informe: 8,5% a.a.

**3. Qual a densidade populacional?**

Informe: 300 hab×km<sup>-2</sup>

**4. Qual o nível educacional, representado pelo índice de analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos?**

Informe: 2,2%

**5. Qual o nível de industrialização, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria?**

Informe: 6%

**6. Qual a função predominante do ambiente urbano?**

<input type="checkbox"/>	1 = religiosa	<input type="checkbox"/>	4 = turística	<input type="checkbox"/>	7 = industrial
<input type="checkbox"/>	2 = militar	<input type="checkbox"/>	5 = comercial	<input type="checkbox"/>	8 = agrícola
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = político administrativa	<input type="checkbox"/>	6 = tecnológica		

**7. Qual o porte da cidade?**

<input type="checkbox"/>	1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo
<input type="checkbox"/>	2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo
<input type="checkbox"/>	3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza
<input type="checkbox"/>	5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo
<input type="checkbox"/>	6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos
<input type="checkbox"/>	7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste
<input type="checkbox"/>	8 = aglomerados e centros regionais centro sul
<input type="checkbox"/>	9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste
<input checked="" type="checkbox"/>	10 = principais aglomerados e capitais ricas
<input type="checkbox"/>	11 = regiões metropolitanas

**8. Qual o IDH municipal?**

Informe: 0,856

**9. Qual a tipologia da residência predominante na cidade?**

<input type="checkbox"/>	1 = apartamento
<input type="checkbox"/>	2 = casa geminada
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = residência unifamiliar isolada

**10. Qual a área média construída por residência, em m<sup>2</sup>?**

Informe: 350,5

**11. Qual o número de cômodos médio por residência?**

Informe: 14,6

**12. Em relação a declividade média da cidade, observa-se:**

<input type="checkbox"/>	0 a 3% = plano/praticamente plano	<input type="checkbox"/>	20 a 45% = forte ondulado
<input checked="" type="checkbox"/>	3 a 8% = suavemente ondulado	<input type="checkbox"/>	45 a 100% = montanhoso
<input type="checkbox"/>	8 a 13% = moderadamente ondulado	<input type="checkbox"/>	Acima de 100% = scarpado
<input type="checkbox"/>	13 a 20% = ondulado		

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Park Way (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA PARK WAY)**

**13. Para administração municipal, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\sum w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,0
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,1
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,4
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,2
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,2

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Varjão

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL

#### (REGIÃO ADMINISTRATIVA VARJÃO)

#### 1. Identificação da administração municipal.

Endereço: SAIN, Projeção H, Edifício-Sede (CODEPLAN) Nº: S/N  
Cidade: Brasília Estado: DF  
Pessoa contatada: Maria Celeste Macedo Dominici Tel.: (61) 3342-1334  
Área de atuação profissional: E-mail: celestedominici@hotmail.com  
Formação acadêmica/Titulação: Arquiteta, Doutora em desenvolvimento econômico e social; Pós-doutora – ordenamento do território

#### 2. Qual a taxa de crescimento populacional?

Informe: -1,4% a.a

#### 3. Qual da densidade populacional?

Informe: 3.580 hab×km<sup>-2</sup>

#### 4. Qual o nível educacional, representado pelo índice de analfabetismo funcional em pessoas com idade maior ou igual a 15 anos?

Informe: 2,9%

#### 5. Qual o nível de industrialização, representado pelo indicador percentual do PIB municipal devido a indústria?

Informe: 6%

#### 6. Qual a função predominante do ambiente urbano?

- |                                     |                             |                          |                 |                          |                |
|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|----------------|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = religiosa               | <input type="checkbox"/> | 4 = turística   | <input type="checkbox"/> | 7 = industrial |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = militar                 | <input type="checkbox"/> | 5 = comercial   | <input type="checkbox"/> | 8 = agrícola   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 = político administrativa | <input type="checkbox"/> | 6 = tecnológica |                          |                |

#### 7. Qual o porte da cidade?

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com baixo dinamismo             |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = pequenas cidades em espaços rurais pobres, com alto dinamismo              |
| <input type="checkbox"/>            | 3 = pequenas cidades com espaços rurais prósperos                              |
| <input type="checkbox"/>            | 4 = centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza       |
| <input type="checkbox"/>            | 5 = centros urbanos em espaços rurais consolidados com algum grau de dinamismo |
| <input type="checkbox"/>            | 6 = centros urbanos em espaços rurais prósperos                                |
| <input type="checkbox"/>            | 7 = aglomerados e centros regionais norte e nordeste                           |
| <input type="checkbox"/>            | 8 = aglomerados e centros regionais centro sul                                 |
| <input type="checkbox"/>            | 9 = aglomerados e capitais prósperas norte e nordeste                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10 = principais aglomerados e capitais ricas                                   |
| <input type="checkbox"/>            | 11 = regiões metropolitanas  |

#### 8. Qual o IDH municipal?

Informe: 0,764

#### 9. Qual a tipologia da residência predominante na cidade?

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = apartamento                    |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = casa geminada                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 = residência unifamiliar isolada |

#### 10. Qual a área média construída por residência, em m<sup>2</sup>?

Informe: 50,5

#### 11. Qual o número de cômodos médio por residência?

Informe: 6,5

#### 12. Em relação a declividade média da cidade, observa-se:

- |                                     |                                   |                          |                           |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | 0 a 3% = plano/praticamente plano | <input type="checkbox"/> | 20 a 45% = forte ondulado |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 a 8% = suavemente ondulado      | <input type="checkbox"/> | 45 a 100% = montanhoso    |
| <input type="checkbox"/>            | 8 a 13% = moderadamente ondulado  | <input type="checkbox"/> | Acima de 100% = scarpado  |
| <input type="checkbox"/>            | 13 a 20% = ondulado               |                          |                           |

Resposta do questionário para obtenção de informações da administração municipal/distrital  
Região administrativa Varjão (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 3 – ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/DISTRITAL (continuação)**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA VARJÃO)**

