

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
ÁREA DE ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

**Avaliação multicriterial e multidecisória  
no gerenciamento da demanda urbana de água**

Dissertação de Mestrado

Cybelle Frazão Costa Braga

Campina Grande/PB

Agosto/2001

CYBELLE FRAZÃO COSTA BRAGA

**Avaliação multicriterial e multidecisória  
no gerenciamento da demanda urbana de água**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado  
em Engenharia Civil da Universidade Federal  
da Paraíba, em cumprimento às exigências para  
obtenção do Grau de Mestre.

**ORIENTADORA:** Márcia Maria Rios Ribeiro

Campina Grande/PB

Agosto/2001



B813a Braga, Cybelle Frazão Costa.  
Avaliação multicriterial e multidecisória no gerenciamento da demanda urbana de água / Cybelle Frazão Costa Braga.- Campina Grande, 2001.  
191 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2001.  
"Orientação : Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Maria Rios Ribeiro".  
Referências.

1. Água - Consumo. 2. Água - Demanda Urbana. 3. Água - Avaliação Multicriterial. 4. Engenharia Civil - Dissertação. I. Ribeiro, Márcia Maria Rios. II. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB) III. Título

CDU 628.1(043)

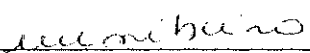
---


**Avaliação multicriterial e multidecisória  
no gerenciamento da demanda urbana de água**

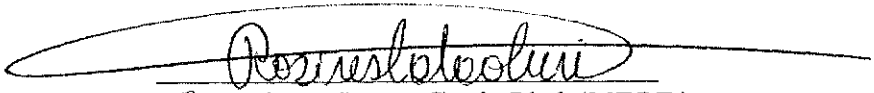
Aprovada em 27 de Agosto de 2001

**CYBELLE FRAZÃO COSTA BRAGA**

**BANCA EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia Maria Rios Ribeiro (UFPB)  
Orientadora - Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Almir Cirilo (UFPE)  
Examinador externo

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Rosires Catão Curi, Phd (UFPB)  
Examinadora interna

Aos meus pais Djalma e Ivanice.  
E ao meu irmão Murillo.  
OFEREÇO.

Ao meu querido esposo George.  
DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

À Deus por permitir a realização deste trabalho.

Ao meu esposo George por todo amor, incentivo e paciência nesta importante fase de minha vida.

Aos meus pais Djalma e Ivanice pelo grande incentivo. E em especial à minha mãe por possibilitar a realização deste sonho.

Ao meu irmão Murillo pelo carinho de sempre.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Márcia Maria Rios Ribeiro pelos ensinamentos e orientações imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Carlos de Oliveira Galvão pela parceria e apoio no desenvolvimento do modelo apresentado neste trabalho.

Ao curso de pós-graduação em Engenharia Civil, Arca de Engenharia de Recursos Hídricos nas pessoas dos professores, funcionários e colegas de turma.

À CAPES pela bolsa concedida.

À bolsista PIBIC/CNPQ Tatiana Máximo Almeida pela ajuda na pesquisa das alternativas de gerenciamento da demanda de água.

Aos integrantes do grupo decisor entrevistados neste trabalho: Ademilson Ferreira (Secretaria Municipal de Infraestrutura), Antônio Righeto (UFRN), Antônio Melo (PATAAC), Antônio Pereira (Câmara Municipal de Campina Grande), Beatriz Ceballos (UFPB), Bruno Gaudêncio (Câmara Municipal de Campina Grande), Cláudia Nóbrega (ABES/PB), Fernando Jordão (UCES), Francisco Gadelha (FIEP), Francisco Sarmiento (SEMARH), Franklin Araújo (Secretaria Municipal de Planejamento e Gestão), Gilson Frade (SINDUSCON), George Braga (Construtora SG), Guarany Marques (CAGEPA), Harrison Targino (Secretaria Municipal de Educação), Heber Gomes (ABRH), Janiro Rêgo (UFPB), José Almir Cirilo (ABRH), José Eulámpio Duarte (Ministério Público), Kátia

Alves (CREA/PB), Lindaci Medeiros (Câmara municipal de Campina Grande), Luís Cabral (Secretaria Municipal de Meio Ambiente), Manuel Duré (CREA/PB), Maria Barbosa (Câmara municipal de Campina Grande), Renato Avelar (DNOCS), Rubens Falcão (ABES/PB), Vajapeyan Srinivasan (UFPB), Valéria Valença (CDL).

E às pessoas que de alguma forma ajudaram na realização desta pesquisa.

## RESUMO

Este trabalho propõe uma metodologia de avaliação, via ótica multicriterial e multidecisória, de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água. A formação do grupo decisor – os participantes do processo de gerenciamento – foi inspirada em comitês de Bacia Hidrográfica já implementados no país, com representantes dos seguintes grupos: poder público, usuários e sociedade civil. A opinião dos decisores foi obtida através de entrevistas, via um questionário padrão, onde cada decisor avaliou 13 alternativas de gerenciamento da demanda sob cinco critérios e expressou seu grau de vontade da implementação de cada alternativa através do que se denominou de *avaliação global*. Os critérios e a *avaliação global* foram expressos em categorias linguísticas inspiradas na Lógica Difusa, nas quais o decisor enquadrou sua avaliação, sendo permitido ponderá-la. Uma vez concluídas as entrevistas, seguiu-se a análise do perfil de comportamento dos decisores frente às alternativas, através de análises individuais, análises intragrupos e análises inter-grupos, com a escolha das alternativas mais desejáveis para a cidade. A partir do conjunto de opiniões dos decisores, expressas nas entrevistas, desenvolveu-se e implementou-se um modelo multicritério via Lógica Difusa capaz de representar o comportamento dos decisores. O modelo pode ser utilizado, posteriormente, pelo analista, pelo órgão gestor ou pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, para simular o comportamento dos mesmos frente a novas alternativas de gerenciamento da demanda com perfil semelhante àquelas estudadas nesta pesquisa. A metodologia de análise e o modelo foram aplicados ao caso da cidade de Campina Grande, na Paraíba.



## ABSTRACT

This dissertation presents a methodology for evaluation of alternatives for urban water demand management, with focus on multiple criteria and multiple decision makers. The decision group – the participants in the management process – was formed based on some Basin Committees already implemented in Brazil, including representatives of the following societal groups: government, users and civil society. The decision-makers opinions was obtained through interviews, using a questionnaire, when each decision maker evaluated 13 demand-management alternatives, under 5 criteria, and also expressed the degree of desirability of implementation of each alternative, the *global evaluation*. Both the criteria and the *global evaluation* were formulated in linguistic categories, inspired in Fuzzy Logic, in which the decision-maker defined the evaluation, with weighting among the categories, if desirable. After concluding the interviews, an analysis of the decision-makers behaviour towards the alternatives was performed, individually, within groups and between groups, selecting the more desirable alternatives for the city. From the decision-makers opinions, expressed in the interviews, a multicriteria Fuzzy Logic based model was developed and implemented, for representing the decision-makers behaviour. The model can be used, then, by the analyst, by the management institutional body, or by the basin committee, to simulate the behaviour of the decision group when facing new management alternatives similar to those studied in this research. The methodology of analysis and the model were applied to the case of Campina Grande, in the State of Paraiba, Brazil.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	iv
SUMÁRIO .....	v
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE SIGLAS .....	xv
1. Introdução.....	1
2. Gerenciamento da demanda urbana de água .....	5
2.1. Introdução .....	5
2.1.1. Usos da água .....	7
2.1.1.1. Consumo residencial .....	11
2.1.1.2. Consumo industrial .....	13
2.1.2. Experiências de gerenciamento da demanda de água .....	13
2.1.2.1. Brasil .....	15
2.1.2.2. Canadá .....	19
2.1.2.3. México .....	23
2.1.2.4. África e Oriente Médio .....	25
2.1.3. Identificação de alternativas genéricas de gerenciamento da demanda urbana de água .....	26
3. Análise multicritério.....	28
3.1. Conceito de dominância .....	30
3.2. Representação analítica de um problema multicritério .....	31
3.3. A matriz de avaliação .....	31
3.4. Classificação dos métodos multicritério .....	32
3.4.1. Métodos multicritério discretos e contínuos .....	33
3.4.2. Classificação em famílias .....	34
3.5. Métodos multicritério com um decisor .....	35
3.6. Métodos multicritério com mais de um decisor .....	36
3.6.1. Teoria dos Jogos .....	36
3.6.2. O modelo Graph .....	38
3.7. Análise multicritério e Lógica Difusa .....	39
3.7.1. Introdução à Teoria dos Conjuntos Difusos .....	40
3.7.1.1. Função de pertinência .....	41
3.7.1.2. Sistemas difusos de regras .....	43
3.7.1.3. Números difusos e variáveis lingüísticas .....	43
3.7.1.4. Inferência .....	45
4. Metodologia .....	47
4.1. Identificação e caracterização do caso de estudo .....	47

4.2. Definição e caracterização das alternativas propostas de gerenciamento da demanda .....	52
4.2.1. Vasos de descarga reduzida (6 l/descarga) .....	53
4.2.2. Captação de água de chuva .....	54
4.2.3. Sistemas de reuso de água .....	55
4.2.3.1. Reuso de água residencial .....	56
4.2.3.2. Reuso de água industrial .....	57
4.2.4. Controle de vazamentos .....	58
4.2.5. Medição individualizada em edifícios .....	59
4.2.6. Legislação que induza uso racional (medição individualizada) .....	60
4.2.7. Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente da água .....	60
4.2.8. Outorga dos direitos de uso da água .....	63
4.2.9. Cobrança pelo uso da água .....	63
4.2.10. Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento .....	64
4.2.11. Programa de educação ambiental escolar .....	65
4.3. Definição dos participantes do processo de gerenciamento .....	66
4.4. Definição dos objetivos e critérios de avaliação .....	68
4.5. Entrevistas .....	70
4.6. Metodologia da análise dos resultados das entrevistas .....	74
4.7. Desenvolvimento do modelo multicritério via Lógica Difusa .....	76
4.7.1. Definição dos critérios do modelo .....	81
4.7.2. Extração de regras .....	84
4.7.3. Validação .....	89
5. Análise de resultados das entrevistas .....	91
5.1. Análise individual .....	91
5.2. Análise intragrupo .....	108
5.2.1. Grupo I – Poder Público .....	109
5.2.1.1 Sub-grupo Governo Municipal .....	120
5.2.2. Grupo II – Usuários da água .....	123
5.2.3. Grupo III – Sociedade Civil .....	131
5.2.3.1. Sub-Grupo Câmara Municipal de Campina Grande .....	141
5.2.3.2. Sub-Grupo Entidades Técnico-Científicas .....	144
5.2.3.3. Sub-Grupo Instituições de Ensino Superior .....	147
5.2.3.4. Sub-grupo Indústria da Construção Civil .....	150
5.3. Análise inter-grupos .....	153
6. Análise de resultados da simulação do modelo: validação .....	163
7. Conclusões e recomendações .....	178
8. Referências Bibliográficas .....	183
9. Anexos .....	192