**13. Para administração municipal, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\Sigma w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,0
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,1
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,4
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,2
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,2
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1

## APÊNDICE O – Questionário 4

Questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH		
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS</b>		
<b>1. Identificação da operadora do sistema de abastecimento de água.</b>		
Nome da Instituição:		
Endereço:	Nº:	
Cidade:	Estado:	
Pessoa contatada:	Tel.:	
Área de atuação profissional:	E-mail:	
Formação acadêmica/Titulação:		
<b>2. Qual o período médio de intermitência no sistema de abastecimento de água da cidade, ou do sistema, dias por semana?</b>		
Informe: _____		
<b>3. Qual o percentual de hidrometração da cidade?</b>		
Informe: _____		
<b>4. Qual a pressão média na rede de distribuição de água da cidade?</b>		
<input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca	<input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca	<input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca)
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca	
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca	
<b>5. Em relação à tarifa de água cobrada na cidade, observa-se:</b>		
<input type="checkbox"/> 1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água		
<input type="checkbox"/> 2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água		
<input type="checkbox"/> 3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água		
<input type="checkbox"/> 4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água		
<input type="checkbox"/> 5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)		
<b>6. Qual o tipo da política tarifária aplicada na cidade?</b>		
<input type="checkbox"/> 1 = crescente por blocos de consumo		
<input type="checkbox"/> 2 = decrescente por bloco		
<input type="checkbox"/> 3 = uniforme por volume consumido		
<input type="checkbox"/> 4 = tarifa fixa		
<b>7. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal/distrital, observa-se:</b>		
<input type="checkbox"/> 1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva		
<input type="checkbox"/> 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva		
<input type="checkbox"/> 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos		
<b>8. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:</b>		
<input type="checkbox"/> 1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário		
<input type="checkbox"/> 2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário		
<input type="checkbox"/> 3 = não existe política de conservação da água		
<b>9. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:</b>		
<input type="checkbox"/> 1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva		
<input type="checkbox"/> 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva		
<input type="checkbox"/> 3 = não existe política de regulação de consumo de água		
<b>10. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:</b>		
<input type="checkbox"/> 1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo		
<input type="checkbox"/> 2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo		
<input type="checkbox"/> 3 = não existe programa de educação ambiental implantado		

Questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos (continuação)

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (continuação)**

**11. Qual o índice de cobertura da rede coletora de esgoto, em %?**

Informe: \_\_\_\_\_

**12. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:**

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

1 = mananciais satisfatórios

2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta

3 = mananciais vulneráveis

**13. Para operadora do sistema de abastecimento de água, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 ( $\Sigma w = 1,00$ ))**

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor) Informe w = \_\_\_\_\_

Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor) Informe w = \_\_\_\_\_

Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor) Informe w = \_\_\_\_\_

Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor) Informe w = \_\_\_\_\_

Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor) Informe w = \_\_\_\_\_

Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor) Informe w = \_\_\_\_\_



## APÊNDICE P – Resposta do Questionário 4

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Brasília

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH											
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (REGIÃO ADMINISTRATIVA BRASÍLIA)</b>											
<b>1. Identificação da operadora do sistema de abastecimento de água.</b> Nome da Instituição: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB Endereço: Centro de Gestão Águas Emendadas – Av. Subipiruna Lotes 13/21      N°: S/N Cidade: Águas Claras      Estado: DF Pessoa contatada: Informações obtidas por meio de consulta a bibliografia do INMET (Siagua, 2011; SNIS, 2009)      Tel.: (61) 3369-1880 Área de atuação profissional:      E-mail: Formação acadêmica/Titulação:											
<b>2. Qual o período médio de intermitência no sistema de abastecimento de água da cidade, ou do sistema, dias por semana?</b> Informe: 0 dias											
<b>3. Qual o percentual de hidrometração da cidade?</b> Informe: 100%											
<b>4. Qual a pressão média na rede de distribuição de água da cidade?</b> <table style="width: 100%; border: none;"><tr><td style="width: 33%;"><input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca</td><td style="width: 33%;"><input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca</td><td style="width: 33%;"><input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca)</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca</td><td><input type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca</td><td></td></tr><tr><td><input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca</td><td><input checked="" type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca</td><td></td></tr></table>		<input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca	<input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca	<input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca)	<input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca		<input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca	<input checked="" type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca		
<input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca	<input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca	<input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca)									
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca										
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca	<input checked="" type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca										
<b>5. Qual o índice de perdas de água no sistema de distribuição, em %?</b> Informe: 11,2%											
<b>6. Qual o índice de cobertura da rede coletora de esgoto, em %?</b> Informe: 100%											
<b>7. Em relação à tarifa de água cobrada na cidade, observa-se:</b> <table style="width: 100%; border: none;"><tr><td style="width: 5%;"><input type="checkbox"/></td><td>1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)</td></tr></table>		<input type="checkbox"/>	1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água	<input checked="" type="checkbox"/>	2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água	<input type="checkbox"/>	3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água	<input type="checkbox"/>	4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água	<input type="checkbox"/>	5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)
<input type="checkbox"/>	1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água										
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água										
<input type="checkbox"/>	3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água										
<input type="checkbox"/>	4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água										
<input type="checkbox"/>	5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)										
<b>8. Qual o tipo da política tarifária aplicada na cidade?</b> <table style="width: 100%; border: none;"><tr><td style="width: 5%;"><input type="checkbox"/></td><td>1 = uniforme por volume consumido</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>2 = crescente por blocos de consumo</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>3 = decrescente por bloco</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>4 = tarifa fixa</td></tr></table>		<input type="checkbox"/>	1 = uniforme por volume consumido	<input checked="" type="checkbox"/>	2 = crescente por blocos de consumo	<input type="checkbox"/>	3 = decrescente por bloco	<input type="checkbox"/>	4 = tarifa fixa		
<input type="checkbox"/>	1 = uniforme por volume consumido										
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = crescente por blocos de consumo										
<input type="checkbox"/>	3 = decrescente por bloco										
<input type="checkbox"/>	4 = tarifa fixa										
<b>9. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal/distrital, observa-se:</b> <table style="width: 100%; border: none;"><tr><td style="width: 5%;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos</td></tr></table>		<input checked="" type="checkbox"/>	1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva	<input type="checkbox"/>	2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva	<input type="checkbox"/>	3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos				
<input checked="" type="checkbox"/>	1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva										
<input type="checkbox"/>	2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva										
<input type="checkbox"/>	3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos										
<b>10. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:</b> <table style="width: 100%; border: none;"><tr><td style="width: 5%;"><input type="checkbox"/></td><td>1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>3 = não existe política de conservação da água</td></tr></table>		<input type="checkbox"/>	1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário	<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário	<input type="checkbox"/>	3 = não existe política de conservação da água				
<input type="checkbox"/>	1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário										
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário										
<input type="checkbox"/>	3 = não existe política de conservação da água										

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Brasília (continuação)

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (continuação)</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA BRASÍLIA)</b>	
<b>11. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva
<input type="checkbox"/>	2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva
<input checked="" type="checkbox"/>	3 = não existe política de regulação de consumo de água
<b>12. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo
<input type="checkbox"/>	3 = não existe programa de educação ambiental implantado
<b>13. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = mananciais satisfatórios
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta
<input type="checkbox"/>	3 = mananciais vulneráveis
<b>14. Para operadora do sistema de abastecimento de água, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 (<math>\Sigma w = 1,00</math>))</b>	
Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,3
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,1
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,1
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,1
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Cruzeiro

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA CRUZEIRO)</b>	
<b>1. Identificação da operadora do sistema de abastecimento de água.</b> Nome da Instituição: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB Endereço: Centro de Gestão Águas Emendadas – Av. Subipiruna Lotes 13/21      Nº: S/N Cidade: Águas Claras      Estado: DF Pessoa contatada: Informações obtidas por meio de consulta a bibliografia do INMET (Siagua, 2011; SNIS, 2009)      Tel.: (61) 3369-1880 Área de atuação profissional:      E-mail: Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual o período médio de intermitência no sistema de abastecimento de água da cidade, ou do sistema, dias por semana?</b> Informe: 0 dias	
<b>3. Qual o percentual de hidrometração da cidade?</b> Informe: 100%	
<b>4. Qual a pressão média na rede de distribuição de água da cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca <input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca <input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca) <input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca <input type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca <input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca <input checked="" type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca	
<b>5. Qual o índice de perdas de água no sistema de distribuição, em %?</b> Informe: 11,2%	
<b>6. Qual o índice de cobertura da rede coletora de esgoto, em %?</b> Informe: 100%	
<b>7. Em relação à tarifa de água cobrada na cidade, observa-se:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)	
<b>8. Qual o tipo da política tarifária aplicada na cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = uniforme por volume consumido <input checked="" type="checkbox"/> 2 = crescente por blocos de consumo <input type="checkbox"/> 3 = decrescente por bloco <input type="checkbox"/> 4 = tarifa fixa	
<b>9. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal/distrital, observa-se:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos	
<b>10. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário <input checked="" type="checkbox"/> 2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário <input type="checkbox"/> 3 = não existe política de conservação da água	
<b>11. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva <input checked="" type="checkbox"/> 3 = não existe política de regulação de consumo de água	

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Cruzeiro (continuação)

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (continuação)</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA CRUZEIRO)</b>	
<b>12. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo
<input type="checkbox"/>	3 = não existe programa de educação ambiental implantado
<b>13. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = mananciais satisfatórios
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta
<input type="checkbox"/>	3 = mananciais vulneráveis
<b>14. Para operadora do sistema de abastecimento de água, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 (<math>\Sigma w = 1,00</math>))</b>	
Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,3
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,1
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,1
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,1
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Estrutural

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA ESTRUTURAL)</b>	
<b>1. Identificação da operadora do sistema de abastecimento de água.</b> Nome da Instituição: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB Endereço: Centro de Gestão Águas Emendadas – Av. Subipiruna Lotes 13/21      Nº: S/N Cidade: Águas Claras      Estado: DF Pessoa contatada: Informações obtidas por meio de consulta a bibliografia do INMET (Siagua, 2011; SNIS, 2009)      Tel.: (61) 3369-1880 Área de atuação profissional:      E-mail: Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual o período médio de intermitência no sistema de abastecimento de água da cidade, ou do sistema, dias por semana?</b> Informe: 0 dias	
<b>3. Qual o percentual de hidrometração da cidade?</b> Informe: 100%	
<b>4. Qual a pressão média na rede de distribuição de água da cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca <input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca <input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca) <input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca <input checked="" type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca <input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca <input type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca	
<b>5. Qual o índice de perdas de água no sistema de distribuição, em %?</b> Informe: 11,2%	
<b>6. Qual o índice de cobertura da rede coletora de esgoto, em %?</b> Informe: 98%	
<b>7. Em relação à tarifa de água cobrada na cidade, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input checked="" type="checkbox"/> 2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)	
<b>8. Qual o tipo da política tarifária aplicada na cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = uniforme por volume consumido <input checked="" type="checkbox"/> 2 = crescente por blocos de consumo <input type="checkbox"/> 3 = decrescente por bloco <input type="checkbox"/> 4 = tarifa fixa	
<b>9. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal/distrital, observa-se:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos	
<b>10. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário <input checked="" type="checkbox"/> 2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário <input type="checkbox"/> 3 = não existe política de conservação da água	
<b>11. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva <input checked="" type="checkbox"/> 3 = não existe política de regulação de consumo de água	