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Cobertura urbana de oferta de água em 1990 e 1994 (Water Supply and Sanitation Sector Monitoring Report, WHO, WSSCC e Unicef (1996) em Schuringa, 2001).....	8
Tabela 2.2 Perspectivas de disponibilidade de água (Deca, 2000).....	8
Tabela 2.3 Categorias de consumo e uso interno e externo da água no meio urbano (Maddaus, 1987 em Tomaz, 2000).....	9
Tabela 2.4 Consumo per capita de água em cidades americanas (American Water Works Association (1991) em Billing e Jones, 1996).....	9
Tabela 2.5 Consumo residencial na Holanda em 1980 e 1992 (Achttienribbe, 1993).....	12
Tabela 2.6 Consumo de água de algumas atividades industriais (Qasim, 1994 em Tomaz, 2000).....	13
Tabela 2.7 Algumas iniciativas de gerenciamento da demanda.....	14
Tabela 2.8 Características de uso da água na RCMC (National Research Council, 1995).....	23
Tabela 2.9 Resumo das atividades de pesquisa do International Development Research Centre (IDRC) em Gerenciamento da Demanda de Água (GDA) na África e Oriente Médio (Stiles, 1997).....	25
Tabela 3.1 Matriz de avaliação.....	32
Tabela 3.2 Classificação de técnicas de tomada de decisão (Fang et al, 1993).....	32
Tabela 3.3 Exemplos de aplicação de análise multicritério em recursos hídricos.....	33
Tabela 3.4 Exemplos de métodos multicritério com um decisor.....	36
Tabela 4.1 Consumo médio da cidade de Campina Grande por categorias (CAGEPA, 2001).....	49
Tabela 4.2 Alternativas de gerenciamento da demanda propostas para a cidade de Campina Grande por esta pesquisa.....	52
Tabela 4.3 Avaliação de tecnologias de bacias sanitárias VDR (Gonçalves et al., 1999).....	53
Tabela 4.4 Custos para vasos sanitários em Campina Grande (Almeida, 2001).....	54
Tabela 4.5 Custos para construção da cisterna em Campina Grande (Pedrosa, 2000).....	55
Tabela 4.6 Custo dos componentes do sistema - custo inicial (Chahin et al., 1999).....	56
Tabela 4.7 Custo operacional do sistema (Chahin et al., 1999).....	56
Tabela 4.8 Experiências de reuso industrial (Hollanda, 2000).....	57
Tabela 4.9 Quadro de vantagens da medição individualizada (Compesa, 2001).....	60
Tabela 4.10 Relação entre elasticidade-preço da demanda (Ep) e as receitas geradas.....	61
Tabela 4.11 Estrutura tarifária de abastecimento d' água da CAGEPA (CAGEPA, 2001).....	62
Tabela 4.12 Estudos de cobrança de água bruta no Brasil (Adaptado de Ribeiro e Lanna, 1997).....	64
Tabela 4.13 Composição do grupo decisor – Estudo de caso.....	67
Tabela 4.14 Composição do Comitê do Rio Santa Maria/RS (Madeira, 1999).....	68
Tabela 4.15 Objetivos e critérios de avaliação adotados nesta pesquisa.....	69
Tabela 4.16 Critérios de avaliação e categorias inspiradas na Lógica Difusa adotados nesta pesquisa.....	70
Tabela 4.17 Alternativas propostas de gerenciamento da demanda para a cidade de Campina Grande (Informações ao decisor quando da entrevista).....	73
Tabela 4.18 Objetivos, critérios de avaliação e categorias.....	81
Tabela 4.19 Exemplo de balanço entre os pesos da avaliação global de uma mesma regra.....	88

Tabela 5.1 Regras criadas pelos decisores.....	94
Tabela 5.2 Matriz de avaliação global do grupo I (Poder Público).....	110
Tabela 5.3 Quadro comparativo das avaliações dos decisores do grupo I (Poder Público). ...	112
Tabela 5.4 Ordenamento das alternativas mais desejáveis para o grupo I (Poder Público). ...	114
Tabela 5.5 Ordenamento das alternativas por critério para o grupo I (Poder Público). ....	116
Tabela 5.6 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o grupo I (Poder Público) representativa do consenso ou ausência do consenso. ....	119
Tabela 5.7 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo governo municipal (grupo I: Poder Público) representativa do consenso ou ausência do consenso.....	122
Tabela 5.8 Matriz de avaliação global do grupo II (Usuários). ....	125
Tabela 5.9 Quadro comparativo das avaliações dos decisores do grupo II (Usuários). ....	126
Tabela 5.10 Ordenamento das alternativas mais desejáveis para o grupo II (Usuários). ...	127
Tabela 5.11 Ordenamento das alternativas por critério para o grupo II (Usuários).....	128
Tabela 5.12 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o grupo II (Usuários) representativa do consenso ou ausência do consenso.....	130
Tabela 5.13 Matriz de avaliação global do grupo III (Sociedade Civil).....	132
Tabela 5.14 Quadro comparativo das avaliações dos decisores do grupo III (Sociedade Civil). ....	135
Tabela 5.15 Ordenamento das alternativas para o grupo III.....	136
Tabela 5.16 Ordenamento das alternativas por critério para o grupo III.....	137
Tabela 5.17 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o grupo III (Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.....	140
Tabela 5.18 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo Câmara Municipal (Grupo III: Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso. ....	143
Tabela 5.19 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo Entidades Técnico-Científicas (grupo III: Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.....	146
Tabela 5.20 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo Instituição de Ensino Superior (grupo III: Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.....	149
Tabela 5.21 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo Indústria da Construção Civil (grupo III: Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.....	152
Tabela 5.22 Matriz de avaliação global das alternativas propostas com o consenso do grupo decisor.....	158
Tabela 5.23 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o grupo decisor representativa do consenso ou ausência do consenso.....	159
Tabela 5.24 Ordenamento das alternativas propostas com o consenso do grupo decisor. ....	160
Tabela 5.25 Ordenamento das alternativas propostas por critério com o consenso do grupo decisor.....	161
Tabela 6.1 Graus de validação adotados nesta pesquisa.....	165
Tabela 6.2 Resultados da validação por decisor. ....	166

Tabela 6.3 Resultados da validação por alternativa .....	167
Tabela A.1 Matriz de avaliação do critério viabilidade econômica do grupo I (Poder Público).....	193
Tabela A.2 Matriz de avaliação do critério viabilidade técnica/operacional do grupo I (Poder Público).....	194
Tabela A.3 Matriz de avaliação do critério redução de consumo do grupo I (Poder Público).....	195
Tabela A.4 Matriz de avaliação do critério viabilidade legal/política do grupo I (Poder Público).....	196
Tabela A.5 Matriz de avaliação do critério aceitabilidade do grupo I (Poder Público)....	197
Tabela A.6 Matriz de avaliação do critério viabilidade econômica do grupo II (Usuários)....	198
Tabela A.7 Matriz de avaliação do critério viabilidade técnica/operacional do grupo II (Usuários).....	198
Tabela A.8 Matriz de avaliação do critério redução de consumo do grupo II (Usuários). 199	
Tabela A.9 Matriz de avaliação do critério viabilidade legal/política do grupo II (Usuários).....	199
Tabela A.10 Matriz de avaliação do critério aceitabilidade do grupo II (Usuários). ....	200
Tabela A.11 Matriz de avaliação do critério viabilidade econômica do grupo III (Sociedade Civil).....	201
Tabela A.12 Matriz de avaliação do critério viabilidade técnica/operacional do grupo III (Sociedade Civil).....	203
Tabela A.13 Matriz de avaliação do critério redução de consumo do grupo III (Sociedade Civil).....	205
Tabela A.14 Matriz de avaliação do critério viabilidade legal/política do grupo III (Sociedade Civil).....	207
Tabela A.15 Matriz de avaliação do critério aceitabilidade do grupo III (Sociedade Civil)...	209

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Disponibilidade de água no Brasil (Adaptado de Lanna, 1999).....	10
Figura 2.2 Distribuição percentual do uso de água no Brasil (Adaptado de Lanna, 1999).....	10
Figura 2.3 Consumo médio em l/hab/dia no Brasil (Adaptado de Lanna, 1999).....	11
Figura 2.4 Perfil de consumo de água residencial (USP) (Deca, 2000).....	12
Figura 2.5 Perfil de consumo de água residencial SABESP (2001).....	13
Figura 2.6 Estudo de caso do PURA (SABESP, 2001).....	19
Figura 3.1 Conceitos básicos da análise multicriterial.....	30
Figura 3.2 Aplicação do Modelo Graph para Resolução de Conflitos (GMCR) (Fang et al., 1993).....	39
Figura 3.3 Função de pertinência trapezoidal.....	42
Figura 3.4 Função de pertinência triangular.....	42
Figura 3.5 Variável lingüística para sistemas difusos de regras.....	44
Figura 3.6 Exemplo de inferência difusa (Adaptado de Costa et al., 2000).....	46
Figura 4.1 Localização da cidade de Campina Grande.....	48
Figura 4.2 Padrão de consumo médio para a cidade de Campina Grande em 2000 (CAGEPA, 2001).....	49
Figura 4.3 Cisterna cilíndrica de 15 m <sup>3</sup> (Pedrosa, 2000).....	55
Figura 4.4 Estudo de caso do PURA (SABESP, 2001).....	59
Figura 4.5 Questionário-padrão.....	71
Figura 4.6 Organograma metodológico do problema.....	76
Figura 4.7 Metodologia do modelo multicriterial via Lógica Difusa.....	78
Figura 4.8 Avaliação multicriterial da alternativa A pelo Decisor D.....	79
Figura 4.9 Simulação do modelo multicritério via Lógica Difusa para a avaliação do decisor D da alternativa A.....	80
Figura 4.10 Variável lingüística do critério viabilidade econômica.....	82
Figura 4.11 Variável lingüística do critério viabilidade técnica/operacional.....	82
Figura 4.12 Variável lingüística do critério redução de consumo.....	82
Figura 4.13 Variável lingüística do critério viabilidade legal/política.....	83
Figura 4.14 Variável lingüística do critério aceitabilidade.....	83
Figura 4.15 Variável lingüística da avaliação global.....	83
Figura 4.16 Avaliação da alternativa programa de educação ambiental escolar para o sub-grupo Câmara de Vereadores, decisor Câmara 1.....	85
Figura 4.17 Base de dados: regras de avaliação e ponderação (conforme exemplo da Figura 4.16).....	86
Figura 4.18 Regra de avaliação.....	87
Figura 4.19 Exemplo de regras de avaliação duplicadas.....	89
Figura 5.1 Avaliação da alternativa vaso de descarga reduzida pelo sub-grupo ONG, decisor PATAC.....	92
Figura 5.2 Regras de avaliação (caso da Figura 5.1).....	92
Figura 5.3 Exemplo de avaliação de alternativa que produziu 108 regras (Avaliação da alternativa controle de vazamento – edificação, sub-grupo Entidade de Ensino Superior, decisor UFRN).....	93

Figura 5.4 Exemplo de avaliação da alternativa que produziu uma regra (Avaliação da alternativa controle de vazamento – edificação, sub-grupo Indústria da Construção Civil, decisor Construtora SG).....	93
Figura 5.5 Coerência das regras criadas pelos decisores na avaliação das alternativas. ....	95
Figura 5.6 Exemplo de uso de mesma regra na avaliação de várias alternativas (Avaliação da alternativa reuso de água industrial, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor CREA/PB 2).....	95
Figura 5.7 Exemplo de avaliação de alternativa com regra de avaliação coerente (Avaliação da alternativa tarifação de água que estimule o uso eficiente, sub-grupo indústria, decisor FIEP).....	96
Figura 5.8 Exemplo de avaliação de alternativa com regra de avaliação incoerente (Avaliação da alternativa vaso de descarga reduzida, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABES 1).....	97
Figura 5.9 Exemplo de avaliação de alternativa com grande influência do critério aceitabilidade na avaliação global (Avaliação da alternativa tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente, sub-grupo indústria, decisor FIEP).....	98
Figura 5.10 Exemplo de avaliação de alternativa onde o decisor ignora a avaliação pelos critérios (Avaliação da alternativa tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente, sub-grupo entidade de ensino superior, decisor UFPB 2).....	99
Figura 5.11 Exemplo de avaliação tradicional ou clássica (Avaliação da alternativa captação de água de chuva, sub-grupo CAGEPA, decisor CAGEPA).....	100
Figura 5.12 Exemplo de avaliação ponderada (Avaliação da alternativa reuso de água residencial, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABRH 1).....	100
Figura 5.13 Exemplo de mesma avaliação dos critérios com avaliação global diferente: extremamente desejável (Avaliação da alternativa outorga, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABRH 1).....	101
Figura 5.14 Exemplo de mesma avaliação dos critérios com avaliação global diferente: desejável e extremamente desejável. (Avaliação da alternativa cobrança, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABRH 1).....	102
Figura 5.15 Exemplo de avaliação com grande uso dos pesos 8 e 2 (Avaliação da alternativa reuso de água industrial, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABES 1).....	103
Figura 5.16 Exemplo de avaliação caracterizada pela dúvida (Avaliação da alternativa cobrança, sub-grupo governo municipal, decisor Secretaria de Meio Ambiente).....	104
Figura 5.17 Exemplo de avaliação idêntica à da alternativa legislação (Avaliação da alternativa medição individualizada, sub-grupo câmara municipal, decisor Câmara 1).....	105
Figura 5.18 Exemplo de avaliação idêntica à da alternativa medição individualizada (Avaliação da alternativa legislação que induza o uso racional, sub-grupo câmara municipal, decisor Câmara 1).....	105
Figura 5.19 Exemplo de balanço na avaliação das alternativas outorga, cobrança, e tarifação para avaliar a alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento: tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente. (Avaliação da alternativa tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente, sub-grupo CDL, decisor CDL).....	106
Figura 5.20 Exemplo de balanço na avaliação das alternativas outorga, cobrança, e tarifação para avaliar a alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento: outorga. (Avaliação da alternativa outorga, sub-grupo CDL, decisor CDL).....	107