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Estrutural (continuação)

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (continuação)</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA ESTRUTURAL)</b>	
<b>12. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo
<input type="checkbox"/>	3 = não existe programa de educação ambiental implantado
<b>13. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = mananciais satisfatórios
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta
<input type="checkbox"/>	3 = mananciais vulneráveis
<b>14. Para operadora do sistema de abastecimento de água, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 (<math>\Sigma w = 1,00</math>))</b>	
Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,3
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,1
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,1
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,1
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Guará

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA GUARÁ)</b>	
<b>1. Identificação da operadora do sistema de abastecimento de água.</b> Nome da Instituição: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB Endereço: Centro de Gestão Águas Emendadas – Av. Subipiruna Lotes 13/21      Nº: S/N Cidade: Águas Claras      Estado: DF Pessoa contatada: Informações obtidas por meio de consulta a bibliografia do INMET (Siagua, 2011; SNIS, 2009)      Tel.: (61) 3369-1880 Área de atuação profissional:      E-mail: Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual o período médio de intermitência no sistema de abastecimento de água da cidade, ou do sistema, dias por semana?</b> Informe: 0 dias	
<b>3. Qual o percentual de hidrometração da cidade?</b> Informe: 100%	
<b>4. Qual a pressão média na rede de distribuição de água da cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca <input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca <input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca) <input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca <input type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca <input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca <input checked="" type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca	
<b>5. Qual o índice de perdas de água no sistema de distribuição, em %?</b> Informe: 11,2%	
<b>6. Qual o índice de cobertura da rede coletora de esgoto, em %?</b> Informe: 98%	
<b>7. Em relação à tarifa de água cobrada na cidade, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input checked="" type="checkbox"/> 2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)	
<b>8. Qual o tipo da política tarifária aplicada na cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = uniforme por volume consumido <input checked="" type="checkbox"/> 2 = crescente por blocos de consumo <input type="checkbox"/> 3 = decrescente por bloco <input type="checkbox"/> 4 = tarifa fixa	
<b>9. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal/distrital, observa-se:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos	
<b>10. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário <input checked="" type="checkbox"/> 2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário <input type="checkbox"/> 3 = não existe política de conservação da água	
<b>11. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva <input checked="" type="checkbox"/> 3 = não existe política de regulação de consumo de água	

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Guará (continuação)

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (continuação)</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA GUARÁ)</b>	
<b>12. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo
<input type="checkbox"/>	3 = não existe programa de educação ambiental implantado
<b>13. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = mananciais satisfatórios
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta
<input type="checkbox"/>	3 = mananciais vulneráveis
<b>14. Para operadora do sistema de abastecimento de água, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 (<math>\Sigma w = 1,00</math>))</b>	
Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,3
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,1
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,1
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,1
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1



Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Lago Norte

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA LAGO NORTE)</b>	
<b>1. Identificação da operadora do sistema de abastecimento de água.</b> Nome da Instituição: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB Endereço: Centro de Gestão Águas Emendadas – Av. Subipiruna Lotes 13/21      Nº: S/N Cidade: Águas Claras      Estado: DF Pessoa contatada: Informações obtidas por meio de consulta a bibliografia do INMET (Siagua, 2011; SNIS, 2009)      Tel.: (61) 3369-1880 Área de atuação profissional:      E-mail: Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual o período médio de intermitência no sistema de abastecimento de água da cidade, ou do sistema, dias por semana?</b> Informe: 0 dias	
<b>3. Qual o percentual de hidrometração da cidade?</b> Informe: 100%	
<b>4. Qual a pressão média na rede de distribuição de água da cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca <input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca <input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca) <input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca <input type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca <input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca <input checked="" type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca	
<b>5. Qual o índice de perdas de água no sistema de distribuição, em %?</b> Informe: 36,6%	
<b>6. Qual o índice de cobertura da rede coletora de esgoto, em %?</b> Informe: 89,13%	
<b>7. Em relação à tarifa de água cobrada na cidade, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input checked="" type="checkbox"/> 2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)	
<b>8. Qual o tipo da política tarifária aplicada na cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = uniforme por volume consumido <input checked="" type="checkbox"/> 2 = crescente por blocos de consumo <input type="checkbox"/> 3 = decrescente por bloco <input type="checkbox"/> 4 = tarifa fixa	
<b>9. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal/distrital, observa-se:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos	
<b>10. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário <input checked="" type="checkbox"/> 2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário <input type="checkbox"/> 3 = não existe política de conservação da água	
<b>11. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva <input checked="" type="checkbox"/> 3 = não existe política de regulação de consumo de água	

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Lago Norte (continuação)

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (continuação)</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA LAGO NORTE)</b>	
<b>12. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo
<input type="checkbox"/>	3 = não existe programa de educação ambiental implantado
<b>13. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = mananciais satisfatórios
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta
<input type="checkbox"/>	3 = mananciais vulneráveis
<b>14. Para operadora do sistema de abastecimento de água, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 (<math>\Sigma w = 1,00</math>))</b>	
Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,3
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,1
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,1
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,1
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Park Way