Figura 5.21 Exemplo de balanço na avaliação das alternativas outorga, cobrança, e tarifação para avaliar a alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento: cobrança (Avaliação da alternativa cobrança, sub-grupo CDL, decisor CDL). .....	107
Figura 5.22 Exemplo de balanço na avaliação das alternativas outorga, cobrança, e tarifação para avaliar a alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento: outorga + cobrança + tarifação com 10% de aumento. (Avaliação da alternativa outorga + cobrança + tarifação com 10% de aumento, sub-grupo CDL, decisor CDL). .....	108
Figura 5.23 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do grupo I para a alternativa captação de água de chuva (consenso relativo). .....	117
Figura 5.24 Distribuição percentual das categorias da viabilidade técnica/operacional do grupo I para a alternativa reuso – residencial (consenso relativo). .....	118
Figura 5.25 Distribuição percentual das categorias da viabilidade legal/política do grupo I para a alternativa controle de vazamento na rede de distribuição (consenso absoluto). ...	118
Figura 5.26 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do sub-grupo governo municipal para a alternativa controle de vazamentos – rede de abastecimento (consenso absoluto). .....	120
Figura 5.27 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do sub-grupo governo municipal para a alternativa tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente (consenso relativo). .....	121
Figura 5.28 Distribuição percentual das categorias da viabilidade legal/política do grupo II para a alternativa tarifação que estimule o uso eficiente. ....	129
Figura 5.29 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do grupo III da alternativa controle de vazamentos – rede de abastecimento (consenso relativo). .....	138
Figura 5.30 Distribuição percentual das categorias da viabilidade econômica do grupo III da alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento (consenso relativo). ....	139
Figura 5.31 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do sub-grupo Câmara Municipal para a alternativa controle de vazamentos – rede de abastecimento (consenso relativo). .....	141
Figura 5.32 Distribuição percentual das categorias da aceitabilidade do sub-grupo Câmara Municipal para a alternativa vaso de descarga reduzida (ausência de consenso). .....	142
Figura 5.33 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do sub-grupo Entidades Técnico-Científicas para a alternativa captação de água de chuva (ausência de consenso). .....	144
Figura 5.34 Distribuição percentual das categorias da redução de consumo do sub-grupo Entidades Técnico-Científicas para a alternativa tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente (ausência de consenso). .....	145
Figura 5.35 Distribuição percentual das categorias da viabilidade técnica/operacional do sub-grupo Entidades Técnico-Científicas para a alternativa educação ambiental escolar (consenso absoluto). .....	145
Figura 5.36 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do sub-grupo Instituição de Ensino Superior para a alternativa controle de vazamentos – rede de abastecimento (consenso absoluto). .....	147
Figura 5.37 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do sub-grupo Instituição de Ensino Superior para a alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento (consenso relativo). .....	148
Figura 5.38 Distribuição percentual das categorias da aceitabilidade do sub-grupo Indústria da Construção Civil para a alternativa reuso industrial (consenso absoluto). .....	150

Figura 5.39 Distribuição percentual das categorias da viabilidade técnica/operacional do sub-grupo Indústria da Construção Civil para a alternativa controle de vazamentos – rede de abastecimento (ausência de consenso).....	151
Figura 5.40 Distribuição percentual das categorias da redução de consumo do sub-grupo Indústria da Construção Civil para a alternativa educação ambiental (ausência de consenso).....	151
Figura 5.41 Distribuição percentual total das categorias da avaliação global da alternativa vaso de descarga reduzida para todos os decisores (consenso relativo).....	153
Figura 5.42 Distribuição percentual da avaliação global desejável por grupo, alternativa vaso de descarga reduzida.....	154
Figura 5.43 Distribuição percentual das categorias da redução de consumo da alternativa vaso de descarga reduzida para o grupo III (Sociedade Civil).....	155
Figura 5.44 Distribuição percentual total das categorias da redução de consumo da alternativa vaso de descarga reduzida para todos os decisores (consenso relativo).....	155
Figura 5.45 Distribuição percentual da redução de consumo alta por grupo para a alternativa vaso de descarga reduzida.....	155
Figura 5.46 Distribuição percentual total das categorias da viabilidade econômica da alternativa captação de água de chuva para todos os decisores (consenso relativo).....	156
Figura 5.47 Distribuição percentual total das categorias viabilidade econômica da alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento para todos os decisores (consenso relativo).....	156
Figura 6.1 Distribuição percentual da validação da simulação.....	168
Figura 6.2 Distribuição percentual dos casos validados entre os graus de validação considerados.....	168
Figura 6.3 Exemplo de validação total (VT) (decisor DNOCS, alternativa vaso de descarga reduzida).....	169
Figura 6.4 Exemplo de validação VP1 (decisor PATAC, alternativa legislação que induza o uso racional (medição individualizada)).....	169
Figura 6.5 Exemplo de validação parcial 2 (VP2) (decisor Secretaria do Meio Ambiente, alternativa outorga).....	170
Figura 6.6 Exemplo de validação parcial 3 (VP3) (decisor SEMARH, alternativa vaso de descarga reduzida).....	171
Figura 6.7 Exemplo de validação parcial 4 (VP4) (decisor Câmara 4, alternativa tarifação que estimule o uso eficiente da água).....	172
Figura 6.8 Exemplo de validação parcial 5 (VP5) (decisor UFRN, alternativa captação de água de chuva).....	172
Figura 6.9 Exemplo de validação total (VT) com estilo semelhante aos de validação parcial VP4 e VP5 (decisor UFRN, alternativa tarifação que estimule o uso eficiente da água).....	173
Figura 6.10 Exemplo não validado referente ao tipo Dúvida (D1) (decisor DNOCS, alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento).....	174
Figura 6.11 Exemplo não validado referente ao tipo Dúvida (D2) (decisor SEMARH, alternativa Controle de vazamentos – edificação).....	174
Figura 6.12 Exemplo de validação parcial 4 (VP4) (decisor DNOCS, alternativa cobrança).....	175
Figura 6.13 Exemplo de validação parcial 5 (VP5) (decisor Câmara 1, alternativa outorga).....	176

Figura 6.14 Exemplo de validação parcial 3 (VP3) (decisor ABRH 1, alternativa vaso de descarga reduzida) .....	177
--	-----

## LISTA DE SIGLAS

ABES/PB – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Seção Paraíba

ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CDL – Clube de Diretores Lojistas de Campina Grande

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento

CREA/PB – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

DNOCS – Departamento Nacional de Obras de Combate à Seca

FIEP – Federação das Indústrias da Paraíba

PATAC – Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas às Comunidades

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SDR – Sistema Difuso de Regras

SEMARH – Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Minerais

SG – Construtora SG Incorporação e Construção Ltda

SINDUSCON – Sindicato dos Construtores da Paraíba

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

## 1. INTRODUÇÃO

O abastecimento de água é um dos graves problemas enfrentados por centros urbanos no mundo inteiro, em geral, causado pelo acentuado crescimento populacional, expansão das atividades econômicas, elevação na demanda de água, oferta de água cada vez mais escassa e cara e uso ineficiente da água. A situação alerta para a necessidade de gerenciar tais recursos, adotando a premissa de que são escassos e, portanto, devem ser usados eficientemente. No Brasil, muitos centros urbanos vivenciam a problemática do atendimento às suas demandas de água. Racionamentos de água são atualmente freqüentes em núcleos urbanos dos mais diferentes portes como a Região Metropolitana de São Paulo, a Região Metropolitana do Recife e a cidade de Campina Grande na Paraíba .

Tradicionalmente, na busca ao atendimento das demandas de água, tem-se adotado a ótica da expansão da oferta. Winpenny (1994) descreve, apropriadamente, nesta perspectiva, a resposta típica da sociedade frente a evidências de futura escassez da oferta para atendimento a uma demanda cada vez maior:

- Formar grupos de trabalho para levantar as potencialidades hídricas (mananciais);
- Estimar a demanda futura, sem considerar restrições ao seu crescimento;

- Considerar as várias alternativas de aumento da oferta dentre as potencialidades já levantadas;
- Determinar qual destas alternativas atende à demanda estimada com o menor custo;
- Implementar o projeto através de agências públicas, a preço subsidiado.

Esta visão tradicional, entretanto, tem sido reformulada nos últimos anos. No Brasil, por exemplo, o novo modelo de gestão de recursos hídricos inclui o planejamento e o gerenciamento da oferta e da demanda. O gerenciamento da oferta procura manter a sustentabilidade da bacia hidrográfica, preservando-a ambientalmente, de modo que possa continuar “produzindo” água sustentavelmente. O gerenciamento da demanda consiste em medidas, práticas ou incentivos que objetivam o uso racional da água, procurando limitar o consumo da água pelo homem sem prejuízos dos atributos de saúde.

As alternativas de gerenciamento de demanda, porém, apresentam dificuldades na sua avaliação devido às suas implicações técnicas, sócio-econômicas, ambientais e políticas, as quais não podem ser quantificadas completamente. Dentre tais dificuldades, destaca-se a forma de considerar critérios quantificáveis e não quantificáveis em um único arcabouço de avaliação, com seus vários níveis de satisfação. As contribuições de diferentes ações de gerenciamento e suas relações aos critérios são incertas por natureza.

Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho é avaliar, via ótica multicritério e multidecisória, alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água, tendo como caso de estudo a cidade de Campina Grande/PB. Esta pesquisa se utiliza da análise multicritério (também denominada de multiobjetivo) para avaliar estas alternativas, por permitir levar em consideração simultaneamente objetivos sócio-econômico, ambiental e político. No problema foi incorporada a opinião dos chamados participantes do processo de gerenciamento (através de entrevistas), isto é, dos decisores, atendendo assim à gestão participativa preconizada pela Lei Federal nº 9.433/97. A formação do grupo decisor foi inspirada em comitês de Bacia Hidrográfica já implementados no país, com representantes divididos nos seguintes grupos: poder público, usuários de água e sociedade civil.

De posse do conjunto de opiniões dos decisores adquirido nas entrevistas, pode-se fazer a seguinte pergunta: “Será possível modelar a opinião dos mesmos sobre as alternativas de gerenciamento da demanda?”. Se a resposta for “sim”, o modelo representará o comportamento dos decisores, extraído da amostra dos entrevistados. Assim, o modelo poderá ser utilizado posteriormente pelo analista, pelo órgão gestor ou pelo Comitê de Bacia Hidrográfica para simular o comportamento dos mesmos frente a alternativas de gerenciamento da demanda (com características semelhantes àquelas usadas no desenvolvimento do modelo), sendo uma importante ferramenta para auxiliar no processo decisório.

Neste sentido, esta pesquisa desenvolveu um modelo capaz de imitar a maneira pela qual os participantes do processo de gerenciamento da demanda, usualmente, formulam as regras de decisão ou análise do problema através da análise multicriterial baseada na Lógica Difusa. Assim, pode-se representar e combinar avaliações do grau de satisfação de alternativas a critérios e das inter-relações entre estas no gerenciamento da demanda.

Portanto, esta pesquisa pretende responder perguntas como:

- Quais as alternativas específicas de gerenciamento da demanda de água a serem propostas para a cidade de Campina Grande?
- Que abordagem multicriterial melhor se adequa à análise das alternativas propostas?
- Qual o comportamento dos decisores frente às alternativas propostas?
- Quais as alternativas mais desejáveis para implementação na cidade?
- É possível modelar o comportamento dos decisores?
- Que arcabouço deve-se adotar no desenvolvimento do modelo?