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA PARK WAY)</b>	
<b>1. Identificação da operadora do sistema de abastecimento de água.</b> Nome da Instituição: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB Endereço: Centro de Gestão Águas Emendadas – Av. Subipiruna Lotes 13/21      Nº: S/N Cidade: Águas Claras      Estado: DF Pessoa contatada: Informações obtidas por meio de consulta a bibliografia do INMET (Siagua, 2011; SNIS, 2009)      Tel.: (61) 3369-1880 Área de atuação profissional:      E-mail: Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual o período médio de intermitência no sistema de abastecimento de água da cidade, ou do sistema, dias por semana?</b> Informe: 0 dias	
<b>3. Qual o percentual de hidrometração da cidade?</b> Informe: 100%	
<b>4. Qual a pressão média na rede de distribuição de água da cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca <input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca <input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca) <input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca <input type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca <input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca <input checked="" type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca	
<b>5. Qual o índice de perdas de água no sistema de distribuição, em %?</b> Informe: 31,3%	
<b>6. Qual o índice de cobertura da rede coletora de esgoto, em %?</b> Informe: 98%	
<b>7. Em relação à tarifa de água cobrada na cidade, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input checked="" type="checkbox"/> 2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)	
<b>8. Qual o tipo da política tarifária aplicada na cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = uniforme por volume consumido <input checked="" type="checkbox"/> 2 = crescente por blocos de consumo <input type="checkbox"/> 3 = decrescente por bloco <input type="checkbox"/> 4 = tarifa fixa	
<b>9. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal/distrital, observa-se:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos	
<b>10. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário <input checked="" type="checkbox"/> 2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário <input type="checkbox"/> 3 = não existe política de conservação da água	
<b>11. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva <input checked="" type="checkbox"/> 3 = não existe política de regulação de consumo de água	

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Park Way (continuação)

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (continuação)</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA PARK WAY)</b>	
<b>12. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo
<input type="checkbox"/>	3 = não existe programa de educação ambiental implantado
<b>13. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = mananciais satisfatórios
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta
<input type="checkbox"/>	3 = mananciais vulneráveis
<b>14. Para operadora do sistema de abastecimento de água, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 (<math>\Sigma w = 1,00</math>))</b>	
Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,3
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,1
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,1
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,1
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Varjão

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA VARJÃO)</b>	
<b>1. Identificação da operadora do sistema de abastecimento de água.</b> Nome da Instituição: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB Endereço: Centro de Gestão Águas Emendadas – Av. Subipiruna Lotes 13/21      Nº: S/N Cidade: Águas Claras      Estado: DF Pessoa contatada: Informações obtidas por meio de consulta a bibliografia do INMET (Siagua, 2011; SNIS, 2009)      Tel.: (61) 3369-1880 Área de atuação profissional:      E-mail: Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual o período médio de intermitência no sistema de abastecimento de água da cidade, ou do sistema, dias por semana?</b> Informe: 0 dias	
<b>3. Qual o percentual de hidrometração da cidade?</b> Informe: 100%	
<b>4. Qual a pressão média na rede de distribuição de água da cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = até 10 mca <input type="checkbox"/> 4 = mais de 30 até 40 mca <input type="checkbox"/> 7 = pressão oscilante (de menos 10 até mais de 50 mca) <input type="checkbox"/> 2 = mais de 10 até 20 mca <input checked="" type="checkbox"/> 5 = mais de 40 até 50 mca <input type="checkbox"/> 3 = mais de 20 até 30 mca <input type="checkbox"/> 6 = mais de 50 mca	
<b>5. Qual o índice de perdas de água no sistema de distribuição, em %?</b> Informe: 36,6%	
<b>6. Qual o índice de cobertura da rede coletora de esgoto, em %?</b> Informe: 89,13%	
<b>7. Em relação à tarifa de água cobrada na cidade, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input checked="" type="checkbox"/> 2 = permite sustentabilidade financeira parcial (mais que 2/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 3 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 2/3 e mais que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 4 = permite sustentabilidade financeira parcial (menos que 1/3 dos custos) da operadora do sistema de abastecimento urbano de água <input type="checkbox"/> 5 = não permite a sustentabilidade financeira da operadora do sistema de abastecimento urbano de água (menos que 1/10 dos custos)	
<b>8. Qual o tipo da política tarifária aplicada na cidade?</b> <input type="checkbox"/> 1 = uniforme por volume consumido <input checked="" type="checkbox"/> 2 = crescente por blocos de consumo <input type="checkbox"/> 3 = decrescente por bloco <input type="checkbox"/> 4 = tarifa fixa	
<b>9. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal/distrital, observa-se:</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos	
<b>10. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário <input checked="" type="checkbox"/> 2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário <input type="checkbox"/> 3 = não existe política de conservação da água	
<b>11. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:</b> <input type="checkbox"/> 1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva <input type="checkbox"/> 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva <input checked="" type="checkbox"/> 3 = não existe política de regulação de consumo de água	

Resposta do questionário para obtenção de informações da operadora dos sistemas de água e esgotos  
Região administrativa Varjão (continuação)

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 4 – OPERADORA DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTOS (continuação)</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA VARJÃO)</b>	
<b>12. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo
<input type="checkbox"/>	3 = não existe programa de educação ambiental implantado
<b>13. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:</b>	
<input type="checkbox"/>	1 = mananciais satisfatórios
<input checked="" type="checkbox"/>	2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta
<input type="checkbox"/>	3 = mananciais vulneráveis
<b>14. Para operadora do sistema de abastecimento de água, qual o critério mais importante a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância (w); o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00 (<math>\Sigma w = 1,00</math>))</b>	
Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,3
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,3
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,1
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,1
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,1
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1

## APÊNDICE Q – Questionário 5

Questionário para obtenção de informações do órgão ambiental

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 5 – ÓRGÃO AMBIENTAL (MUNICIPAL, DISTRITAL OU ESTADUAL)

#### 1. Identificação do órgão ambiental.

Nome da Instituição:

Endereço:

Cidade:

Pessoa contatada:

Área de atuação profissional:

Formação acadêmica/Titulação:

Nº:

Estado:

Tel.:

E-mail:

#### 2. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal, observa-se:

1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva

2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva

3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos

#### 3. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:

1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário

2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário

3 = não existe política de conservação da água

#### 4. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:

1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva

2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva

3 = não existe política de regulação de consumo de água

#### 5. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:

1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo

2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo

3 = não existe programa de educação ambiental implantado

#### 6. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:

1 = mananciais satisfatórios

2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta

3 = mananciais vulneráveis

#### 7. Para órgão ambiental, qual o critério mais importantes a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância; o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00)