A dissertação está estruturada em 7 capítulos, incluindo este Introdutório. No Capítulo 2 apresenta-se uma revisão bibliográfica de gerenciamento da demanda urbana de água. No Capítulo 3 tem-se uma revisão de literatura de análise multicriterial. As etapas metodológicas do caso de estudo e do desenvolvimento do modelo proposto estão dispostas no Capítulo 4. O Capítulo 5 concentra a análise dos resultados das entrevistas, com a indicação das alternativas mais desejáveis para a cidade de Campina Grande. O

## **2. GERENCIAMENTO DA DEMANDA URBANA DE ÁGUA**

O presente trabalho propõe avaliar alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água sob a ótica multicriterial e multidecisória. A revisão bibliográfica foi organizada em dois blocos: gerenciamento da demanda urbana de água e análise multicriterial. Neste Capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica de gerenciamento da demanda. No Capítulo 3 enfoca-se a análise multicriterial.

### **2.1. Introdução**

É crescente a pressão da sociedade em relação à oferta e à qualidade da água, devido ao rápido crescimento populacional e expansão industrial (acentuado e desordenado nos grandes centros urbanos). A oferta de água é cada vez mais escassa e cara e requer medidas que garantam ou pelo menos melhorem o padrão e a qualidade de vida dos cidadãos.

Atualmente podem ser identificados os seguintes fatos em relação ao abastecimento de água em médios e grandes aglomerados urbanos:

- A redução da disponibilidade de bacias hidrográficas para que possam servir como novos mananciais de abastecimento para áreas urbanas;
- A redução da capacidade de investimentos na implantação de novos sistemas de reservação, captação, tratamento, adução e distribuição de água;



- A constatação dos altos níveis de perdas nos sistemas de abastecimento;
- A constatação do desperdício de água pelo usuário final.

No passado, os problemas de oferta de água eram resolvidos com a sua simples expansão, cada vez menos viável, visto que as melhores fontes de oferta já estão sendo exploradas, e os custos marginais de novas fontes estão cada vez mais caros financeira, econômica e ambientalmente. Devido aos elevados custos envolvidos no aproveitamento de novas fontes, uma grande parte da demanda futura de água deverá ser atendida pela redução dos desperdícios e pela maior eficiência dos usos atuais. Em países em desenvolvimento isto só será conseguido através de uma completa reforma nas políticas atuais de uso da água (Salati et al, 1999; Brasil, 2000; Silva, 1996). Desta forma, fica claro que a melhor alternativa para aumentar a disponibilidade de água é aprender como gerenciar a demanda de água mais eficientemente (Schuringa, 2001; Tate, 2001).

O gerenciamento da demanda de água consiste em medidas, práticas ou incentivos que produzam um uso eficiente de água pela sociedade, através da redução do consumo final do usuário e modificação de hábitos de consumo, sem prejudicar os atributos de higiene e conforto dos sistemas originais (Silva et al, 1999; U.S. Environmental Protection Agency, 1998). Está intimamente relacionado com a preservação e a conservação do meio-ambiente, buscando a racionalização do uso da água e sua sustentabilidade, envolvendo todos os níveis da sociedade, e garantindo que a água disponível seja utilizada com eficiência e equidade. Este tipo de gerenciamento, portanto, não deve ser aplicado apenas em situações de crise, mas sim em todas as circunstâncias.

A ideia de uso eficiente, conservação e economia da água deve estar na conduta do usuário, e é nesta ótica que a aplicação do gerenciamento da demanda vem contribuir para que estes conceitos de economia, conservação e eficiência sejam assimilados e utilizados pela população.

Iniciativas de gerenciamento da demanda podem ajudar a amenizar zonas de escassez de água incluindo redução dos níveis de vazamento; economia de água de uso doméstico, industrial e comercial; reciclagem de água; reuso de água; adição de mais registros de medição; entre outras medidas. Durante as duas últimas décadas, a conservação da água tornou-se uma importante opção de aumento de oferta de água. E por esta mesma razão, o gerenciamento da demanda é considerado uma medida de

gerenciamento paralelo para o aumento de oferta (Guy e Marvin, 1996; Fraga e Samuel, 1996; Billing e Jones, 1996; Grigg, 1996).

De acordo com Tate (2001), os termos gerenciamento da demanda e conservação de água são distintos. O último refere-se aos esforços realizados para economizar água durante a escassez hídrica. Gerenciamento da demanda refere-se a qualquer ação de benefício que reduza a média ou pico de retirada de água ou consumo de água superficial ou subterrânea, compatível com a proteção e melhoria na qualidade da água.

Há uma grande sintonia entre os princípios do gerenciamento da demanda e de sustentabilidade. Tal aspecto é evidenciado no conceito de desenvolvimento sustentável de Loucks (1997). O autor considera sustentável o desenvolvimento com ganho na qualidade de vida sem necessariamente aumentar a quantidade de recursos consumidos.

Tate (2001) destaca pontos bastante relevantes na aplicação de um programa de gerenciamento da demanda:

- Nível de benefício muito elevado, chegando a razões em relação ao custo superiores à 10:1;
- Alta eficiência econômica na implementação das medidas de gerenciamento, com curto período de retorno do investimento;
- No âmbito educacional, destaca-se um aumento na consciência das questões relacionadas à água;
- Melhora na qualidade da água e redução da necessidade de ampliação de estações de tratamento de esgoto.

### **2.1.1. Usos da água**

Pode-se identificar as seguintes funções básicas da água (Lanna, 1995):

- Função de produção e consumo: usada como bem de consumo final ou intermediário;
- Função de regulação: quando limpa, acomoda, neutraliza ou absorve resíduos;

- Função de suporte: quando cria condições para a vida e atividades produtivas;
- Função de informação: quando a água serve de indicador de *estados ambientais*.

Estas funções indicam que a água é um bem econômico e essencial, e requerem obediência às leis de mercado, legislação específica e atuação do poder público. Com este caráter tão divergente, é necessário o uso de um modelo de gestão que incorpore tais peculiaridades.

O estoque de água doce própria para o consumo humano restringe-se a 0,63% de toda água disponível. Contudo nem todo este volume pode ser usado, visto que é preciso resguardar uma parte para suporte ao meio ambiente (Postel, 1992). \*A disponibilidade hídrica é diretamente influenciada pela demanda, e os principais fatores que influenciam a demanda são (Billings e Jones, 1996): população (crescimento populacional é o principal fator e o de maior impacto na demanda); ciclos econômicos que provocam flutuações no setor de produção industrial e comercial; tecnologia; clima (picos de consumo no verão); preço; programas de eficiência e conservação./

A cobertura urbana de oferta de água diminuiu entre 1990 e 1994, como mostra a Tabela 2.1 (Schuringa, 2001).

Tabela 2.1 Cobertura urbana de oferta de água em 1990 e 1994 (Water Supply and Sanitation Sector Monitoring Report, WHO, WSSCC e Unicef (1996) em Schuringa, 2001).

Área	1990	1994
América Latina	90%	88%
Ásia e Pacífico	83%	84%
Ásia Ocidental	87%	98%
África	67%	64%

As perspectivas indicam uma significativa mudança no cenário de escassez de água nos próximos anos, como mostrado na Tabela 2.2:

Tabela 2.2 Perspectivas de disponibilidade de água (Deca, 2000).

Previsões	1999	2050
População mundial (bilhões)	6,0	9,4
Suficiência	92%	58%
Insuficiência	5%	24%
Escassez	3%	18%

Deve-se fazer uma diferenciação entre consumo e demanda.\* O consumo corresponde à quantidade de água que se usa para atender as necessidades de higiene, saúde e bem estar social. A demanda engloba o consumo e as perdas do sistema, utiliza-se o termo gerenciamento da demanda e não gerenciamento do consumo. Neste sentido, o consumo da água pode ser enquadrado em categorias, conforme a Tabela 2.3.

Tabela 2.3 Categorias de consumo e uso interno e externo da água no meio urbano (Maddaus, 1987 em Tomaz, 2000).

<b>Uso urbano da água</b>	<b>Uso da água</b>
Residencial unifamiliar	Uso interno Uso externo: rega de jardim, lavagem de carros, etc.
Residencial multifamiliar	Uso interno Uso externo
Comercial	Uso interno Uso externo
Industrial	Uso interno: água de processo, água para resfriamento e água para fins domésticos. Uso externo
Público	Uso interno Uso externo

O perfil de consumo varia entre países e até mesmo entre cidades de um mesmo país, principalmente em função do clima e aspectos culturais. Isto pode ser observado na Tabela 2.4, que apresenta esta variação de demanda de acordo com a população em cidades americanas.

Tabela 2.4 Consumo per capita de água em cidades americanas (American Water Works Association (1991) em Billing e Jones, 1996).

<b>População servida (hab)</b>	<b>l/hab/dia</b>
10.000 – 25.000	598
25.000 – 50.000	636
50.000 – 100.000	659
+ 100.000	692

\*O Brasil é o país com maior disponibilidade hídrica, mas é caracterizada por sua distribuição bem heterogênea (Figura 2.1). Refletindo isto, estados como Paraíba, Pernambuco, Distrito Federal, Sergipe, Rio Grande do Norte e Alagoas encontram-se em situação crítica de escassez hídrica.

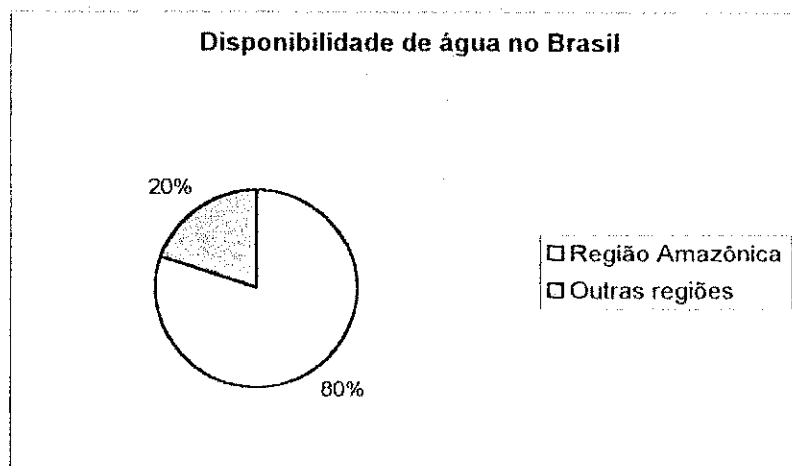


Figura 2.1 Disponibilidade de água no Brasil (Adaptado de Lanna, 1999).

A distribuição dos usos de água no Brasil (Figura 2.2) demonstra a importância da irrigação e seu alto consumo e reflete a realidade econômica e cultural do país.

Falkenmark e Widstrand (1992) afirmam que um indivíduo requer no mínimo 100 l/hab/dia para atender suas necessidades domésticas e de saúde. De acordo com a Figura 2.3, considerando uma média de quatro pessoas por habitação, o consumo médio no Brasil varia de 131 a 795 l/hab/dia. Há estados com o consumo médio de 200 l/hab/dia (como a Paraíba). Estes dados comprovam que se consome de 31 a 79,5% a mais no Brasil, do que realmente cada habitante necessita.

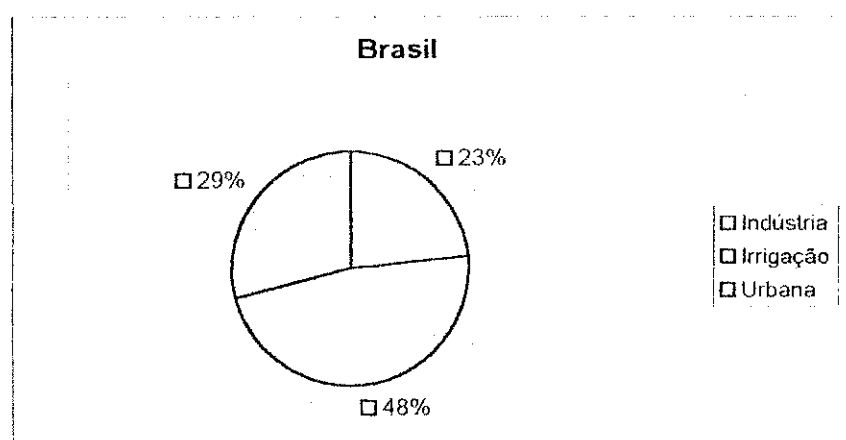


Figura 2.2 Distribuição percentual do uso de água no Brasil (Adaptado de Lanna, 1999).