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

## APÊNDICE R – Resposta do Questionário 5

Resposta do questionário para obtenção de informações do órgão ambiental

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 5 – ÓRGÃO AMBIENTAL (MUNICIPAL, DISTRITAL OU ESTADUAL)

(TODAS AS REGIÕES ADMINISTRATIVAS)

#### 1. Identificação do órgão ambiental.

Nome da Instituição: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Brasília Ambiental - IBRAM  
Endereço: SEPN 5011 – Bloco C Ed. Bittar Nº:  
Cidade: Brasília Estado: DF  
Pessoa contatada: Vandete Inês Maldaner Tel.: (61)3214.5652  
Área de atuação profissional: Coordenadora de Estudos, Programas e E-mail:  
Monitoramento da Qualidade Ambiental vimaldaner@gmail.com  
Formação acadêmica/Titulação: Bióloga *Msc.* Planejamento e Gestão Ambiental

#### 2. Em relação à existência de política ambiental de recursos hídricos municipal, observa-se:

- 1 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva  
 2 = existe política ambiental municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva  
 3 = não existe política ambiental municipal de recursos hídricos

#### 3. Em relação à existência de política de incentivo à conservação da água, observa-se:

- 1 = existe política de incentivo à conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário  
 2 = existe política de incentivo à conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário  
 3 = não existe política de conservação da água

#### 4. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:

- 1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva  
 2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva  
 3 = não existe política de regulação de consumo de água

#### 5. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:

- 1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo  
 2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo  
 3 = não existe programa de educação ambiental implantado

#### 6. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:

- 1 = mananciais satisfatórios  
 2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta  
 3 = mananciais vulneráveis

#### 7. Para órgão ambiental, qual o critério mais importantes a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância; o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00)

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)	Informe w = 0,1
Eficiência financeira do projeto (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)	Informe w = 0,1
Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)	Informe w = 0,2
Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)	Informe w = 0,3
Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)	Informe w = 0,2
Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)	Informe w = 0,1



## APÊNDICE S – Questionário 6

Questionário para obtenção de informações da agência reguladora

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 6 – AGÊNCIA REGULADORA (MUNICIPAL, DISTRITAL OU ESTADUAL)

#### 1. Identificação da agência reguladora.

Nome da Instituição:

Endereço:

Cidade:

Pessoa contatada:

Área de atuação profissional:

Formação acadêmica/Titulação:

Nº:

Estado:

Tel.:

E-mail:

#### 2. Em relação à existência de política de recursos hídricos municipal, observa-se:

1 = existe política municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva

2 = existe política municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva

3 = não existe política municipal de recursos hídricos

#### 3. Em relação à existência de política de incentivo a conservação da água, observa-se:

1 = existe política de incentivo a conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário

2 = existe política de incentivo a conservação da água e ela não é economicamente interessante ao

usuário

3 = não existe política de conservação da água

#### 4. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:

1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva

2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva

3 = não existe política de regulação de consumo de água

#### 5. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:

1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo

2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo

3 = não existe programa de educação ambiental implantado

#### 6. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:

1 = mananciais satisfatórios

2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta

3 = mananciais vulneráveis

#### 7. Para agência reguladora, qual o critério mais importantes a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância; o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00)

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Taxa interna de retorno (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)

Informe w = \_\_\_\_\_

## APÊNDICE T – Resposta do Questionário 6

Resposta do questionário de obtenção de informações da agência reguladora

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 6 – AGÊNCIA REGULADORA (MUNICIPAL, DISTRITAL OU ESTADUAL) (TODAS AS REGIÕES ADMINISTRATIVAS)

#### 1. Identificação da agência reguladora.

Nome da Instituição: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA

Endereço: Setor Ferroviário - Parque Ferroviário de Brasília - Nº: S/N

Estação Rodoferroviária, Sobreloja - Ala Norte

Cidade: Brasília

Estado: DF

Pessoa contatada: Rafael Machado Mello

Tel.: (61)3961-4956

Área de atuação profissional: Coordenador do setor de outorga

E-mail: rafaelmello@yahoo.com.br

Formação acadêmica/Titulação: Biólogo, Mestrando em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos

#### 2. Em relação à existência de política de recursos hídricos municipal, observa-se:

1 = existe política municipal de recursos hídricos e ela tem se mostrado efetiva

2 = existe política municipal de recursos hídricos e ela não tem se mostrado efetiva

3 = não existe política municipal de recursos hídricos

#### 3. Em relação à existência de política de incentivo a conservação da água, observa-se:

1 = existe política de incentivo a conservação da água e ela é economicamente interessante ao usuário

2 = existe política de incentivo a conservação da água e ela não é economicamente interessante ao usuário

3 = não existe política de conservação da água

#### 4. Em relação à existência de política de regulação do consumo de água, observa-se:

1 = existe política de regulação de consumo de água e ela tem se mostrado efetiva

2 = existe política de regulação de consumo de água e ela não tem se mostrado efetiva

3 = não existe política de regulação de consumo de água

#### 5. Em relação à existência de programas de educação ambiental, observa-se:

1 = existe programa de educação ambiental implantado e ele tem se mostrado efetivo

2 = existe programa de educação ambiental implantado e ele não tem se mostrado efetivo

3 = não existe programa de educação ambiental implantado

#### 6. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:

1 = mananciais satisfatórios

2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta

3 = mananciais vulneráveis

#### 7. Para agência reguladora, qual o critério mais importantes a ser considerados durante o processo de seleção do projeto para solucionar o problema de abastecimento de água na cidade? (atribuir pesos de importância; o somatório dos pesos deverá ser igual a 1,00)

Custo de investimento (quanto menor o custo projeto melhor)

Informe w = 0,05

Taxa interna de retorno (quanto mais rápido o projeto se pagar melhor)

Informe w = 0,05

Redução do consumo de água (quanto mais o projeto reduzir o consumir água melhor)