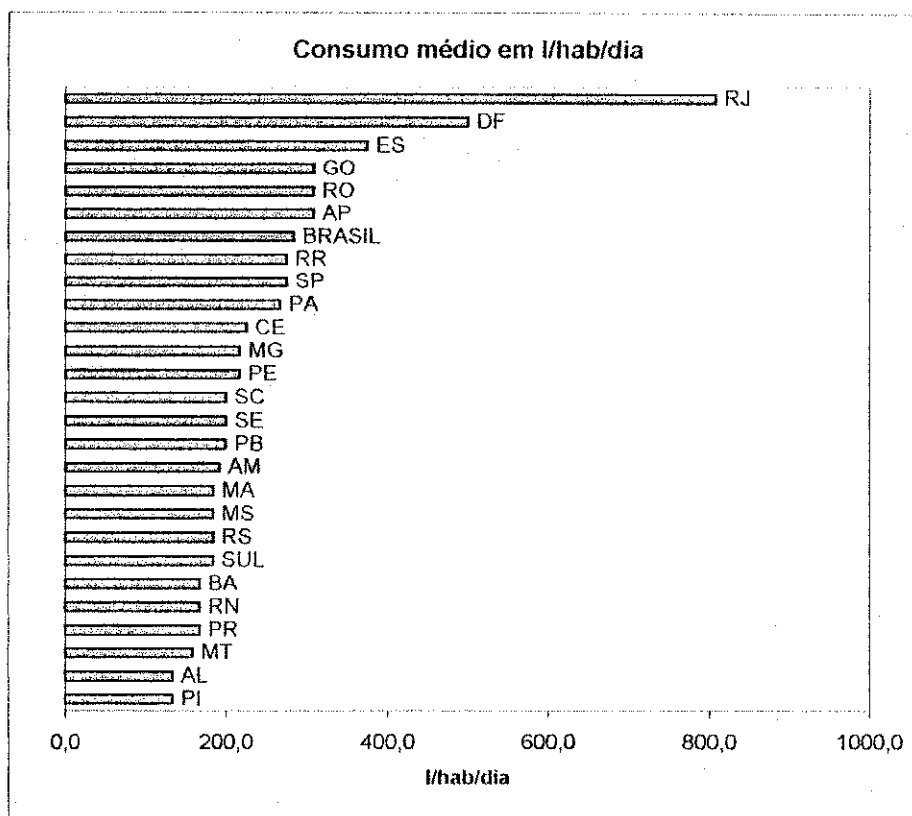


Figura 2.3 Consumo médio em l/hab/dia no Brasil (Adaptado de Lanna, 1999).

#### 2.1.1.1. Consumo residencial

Nas últimas décadas, o padrão de consumo residencial mudou bastante, como demonstrado pela Tabela 2.5 para o caso da Holanda, onde se compara o consumo em 1980 e 1992 para este país. O consumo em 1980 passou de 107,5 l/hab/dia para 135 l/hab/dia, representando um aumento de 20% em 12 anos.

Os valores apresentados na Tabela 2.5 sofrem modificações, quando se referem à realidade brasileira. Estimativas do perfil de consumo de água residencial determinadas pela Universidade de São Paulo (USP) e pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) (Figuras 2.4 e 2.5) demonstram a necessidade de um contínuo estudo do perfil de consumo brasileiro, visto que, observam-se diferenças significativas na distribuição do consumo entre os pontos de utilização, principalmente quanto ao consumo da bacia sanitária.

Tabela 2.5 Consumo residencial na Holanda em 1980 e 1992 (Achttienribbe,1993).

Componentes do consumo	Litros/uso		Frequência/dia		Nível de posse (%)		Uso (l/hab/dia)	
	1980	1992	1980	1992	1980	1992	1980	1992
Banheira	150	120	0,30	0,17	25	39	11,3	8,0
Chuveiro	45	63,5	0,50	0,63	80	99	18,0	39,5
Lavar as mãos	4	4	1,75	0,97	80	95	5,6	3,7
Bacia sanitária	8,25	7,16	3,75	5,94	-	100	30,9	42,7
Máquina de lavar roupas	130	100	0,18	0,25	92	94	21,5	23,2
Lavar roupas com as mãos	40	40	0,06	0,06	100	100	2,4	2,4
Máquina de lavar louça	60	25	0,25	0,22	9	13	1,4	0,7
Lavar pratos com as mãos	15	11,2	0,70	0,78	100	100	10,5	8,8
Preparação da comida	-	-	-	-	-	-	2,6	2,6
Outros	-	-	-	-	-	-	3,3	3,3
Total							107,5	135,0

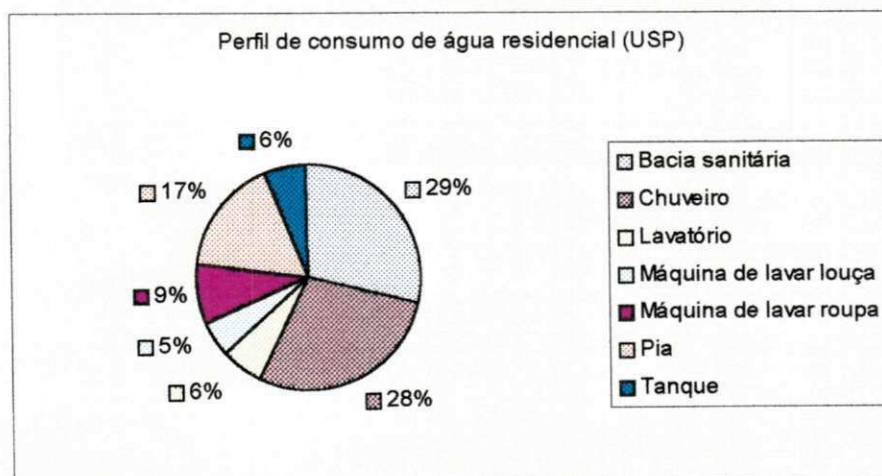


Figura 2.4 Perfil de consumo de água residencial (USP) (Deca, 2000).

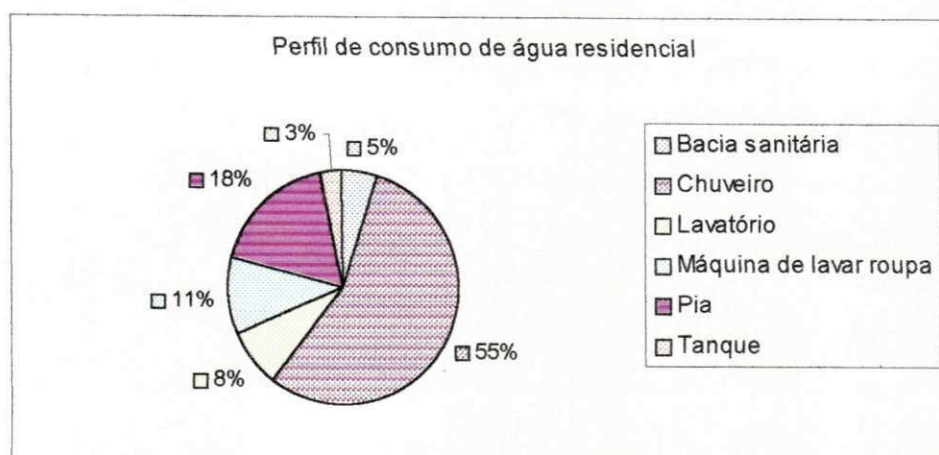


Figura 2.5 Perfil de consumo de água residencial SABESP (2001).

### 2.1.1.2. Consumo industrial

A água na indústria é usada como fator de produção. Assim, a água representa um elemento muito precioso na cadeia produtiva e sua escassez é refletida diretamente nos custos de produção.

O consumo industrial de água é bem variado e elevado em virtude da grande variedade de atividades, insumos, tecnologias de produção e técnicas de reuso de água. A Tabela 2.6 elenca exemplos de atividades industriais e seus respectivos consumos de água.

Tabela 2.6 Consumo de água de algumas atividades industriais (Qasim, 1994 em Tomaz, 2000).

Atividade industrial	Quantidade
Abatedouro de gado	40 a 50 l/cabeça/dia
Aço	260 a 300 m <sup>3</sup> /ton
Curtume	60 a 70 m <sup>3</sup> /ton de carne processada
Enlatamento de conservas	30 a 60 m <sup>3</sup> /ton
Fábrica de laticínios	2 a 3 m <sup>3</sup> /ton

### 2.1.2. Experiências de gerenciamento da demanda de água

Algumas cidades já adotaram o gerenciamento da demanda como estratégia de gestão de recursos hídricos (Tabela 2.7). O sucesso dos esforços restringiu o uso doméstico da água, combinando incentivos econômicos e regulamentações.



Tabela 2.7 Algumas iniciativas de gerenciamento da demanda.

Cidade ou local/País	Atividades
Brasil (Brasil, 2000; SABESP, 2001)	Promulgação da Lei Federal Nº 9.433/97 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) Programa de Uso Racional da Água (PURA) NBR 6452 de 1997
Waterloo/Canadá (Regional Municipality of Waterloo, 2000)	Retardou a expansão da oferta de água através de programas de eficiência do uso da água como distribuição de bacias sanitárias de menor consumo. O uso de água per capita diminuiu em 10% nos últimos 3 anos, desde 1991.
British Columbia/Canadá (British Columbia Ministry of Environment, Lands e Parks, 1999)	Desenvolveu o programa <i>Water Conservation Strategy</i> que provê um sistema de gerenciamento da demanda.
Cidade do México (Postel, 1992; National Research Council, 1995)	Troca de 350.000 bacias sanitárias por modelos de 6 litros, economizando água necessária para atender as necessidades de 250.000 residências; com previsão, em 1996 de redução do consumo per capita de 300l/hab/dia para 150 l/hab/dia.
México (Hazin, 1997)	Reforma no sistema institucional e legal, descentralização no setor de água, novos tipos de financiamento, maior envolvimento do setor privado, criação de comitês de bacia hidrográfica.
África e Oriente Médio (Brooks et al., 2000)	<i>International Development Research Centre (IDRC)</i> identificou o gerenciamento da demanda de água nestas regiões como uma de suas prioridades de pesquisa; Formação de uma rede de pesquisa e informação.
Sudeste da Califórnia/ Estados Unidos (Postel, 1992)	O <i>Metropolitan Water District</i> pagou aos membros da agência \$125 por cada 1.000 m <sup>3</sup> que economizassem. Estimou-se, em junho de 1992, uma economia total de 33 milhões de m <sup>3</sup> /ano. Esforços de conservação têm cortado uma demanda anual de 541 milhões de m <sup>3</sup> , suficiente para abastecer 885.000 residências.
Jerusalém, Israel (Banco Mundial, 1998)	Instalações de aparelhos de água econômicos; identificação e reparo de vazamentos e irrigação mais eficientes contribuíram para uma queda de 14% per capita no uso de água de 1989 a 1991.
Seattle/ Estados Unidos (City of Seattle, 2000)	Programa <i>1% Water Conservation</i> objetiva que cada morador reduza o uso de água em 1% por ano durante 10 anos. Compõe-se de programas educacionais, incentivos financeiros, promoções especiais que ajudem a atingir a redução de 1%.
Bogor, Indonésia (Banco Mundial, 1998)	Devido ao alto custo de expansão da oferta, adotou-se um aumento nas tarifas de água de 30% e uma campanha pública para reduzir o consumo. Em três meses, o consumo médio mensal diminuiu em 29%.
Singapura (Postel, 1992)	Com o crescimento no uso de água duas vezes mais rápido que o populacional, reduziu-se o consumo em 10% através de reparo de vazamentos e conservação da água com altos preços na tarifa de água e educação pública.

As experiências mostradas na Tabela 2.7 comprovam a possibilidade de se atender demandas hídricas futuras através da maior eficiência dos usos atuais. As alternativas de gerenciamento da demanda de água, como troca de aparelhos sanitários mais econômicos e campanhas educacionais, estão sendo usadas não apenas como

respostas emergenciais à escassez hídrica, mas também como estratégias de gestão a fim de que sejam atendidas demandas hídricas futuras pelo aumento da eficiência dos usos atuais. Nos itens seguintes, algumas das experiências relacionadas na Tabela 2.7 são detalhadas.

#### **2.1.2.1. Brasil**

No Brasil, alguns dos fatos concorrentes para o gerenciamento da demanda de água são:

- Aprovação da Lei Federal nº 9.433/97;
- Criação de programas de gerenciamento da demanda como o PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água);
- Programas de gerenciamento da demanda em execução em alguns estados brasileiros (como o PURA paulista);
- NBR 6452.

#### **Lei Federal nº 9.433/97**

A Lei Federal nº 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos apresentando suas diretrizes, fundamentos, instrumentos e competências, entre outras disposições. A Lei representa a possibilidade de adoção do que é chamado por Lanna (1993) de “modelo de gerenciamento sistêmico de integração participativa”, uma vez que propõe uma estrutura de gestão diferente da praticada até então, adotando uma visão sistêmica dos usos de água e prevendo a participação da sociedade nos processos decisórios.

‘Dentre os instrumentos de gestão de recursos hídricos propostos pela Lei estão a outorga do direito de uso da água e sua respectiva cobrança, que visam auxiliar no disciplinamento do uso da água contribuindo, portanto, para o seu uso racional.’ Vários estados brasileiros têm acompanhado este processo, já sendo possível identificar sistemas de outorga e cobrança em fase de implementação.

## PNCDA

O PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água) foi criado e é coordenado pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (Silva, 1996; Brasil, 2000). O programa objetiva promover o uso racional da água para abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parcela substancial dos investimentos para a expansão dos sistemas. Consiste, portanto, em identificar e implantar um conjunto de medidas que revertam o quadro de desperdício caracterizado, a partir de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia de água para consumo, tendo como objeto o sistema de abastecimento de água, compreendendo a produção e a distribuição, as instalações prediais, incluindo ações que visem a mudança de comportamento na relação população/consumo de água.<sup>1</sup> Desta forma, o próprio Governo Federal estimula ações como esta, que procuram conscientizar a postura de cada cidadão perante o uso da água.

No âmbito do PNCDA, em setembro de 1997, foi celebrado um primeiro convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental (FUPAM), vinculada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. O convênio teve como escopo a realização de estudos especializados e a organização de um conjunto de Documentos Técnicos de Apoio - DTA - às atividades do Programa, nas áreas de planejamento das ações de conservação, de tecnologia dos sistemas públicos de abastecimento de água e de tecnologia dos sistemas prediais de água e esgoto. Os DTAs foram desenvolvidos em três grandes temas: planejamento, gestão e gerenciamento da demanda; conservação nos sistemas públicos e conservação nos sistemas prediais.

Como parte do PNCDA foi concebido um Projeto Piloto, em execução no Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Juazeiro - BA, para experimentar ações de redução de perdas e combate ao desperdício de água. O principal objetivo do projeto é a aplicação das metodologias desenvolvidas nos Documentos Técnicos de Apoio (DTA). Visa-se, portanto, a realização de diagnóstico das perdas. Para sua execução, foi firmado convênio com a FUSP (Fundação da Universidade de São Paulo), a qual licitou serviços de

empresas especializadas em saneamento, apoio de pesquisadores do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e da Universidade de São Paulo.

O Projeto Piloto divide-se em onze subprojetos, os quais permitirão diagnosticar as principais fontes de desperdício de água e detectar não apenas a ordem de grandeza das perdas devidas a cada fonte, mas, também, as melhorias na qualidade dos serviços prestados passíveis de execução:

- Subprojeto 1: Detalhamento da pesquisa de campo;
- Subprojeto 2: Modernização do cadastro técnico;
- Subprojeto 3: Estudo de setorização e macromedição do sistema;
- Subprojeto 4: Modernização do cadastro comercial;
- Subprojeto 5: Melhoria de micromedição em setor piloto;
- Subprojeto 6: Estudo de adequação de modelos de hidrômetros em instalações residenciais;
- Subprojeto 7: Avaliação de perdas de água em ligações prediais;
- Subprojeto 8: Influência da redução de pressão nas perdas da distribuição;
- Subprojeto 9: Avaliação do consumo pelo uso de instalações domiciliares economizadoras de água;
- Subprojeto 10: Pesquisa de vazamentos não visíveis;
- Subprojeto 11: Avaliação do volume de água de processo utilizado na ETA.

### **PURA**

O PURA (Programa de Uso Racional de Água) foi desenvolvido pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) a partir de 1996 para a área da Região Metropolitana de São Paulo. Este programa abrange várias atividades como: uso racional de água em edifícios, caracterização do consumo de água de aparelhos sanitários economizadores de água, controle de perdas de água, entre outras.

O sub-programa de “uso racional de água em edifícios” do PURA tem como objetivo principal gerenciar racionalmente a demanda e o consumo de água possibilitando (SABESP, 2001):

- Reduzir o consumo de água para atender maior número de usuários;
- Otimizar os sistemas através da diminuição das demandas horárias de água;
- Reduzir os volumes de esgoto a serem tratados;
- Preservar os recursos hídricos;
- Diminuir a demanda de energia elétrica na operação de sistemas de abastecimento de água;
- Diminuir os investimentos na captação de água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas e em sistemas de tratamento e distribuição;
- Prorrogar a vida útil dos mananciais existentes, ou seja, preservar os recursos hídricos disponíveis;
- Diminuir as demandas horárias de esgoto a coletar e, conseqüentemente, reduzir os investimentos em redes e estações de tratamento.

Na Figura 2.6 tem-se um resumo das atividades do PURA executadas na Escola Estadual Toufic Jouliam na cidade de São Paulo. Observa-se uma redução de 80% no consumo final de água. Este significativo resultado demonstra que apenas algumas ações podem proporcionar o uso racional da água, sem que haja prejuízos nos aspectos de saúde e conforto do indivíduo.

O sub-programa “caracterização do consumo de água de aparelhos sanitários economizadores de água” teve por objetivo apresentar os resultados das medições realizadas do consumo de água em lavatórios, bacias sanitárias e mictórios de dois banheiros, masculino e feminino. Estes aparelhos foram, inicialmente, monitorados com torneiras e válvulas de descargas comuns que, posteriormente, foram substituídos por modelos economizadores de água (Barreto et al, 1999).

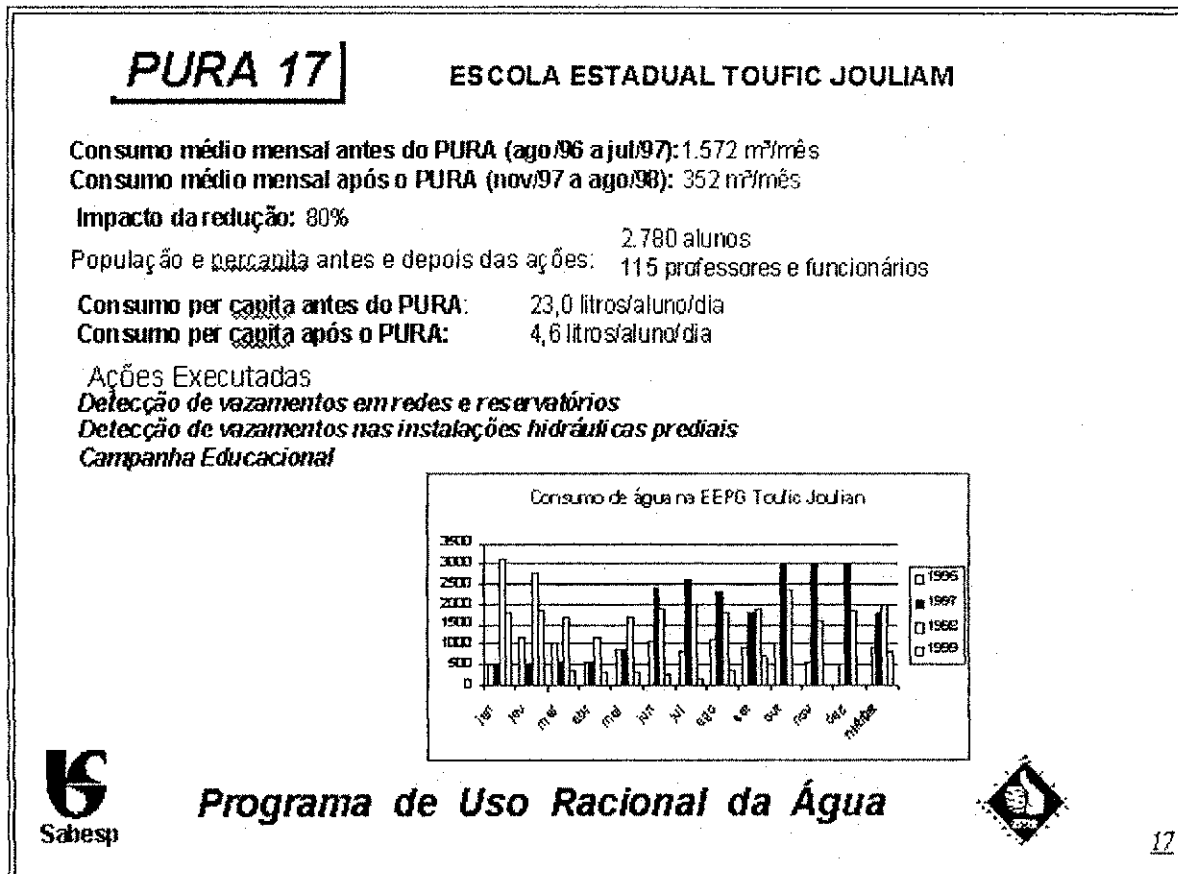


Figura 2.6 Estudo de caso do PURA (SABESP, 2001).

### NBR 6452

Deve-se ressaltar, ainda no contexto brasileiro, a importância da NBR 6452 de 1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). De acordo com a norma, a partir de 2002 todas as caixas de descarga produzidas no Brasil terão capacidade máxima de 6 litros. Isto pode representar, para alguns casos, uma economia de água de mais de 50% neste aparelho sanitário. Várias empresas já desenvolvem e comercializam tais caixas, entretanto, a produção é limitada e parte dela é voltada à exportação, o que encarece o produto (Leal, 2000).

#### 2.1.2.2. Canadá

Waterloo, Ontario

A cidade de Waterloo, Província de Ontario, Canadá, adotou, desde a década de 80, um programa de eficiência no uso da água, sendo considerada a líder no Canadá em atividades de promoções e iniciativa de programas de uso eficiente da água para residências, indústria, comércio e setores institucionais da comunidade. O plano de gerenciamento de recursos hídricos de Waterloo é composto basicamente pelos seguintes programas: *Water Resources Protection*, *Long Term Water Strategy (LTWS)*, *Water Efficiency* e *Water Supply Operations* (Regional Municipality of Waterloo, 2000).

O “*Long Term Water Strategy (LTWS)*” foi implementado desde 1991, com o objetivo de selecionar opções de oferta de água para atender à região de Waterloo até o ano de 2041. Foi dividido em três fases. As Fases I e II analisaram projeções de população; demanda de água; iniciativas de eficiência para o período de estudo; qualidade e quantidade de água; impactos ambientais e custo de implantação de cada opção. Na fase III desenvolveu-se o processo para selecionar a melhor opção de oferta de água para a região, de acordo com critérios tais como quantidade e qualidade da água; confiabilidade; aceitabilidade pública; flexibilidade, custo, construtividade, sustentabilidade e controle.