Informe w = 0,30

Redução de perdas de água (quanto mais o projeto diminuir o desperdício água melhor)

Informe w = 0,30

Nível tecnológico (quanto mais simples a operação e manutenção do projeto melhor)

Informe w = 0,15

Aceitabilidade da população (quanto mais a população aceitar o projeto melhor)

Informe w = 0,15

## APÊNDICE U – Questionário 7

Questionário para obtenção de informações da operadora dos serviços de energia elétrica

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 7 – OPERADORA DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA

#### 1. Identificação da operadora dos serviços de energia elétrica.

Nome da Instituição:

Endereço:

Cidade:

Pessoa contatada:

Área de atuação profissional:

Formação acadêmica/Titulação:

Nº:

Estado:

Tel.:

E-mail:

#### 2. Qual o consumo mensal médio de energia da cidade?

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

1 = até 125 MWh/mês

2 = mais de 125 até 400 MWh/mês

3 = mais de 400 até 1.500 MWh/mês

4 = mais de 1.500 até 3.000 MWh/mês

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês

6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês

7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês

8 = mais de 6.000 MWh/mês

## APÊNDICE V – Resposta do Questionário 7

Resposta do questionário de obtenção de informações da operadora dos serviços de energia elétrica  
Região administrativa Brasília

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 7 – OPERADORA DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA BRASÍLIA)</b>	
<b>1. Identificação da operadora dos serviços de energia elétrica.</b>	
Nome da Instituição: Companhia Energética de Brasília - CEB	Nº: S/N
Endereço: SIA Área de Serviços Públicos lote C	Estado: DF
Cidade: Brasília	Tel.: (61) 3424-5150
Pessoa contatada: Nobuaki Honda	E-mail: honda@ceb.com.br
Área de atuação profissional: Gestão energética	
Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual a faixa de consumo mensal médio de energia da cidade?</b>	
<input type="checkbox"/> 1 = até 125 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 125 até 400 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 400 até 1.500 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 4 = mais de 1.500 até 3.000 MWh/mês	<input checked="" type="checkbox"/> 8 = mais de 6.000 MWh/mês

Resposta do questionário de obtenção de informações da operadora dos serviços de energia elétrica  
Região administrativa Cruzeiro

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 7 – OPERADORA DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA CRUZEIRO)</b>	
<b>1. Identificação da operadora dos serviços de energia elétrica.</b>	
Nome da Instituição: Companhia Energética de Brasília - CEB	Nº: S/N
Endereço: SIA Área de Serviços Públicos lote C	Estado: DF
Cidade: Brasília	Tel.: (61) 3424-5150
Pessoa contatada: Nobuaki Honda	E-mail: honda@ceb.com.br
Área de atuação profissional: Gestão energética	
Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual a faixa de consumo mensal médio de energia da cidade?</b>	
<input type="checkbox"/> 1 = até 125 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 125 até 400 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 400 até 1.500 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 4 = mais de 1.500 até 3.000 MWh/mês	<input checked="" type="checkbox"/> 8 = mais de 6.000 MWh/mês

Resposta do questionário de obtenção de informações da operadora dos serviços de energia elétrica  
Região administrativa Estrutural

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 7 – OPERADORA DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA ESTRUTURAL)</b>	
<b>1. Identificação da operadora dos serviços de energia elétrica.</b>	
Nome da Instituição: Companhia Energética de Brasília - CEB	Nº: S/N
Endereço: SIA Área de Serviços Públicos lote C	Estado: DF
Cidade: Brasília	Tel.: (61) 3424-5150
Pessoa contatada: Nobuaki Honda	E-mail: honda@ceb.com.br
Área de atuação profissional: Gestão energética	
Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual a faixa de consumo mensal médio de energia da cidade?</b>	
<input type="checkbox"/> 1 = até 125 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 125 até 400 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 400 até 1.500 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês
<input checked="" type="checkbox"/> 4 = mais de 1.500 até 3.000 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 8 = mais de 6.000 MWh/mês

Resposta do questionário de obtenção de informações da operadora dos serviços de energia elétrica  
Região administrativa Guará

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 7 – OPERADORA DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA GUARÁ)</b>	
<b>1. Identificação da operadora dos serviços de energia elétrica.</b>	
Nome da Instituição: Companhia Energética de Brasília - CEB	Nº: S/N
Endereço: SIA Área de Serviços Públicos lote C	Estado: DF
Cidade: Brasília	Tel.: (61) 3424-5150
Pessoa contatada: Nobuaki Honda	E-mail: honda@ceb.com.br
Área de atuação profissional: Gestão energética	
Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual a faixa de consumo mensal médio de energia da cidade?</b>	
<input type="checkbox"/> 1 = até 125 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 125 até 400 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 400 até 1.500 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 4 = mais de 1.500 até 3.000 MWh/mês	<input checked="" type="checkbox"/> 8 = mais de 6.000 MWh/mês

Resposta do questionário de obtenção de informações da operadora dos serviços de energia elétrica  
Região administrativa Lago Norte

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 7 – OPERADORA DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA LAGO NORTE)</b>	
<b>1. Identificação da operadora dos serviços de energia elétrica.</b>	
Nome da Instituição: Companhia Energética de Brasília - CEB	Nº: S/N
Endereço: SIA Área de Serviços Públicos lote C	Estado: DF
Cidade: Brasília	Tel.: (61) 3424-5150
Pessoa contatada: Nobuaki Honda	E-mail: honda@ceb.com.br
Área de atuação profissional: Gestão energética	
Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual a faixa de consumo mensal médio de energia da cidade?</b>	
<input type="checkbox"/> 1 = até 125 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 125 até 400 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 400 até 1.500 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 4 = mais de 1.500 até 3.000 MWh/mês	<input checked="" type="checkbox"/> 8 = mais de 6.000 MWh/mês

Resposta do questionário de obtenção de informações da operadora dos serviços de energia elétrica  
Região administrativa Park Way