Durante o desenvolvimento do LTWS criou-se o *Water Efficiency Master Plan (WEMP)* que é um programa específico para análise de custo em longo prazo com os seguintes objetivos: metas específicas para redução de uso de água pelos próximos 20 anos; detalhamento nos programas de eficiência no uso da água, incluindo iniciativas de orçamentos e programas para os primeiros 10 anos; métodos de monitoramento de eficiência para cada programa;

Com base nos estudos do LTWS adotou-se como estratégia de gerenciamento, a redução na demanda e eficiência na oferta de água e recomendou-se uma redução de 6820 m<sup>3</sup>/dia até 2009/ (Regional Municipality of Waterloo, 2000). Os componentes mais importantes deste programa de eficiência e gerenciamento de demanda são:

- Programa de conscientização da população buscando a redução dos usos domésticos de água;
- Programas educativos e de conscientização buscando a redução no uso de água industrial, comercial e institucional;

- Programa de substituição dos sanitários residenciais oferecendo 5.000 reembolsos por ano;
- Incorporação do assunto nos currículos escolares de 1º e 2º grau;
- Investigação de mudanças nas estruturas de abastecimento de água;
- Equipe regional para explorar agressivamente as iniciativas de usos eficientes da água das indústrias, comércios e instituições, com prioridade em relação à expansão da capacidade de oferta.

O sub-programa de substituição dos sanitários residenciais (*Toilet Replacement Program – TRP*) é um dos componentes mais bem sucedidos do LTWS. Tendo sido identificado que cerca de 30% da água consumida nas residências é de descarga de sanitários, o TRP foi implementado em 1994 com o objetivo de incentivar a substituição dos sanitários que consomem de 18 a 30 litros de água/descarga por sanitários que consomem 6 litros/descarga. Qualquer residente conectado ao serviço de abastecimento municipal pode participar do TRP. As regras para a substituição dos sanitários são as seguintes:

- Para cada ano em curso poderão ser substituídos, no máximo, 5.000 sanitários através do TRP;
- Para incentivar a substituição dos sanitários, a municipalidade oferece um cheque de \$40,00 (dólares canadenses) por sanitário trocado;
- Permite-se a troca, no máximo, de dois sanitários/residência/ano;
- Os 5.000 primeiros cadastrados no TRP serão contemplados com o reembolso de \$40,00;
- Qualquer fabricante de sanitário do tipo 6 litros é aceito pelo TRP;
- Tendo sido cadastrado no TRP, o residente tem 90 dias para instalar o sanitário e enviar pelo correio a especificação do fabricante como comprovação de aquisição de um sanitário modelo 6 litros;
- Posteriormente, algumas residências são, aleatoriamente, visitadas por uma equipe de fiscalização.



Verificou-se que a economia obtida, em média, a cada três sanitários trocados é de 100 l/dia e a economia na conta de água e esgoto é em, média, de \$50,00/ano. O programa de gerenciamento de Waterloo tem proporcionado uma redução de 10% no consumo per capita nos últimos anos, postergando a ampliação do sistema de oferta.

### **British Columbia**

Uma outra Província canadense a desenvolver programa de gerenciamento da demanda é a British Columbia. O programa é denominado de *Water Conservation Strategy* e objetiva garantir água suficiente para todos os usos através do uso eficiente e encorajar um maior gerenciamento nos sistemas de oferta de água. Este programa identificou dez estratégias como uma forma de minimizar barreiras às ações de uso eficiente da água e ampliá-las (British Columbia Ministry of Environment, Lands e Parks, 1999):

#### a) Ações para capacitar e regulamentar:

- Capacitar o governo local para que este exija a adoção de medidas de conservação de água;
- Considerar formas para melhorar e rever as políticas e processos adotados;
- Prover meios para a atualização de códigos de obras e instalações.

#### b) Ações para planejar, gerenciar e avaliar:

- Encorajar o uso eficiente da água em longo prazo incluindo planejamento do sistema de oferta de água;
- Apoiar o desenvolvimento de padrões industriais e guias de jardinagem paisagística e irrigação.

#### c) Ações para avaliar e motivar:

- Promover uma revisão na estrutura tarifária;
- Apoiar o desenvolvimento de incentivos financeiros aos municípios, fornecedores e usuários.

#### d) Ações de comunicação e educação:

- Reforçar a importância e aprimorar programas de educação;

- Desenvolver seminários, workshop e guias.

e) Ações para incentivar o desenvolvimento do mercado e inovações:

- Prover opções de inovações.

A implementação destas estratégias foi iniciada em 1999 e deverá ser concluída em dois ou três anos. O primeiro passo foi discutir as estratégias com gestores, tomadores de decisão e usuários.

### 2.1.2.3. México

A Região Metropolitana da Cidade do México (RMCM) enfrenta problemas de qualidade de água e limitações de oferta de água para seu abastecimento, devido, principalmente, ao crescimento populacional e econômico; à ausência de planos de controle do uso da água e a exaustão do aquífero que abastece 80% da região.

A RMCM é formada pelo chamado Distrito Federal (composto por 16 cidades) e o Estado do México (17 cidades) totalizando uma população em torno de 15 milhões de habitantes. As características do uso da água na RMCM estão dispostas na Tabela 2.8.

Em face da gravidade do problema, a Cidade do México lançou um programa de troca de sanitários convencionais que usam 16 litros de água/descarga por modelos que consomem 6 litros/descarga em lugares públicos, edifícios comerciais e nas residências. Desde 1991 já foram trocados 350.000 sanitários, resultando em uma redução de consumo da ordem de 28 milhões de metros cúbicos de água por ano, suficiente para atender 250.000 residências.

Tabela 2.8 Características de uso da água na RMCM (National Research Council, 1995).

	Distrito Federal	Estado do México
Área total da RMCM (km <sup>2</sup> )	1504	2269
Área servida pelo mesmo sistema de distribuição de água e esgoto sanitário (km <sup>2</sup> )	667	620
População da RMCM (milhões)	8,3	6,8
Uso diário per capita de água (l)	364	230
Usos por categoria (%)		
Doméstico	67	80
Industrial	17	17
Comercial e serviços urbanos	16	3

Como forma de incentivo ao uso de instalações prediais de menor consumo de água e de mostrar a população à situação crítica do abastecimento, desenvolveram-se campanhas públicas educativas nas escolas e meios de comunicação. Com a aplicação destes programas de conservação previu-se uma redução no perfil de consumo de 300 l/hab/dia para 250 l/hab/dia em 1996 (Postel, 1992).

Além dos problemas de água de sua capital, o México também enfrenta problemas associados com a oferta de água que são decorrentes, principalmente, da insuficiente cobertura de água no país, do crescimento populacional (2% ao ano), da operação ineficiente dos sistemas de abastecimento de água, da distribuição temporal e geográfica dos recursos hídricos, da baixa tarifação, da poluição e baixa capacidade de tratamento. O índice de perdas de água no país chega a 40%. Assim, o governo federal focalizou a solução do problema desenvolvendo uma estratégia de gerenciamento urbano da água constando de quatro políticas principais (Hazin, 1997):

- Reforma no sistema institucional e legal: Criação da chamada “Lei das Águas Nacionais” (1992) que regula e incentiva investimentos privados no setor de água, inclui a construção e operação de estações de tratamento de água, e expansão do sistema de oferta de água, regula as concessões para as companhias de abastecimento e estabelece a outorga da água que pode ser tratada em um mercado aberto;
- Descentralização no setor de água: Iniciado em 1983 com a passagem da responsabilidade de prover abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário do governo mexicano para as prefeituras. Acredita-se, assim, que com a descentralização será possível identificar as reais necessidades e atendê-las de forma mais apropriada, além de incentivar o melhor gerenciamento dos recursos;
- Novos tipos de financiamento: Criação do chamado “Fundo de Investimento em Infraestrutura”, como uma forma de promover mais oportunidade de investimento, financiar projetos de infraestrutura e atrair mais investidores estrangeiros;
- Maior envolvimento do setor privado: Permite acesso a novos financiamentos e tecnologias, e qualificação de recursos humanos, garantindo a continuidade da política de gerenciamento.

A política de gerenciamento de recursos hídricos do México prevê também a criação de comitês de bacia hidrográfica com participação do governo federal, usuários,

sociedade e estados objetivando a formulação de estratégias e políticas para o setor de água.

A experiência do México enfatiza que o compromisso entre entidades públicas e privadas é um dos fatores chave para se atingir o gerenciamento de água mais eficiente.

#### 2.1.2.4. África e Oriente Médio

As ofertas de água têm sido reduzidas pelas demandas crescentes, poluição generalizada e a salinização das águas superficiais e subterrâneas na África e no Oriente Médio. Para essas regiões, pesquisadores indicam uma queda de 80% nas projeções de disponibilidade de água per capita de 1997 a 2025.

Em tais circunstâncias, o gerenciamento da demanda de água é uma alternativa significativa para melhorar o padrão e a qualidade de vida do local (Brooks et al., 1997). Considerando este contexto, o *International Development Research Centre (IDRC)* identificou o gerenciamento da demanda de água nestas regiões como uma de suas prioridades de pesquisa, formando uma rede de pesquisa e informação sobre o assunto. Seguindo as recomendações do IDRC, as regiões desenvolvem pesquisas nas seguintes áreas (Tabela 2.9):

Tabela 2.9 Resumo das atividades de pesquisa do International Development Research Centre (IDRC) em Gerenciamento da Demanda de Água (GDA) na África e Oriente Médio (Stiles, 1997).

Tipo de Pesquisa	Número de pesquisas realizadas e respectiva sub-região			
	NA&OM	Oeste da África	Leste da África	Sul da África
Avaliação e desenvolvimento de políticas de GDA	16	5	5	8
Desenvolvimento de tecnologias de GDA	18	8	4	1
Documentação de sistemas tradicionais de gerenciamento de recursos hídricos	15	6	7	2
Aperfeiçoamento de distribuição de água intersetorial	17	8	4	1
Desenvolvimento financeiro para sistemas de gerenciamento	13	6	8	7
Desenvolvimento de alternativas institucionais	16	2	3	3
Desenvolvimento local de oferta de água	16	3	4	-
Racionamento e reciclagem de água	-	-	-	7
Melhoria na eficiência na irrigação	-	-	1	1
Desenvolvimento de ferramentas educacionais e informativas	-	-	-	10
Número total de instituições envolvidas	22	10	27	29

NA&OM: Norte da África e Oriente Médio.

Na África do Sul desenvolve-se um projeto multinacional de gerenciamento da demanda de água, conduzido pelo *Swedish International Development Agency*, além da elaboração do *National Water Policy* que prevê a necessidade do uso eficiente da água acompanhado do gerenciamento da demanda de água (Perkins, 1999; Tate, 2001).

### **2.1.3. Identificação de alternativas genéricas de gerenciamento da demanda urbana de água**

Para atingir o principal objetivo do gerenciamento da demanda deve-se desenvolver instrumentos interdependentes, cuja aplicação e execução dependerão das condições locais. O Banco Mundial (1998), por exemplo, elencou os seguintes instrumentos de gerenciamento da demanda de água:

- Incentivos para adoção de tecnologias e de alternativas de gerenciamento para aumentar a eficiência do uso da água, de sua alocação e de sua distribuição;
- Tarifas e incentivos fiscais para firmas que adotem tecnologias para economizar e conservar a água;
- Sistemas de reuso;
- Sistemas de dessalinização;
- Tecnologias de eficiência no uso de água subterrânea;
- Programas educacionais;
- Controle administrativo, através da racionalização, restrição de certos usos, programas para reduzir vazamentos.

Com base na revisão bibliográfica apresentada neste Capítulo, o que inclui as experiências indicadas na Tabela 2.7, esta pesquisa concebeu as seguintes categorias de alternativas genéricas para gerenciar a demanda urbana de água:

- a) Alternativas tecnológicas: medição individualizada em edifícios, instalações prediais que reduzam o consumo, sistemas individuais ou comunitários de captação de água de chuva, reuso de água, micro e macro medição na rede, sistemas automatizados de monitoramento e controle da rede de distribuição, entre outros.