Universidade de Brasília – UnB Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH	
<b>QUESTIONÁRIO 7 – OPERADORA DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA</b> <b>(REGIÃO ADMINISTRATIVA PARK WAY)</b>	
<b>1. Identificação da operadora dos serviços de energia elétrica.</b>	
Nome da Instituição:	Nº:
Endereço:	Estado:
Cidade:	Tel.:
Pessoa contatada:	E-mail:
Área de atuação profissional:	
Formação acadêmica/Titulação:	
<b>2. Qual a faixa de consumo mensal médio de energia da cidade?</b>	
<input type="checkbox"/> 1 = até 125 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 2 = mais de 125 até 400 MWh/mês	<input checked="" type="checkbox"/> 6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 3 = mais de 400 até 1.500 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês
<input type="checkbox"/> 4 = mais de 1.500 até 3.000 MWh/mês	<input type="checkbox"/> 8 = mais de 6.000 MWh/mês

Resposta do questionário de obtenção de informações da operadora dos serviços de energia elétrica  
Região administrativa Varjão

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

**QUESTIONÁRIO 7 – OPERADORA DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA**

**(REGIÃO ADMINISTRATIVA VARJÃO)**

**1. Identificação da operadora dos serviços de energia elétrica.**

Nome da Instituição: Companhia Energética de Brasília - CEB

Endereço: SIA Área de Serviços Públicos lote C

Cidade: Brasília

Pessoa contatada: Nobuaki Honda

Área de atuação profissional: Gestão energética

Formação acadêmica/Titulação:

Nº: S/N

Estado: DF

Tel.: (61) 3424-5150

E-mail: honda@ceb.com.br

**2. Qual a faixa de consumo mensal médio de energia da cidade?**

- |                                     |                                     |                          |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | 1 = até 125 MWh/mês                 | <input type="checkbox"/> | 5 = mais de 3.000 até 4.000 MWh/mês |
| <input type="checkbox"/>            | 2 = mais de 125 até 400 MWh/mês     | <input type="checkbox"/> | 6 = mais de 4.000 até 5.000 MWh/mês |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 = mais de 400 até 1.500 MWh/mês   | <input type="checkbox"/> | 7 = mais de 5.000 até 6.000 MWh/mês |
| <input type="checkbox"/>            | 4 = mais de 1.500 até 3.000 MWh/mês | <input type="checkbox"/> | 8 = mais de 6.000 MWh/mês           |

## APÊNDICE W – Questionário 8

Questionário para obtenção de informações de monitoramento de clima e ambiente

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 8 – MONITORAMENTO DE CLIMA E AMBIENTE

**1. Identificação da instituição de monitoramento de clima e ambiente.**

Nome da Instituição:

Endereço:

Cidade:

Pessoa contatada:

Área de atuação profissional:

Formação acadêmica/Titulação:

Nº:

Estado:

Tel.:

E-mail:

**2. Qual a temperatura do ar, no mês mais quente?**

Informe: \_\_\_\_\_

**3. Qual a temperatura do ar, média compensada no mês?**

Informe: \_\_\_\_\_

**4. Qual a temperatura do ar, no mês mais frio?**

Informe: \_\_\_\_\_

**5. Qual a umidade relativa do ar, no mês mais chuvoso?**

Informe: \_\_\_\_\_

**6. Qual a umidade do ar, relativa média compensada?**

Informe: \_\_\_\_\_

**7. Qual a umidade do ar, no mês mais seco?**

Informe: \_\_\_\_\_

**8. Qual a precipitação no mês mais chuvoso?**

Informe: \_\_\_\_\_

**9. Qual a precipitação médio mensal?**

Informe: \_\_\_\_\_

**10. Qual a precipitação no mês mais seco?**

Informe: \_\_\_\_\_

**11. Em relação à sazonalidade, observa-se:**

1 = fraca presença de sazonalidade

2 = forte presença de sazonalidade

**12. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:**

1 = mananciais satisfatórios

2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta

3 = mananciais vulneráveis



## APÊNDICE X – Resposta do Questionário 8

Resposta do questionário de obtenção de informações de monitoramento de clima e ambiente

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Tecnologia – FT  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH

### QUESTIONÁRIO 8 – MONITORAMENTO DE CLIMA E AMBIENTE

**1. Identificação da instituição de monitoramento de clima e ambiente.**

Nome da Instituição: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Endereço: Eixo Monumental, Via S1, Suldoeste

Cidade: Brasília

Pessoa contatada: Informações obtidas por meio de consulta a bibliografia do INMET (Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990)

Área de atuação profissional:

Formação acadêmica/Titulação:

Nº: S/N

Estado: DF

Tel.: (61) 2102-4700

E-mail:

**2. Qual a temperatura do ar, no mês mais quente (média das máximas diárias)?**

Informe: 28,3°C

**3. Qual a temperatura média do ar (média mensal)?**

Informe: 20,6°C

**4. Qual a temperatura do ar, no mês mais frio (média das mínimas diárias)?**

Informe: 12,9°C

**5. Qual a umidade relativa do ar, no mês mais chuvoso?**

Informe: 79%

**6. Qual a umidade do ar, relativa média?**

Informe: 67,6%

**7. Qual a umidade do ar, no mês mais seco?**

Informe: 49%

**8. Qual a precipitação no mês mais chuvoso?**

Informe: 247,7mm

**9. Qual a precipitação média mensal?**

Informe: 128mm

**10. Qual a precipitação no mês mais seco?**

Informe: 8,7mm

**11. Em relação à sazonalidade, observa-se:**

1 = fraca presença de sazonalidade

2 = forte presença de sazonalidade

**12. Em relação à abundância ou escassez de água para o abastecimento de água da cidade, observa-se:**

1 = mananciais satisfatórios

2 = mananciais ainda satisfatórios, mais em estado de alerta

3 = mananciais vulneráveis