- b) Alternativas educacionais: incorporação da questão da água aos currículos escolares, programas e campanhas de educação ambiental, adequação dos currículos dos cursos técnicos e universitários, programas de reciclagem para profissionais, entre outros.
- c) Alternativas econômicas: estímulos fiscais para redução de consumo e adoção de novos instrumentos tecnológicos, tarifação que estimule o uso eficiente da água sem penalizar os usuários mais frágeis economicamente, estímulos ou penalização financeira que induzam o aumento da eficiência da concessionária de distribuição de água, cobrança pelo uso da água bruta, entre outros.
- d) Alternativas regulatórias/institucionais: outorga dos direitos de uso da água, legislação que induza o uso racional da água, regulamentação de uso da água para usos externos, regulamentação de novos sistemas construtivos e de instalações prediais, regulamentação mais adequada da prestação do serviço de concessão e distribuição de água, criação de comitês de bacia hidrográfica, entre outros.

### 3. ANÁLISE MULTICRITERIAL

Os primeiros métodos de análise multicriterial (multiobjetivo ou multiatributo) foram desenvolvidos no início da década de 70, surgindo inicialmente em três grandes áreas: Pesquisa Operacional, Economia e Psicologia. Desde então a programação multiobjetivo, incorporada ao planejamento de recursos hídricos, tem crescido consideravelmente (Wen e Lee, 1998).

Com a análise multicriterial passou-se a:

- Considerar vários objetivos conflitantes ou pelo menos divergentes, no lugar de um único objetivo como era usual em análise de otimização;
- A relação entre o analista do sistema e o tomador de decisão tem um peso maior, visto que esta pode interferir na forma de resolução do problema.

Em problemas com um único objetivo a solução ótima é atingida maximizando ou minimizando uma função objetivo. Na análise multiobjetivo ou multicriterial, a melhor solução do conflito será aquela de melhor compromisso, ou seja, aquela que melhor atenda aos objetivos em conjunto. Esta solução, não necessariamente, representa o ótimo para todos os objetivos. A otimização multicriterial, portanto, estende a teoria da otimização, permitindo que múltiplos objetivos sejam “otimizados” simultaneamente, o que é conhecido por vários nomes como otimização de Pareto, vetor de

otimização, otimização eficiente, otimização multicriterial, entre outros. As soluções são referidas como ótimo de Pareto, vetor máximo, pontos eficientes e soluções não-dominadas. Não existe um único ótimo em um problema com múltiplos objetivos, o que se tem é um conjunto de ótimos que satisfazem de formas diferentes os diferentes objetivos da análise.

Neste tipo de análise, os objetivos a serem escolhidos não devem ser redundantes, insuficientes na abrangência do estudo e contados duplamente. Para tanto, alguns autores sugerem a hierarquização dos objetivos que são quantificados através de critérios medidos em escala ordinal ou cardinal. Na escala ordinal é atribuído para cada alternativa de solução um valor relativo de acordo com a preferência do decisor pelas soluções em termos de satisfação do objetivo, isto é, valores subjetivos. Na escala cardinal atribui-se um valor absoluto. Cada objetivo considerado pode ser avaliado por vários critérios com diferentes níveis de satisfação para o analista, tomadores de decisão e participantes do conflito (Fontane et al., 1997).

A relação entre os valores dos critérios e os seus respectivos pesos é não-linear (Wen e Lee, 1998):

- As preferências dos tomadores de decisão não podem ser claramente definidas;
- Os objetivos são múltiplos, não-comensuráveis e de difícil classificação em termos de prioridade e seus pesos são relativos;
- Diferentes valores de objetivos podem conduzir à mesma combinação de pesos.

Hobbs et al. (1992) afirmam que, para escolher uma técnica multicriterial, deve-se considerar: a percepção do(s) usuário(s) quanto à adequação da(s) técnica(s) ao problema em questão; a facilidade de uso; a sua validade e produção das informações desejadas. Os mesmos autores destacam como as duas principais funções dos métodos multicritério no gerenciamento de recursos hídricos: demonstrar a performance das alternativas sob vários critérios e ajudar os usuários a articular e aplicar seus princípios ao problema de forma coerente e racional.



### 3.1. Conceito de dominância

A abordagem multicriterial caracteriza-se por princípios como o *ótimo de Pareto* que é formado pelo conjunto de todas as *soluções dominantes* ou *não inferiores* do espaço de busca, nas quais só há possibilidade de melhoria em um objetivo se outro piorar. Nas *soluções dominadas* ou *inferiores* pode se ter melhoria em ambos objetivos ao mesmo tempo. Portanto, o conjunto *não inferior* é o máximo que se pode conseguir em um problema com múltiplos objetivos conflitantes (Cohon e Marks, 1975) (Figura 3.1):

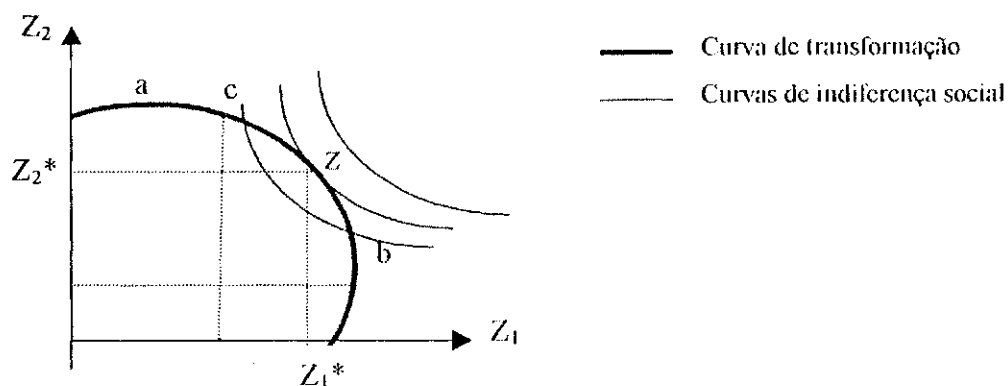


Figura 3.1 Conceitos básicos da análise multicriterial.

Onde:

- $Z_1$  e  $Z_2$ : objetivos;
- Curvas de indiferença social: representam soluções satisfatórias para a sociedade;
- Curva de transformação: condições de contorno;
- *Trade-off* (ou compromisso): quantidade de um objetivo sacrificada ou cedida em troca de um acréscimo de outro objetivo;
- Curva das *soluções não-inferiores* ou *dominantes*: trecho da curva de *a* a *d* cujos pontos obedecem à condição de não-inferioridade;
- Solução de melhor compromisso: ponto *Z*.

### 3.2. Representação analítica de um problema multicritério

Cohon e Marks (1975) afirmam que o problema multicritério pode ser conceituado como a otimização de um vetor, representado analiticamente por (Equação 3.1):

$$\text{Max } Z(x_1, x_2, \dots, x_n) = [Z_1(x_1, x_2, \dots, x_n), Z_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, Z_p(x_1, x_2, \dots, x_n)] \quad (3.1)$$

$$\text{Sujeito a: } \begin{array}{ll} g_i(x) \leq 0 & i = 1, 2, 3, \dots, m \\ x_j \geq 0 & j = 1, 2, 3, \dots, n \end{array}$$

Onde:

$Z(x_1, x_2, \dots, x_n)$  = função multiobjetivo p-dimensional;

$Z_1(x_1, x_2, \dots, x_n), Z_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, Z_p(x_1, x_2, \dots, x_n)$  = funções individuais

$p$  = número de objetivos

$g_i(x)$  = função-restrição m-dimensional

$x_j$  = vetor n-dimensional das variáveis de decisão

O conjunto  $X$  das soluções viáveis no espaço de variáveis de decisão é dado por:

$$X = \{x \in \mathbb{R}^n / g_i(x) \leq 0 \text{ e } x_i \geq 0, \text{ para todo } i, j\}$$

Um conjunto de soluções não dominadas  $X^*$  é definido por:

$$X^* = \{x \in X, \quad \text{não há outro } x' \text{ tal que}$$

$$Z_r(x') > Z_r(x) \quad \text{para } r = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{e } Z_k(x') \geq Z_k(x) \quad \text{para todo } k \neq r\}$$

### 3.3. A matriz de avaliação

A análise multicriterial fica mais clara de entendimento quando estruturada na forma matricial, que é definida por matriz de avaliação multicriterial ou matriz de impacto (Tabela 3.1).

Cada uma das  $n$  alternativas de solução é avaliada sob os  $p$  critérios estabelecidos no processo decisório. Os critérios de avaliação das alternativas representam a especificação dos objetivos em características e qualidades, em medidas adequadas de desempenho das soluções de planejamento. Na análise, há uma comparação de cada alternativa com todas as demais, com estabelecimento de uma hierarquia que aponta o conjunto das soluções de maior atratividade (*não-dominadas*) e a escolha da solução de melhor compromisso e, ainda melhor, a solução mais adequada, em termos de melhor atendimento do conjunto dos objetivos e sob os critérios fixados para a análise.

Tabela 3.1 Matriz de avaliação.

		Alternativas				
		A1	A2	A3	.....	An
Critérios	C1	C1(A1)	C1(A2)	C1(A3)	.....	C1(An)
	C2	C2(A1)	C2(A2)	C2(A3)	.....	C2(An)
	C3	C3(A1)	C3(A2)	C3(A3)	.....	C3(An)
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	Cp	Cp(A1)	Cp(A2)	Cp(A3)	.....	Cp(An)

#### 3.4. Classificação dos métodos multicritério

Os métodos de tomada de decisão podem ser classificados da seguinte forma (Fang et al., 1993) (Tabela 3.2):

Tabela 3.2 Classificação de técnicas de tomada de decisão (Fang et al, 1993).

		Objetivos	
		Um	Dois ou mais
Tomador de Decisão	Um	Maioria dos métodos de pesquisa operacional	Modelos multiobjetivo
	Dois ou mais	<i>Team Theory</i>	Modelos de resolução conflitos

Os métodos multiobjetivo, portanto, podem ser divididos primariamente, em métodos multiobjetivo (um decisor e múltiplos objetivos) e em modelos de resolução de conflitos (2 ou mais decisores e múltiplos objetivos). O método utilizado nesta pesquisa se

insere nesta última categoria. A Tabela 3.3 apresenta alguns exemplos de aplicação de análise multicriterial.

Tabela 3.3 Exemplos de aplicação de análise multicriterial em recursos hídricos.

<b>Autores</b>	<b>Método</b>	<b>Contribuições</b>
Al-Kloub e Abu-Taleb (1998)	Promethee V	Aplicação do método Promethee para ordenar <i>co-riparians</i>
Damázio et al. (2000)	Graph Model for Resolution Conflict (GMCR)	Aplicação do modelo GMCR na análise da importância de um sistema institucional de gestão das águas na solução de um conflito pelo uso da água.
Cordeiro Netto et al. (1996)	Electre III	Desenvolvimento de uma metodologia de tomada de decisão multiobjetivo para designar um sistema em longo prazo de oferta de água.
Hipel (1992)	-	Revisão bibliográfica dos métodos de análise multiobjetivo aplicados a problemas de recursos hídricos
Marchi et al. (1992)	-	Análise através da ótica multicriterial e multidecisória do potencial hídrico disponível da cidade de Troina, Itália.
Ribeiro (1992)	Método de análise de conflito	Aplicação do método em um conflito hipotético de recursos hídricos
Tkach e Simonovic (1997)	<i>Spatial compromise programming (SPC)</i>	Desenvolvimento de um método multiobjetivo espacial de tomada de decisão combinando a técnica multiobjetivo Programação de Compromisso com GIS para aplicação em controle de escoamento.
Yeh e Labadie (1997)	<i>Successive reaching dynamic programming (SRDP)</i> Algoritmos genéticos multiobjetivo (AGMO)	Aplicação do SRDP e do AGMO para planejar sistemas de controle de cheias
Yin et al. (1999)	<i>Fuzzy relation analysis (FRA)</i>	Análise de alternativas diversas constantes no estudo do "Working Committee 4" utilizando a ótica multiobjetivo do FRA.

### 3.4.1. Métodos multicritério discretos e contínuos

Chankong e Haimes (1983) alertam para uma classificação dos métodos multiobjetivo, que se refere ao tipo de variáveis e atributos, distinguindo grupos de

problemas com soluções discretas das com soluções contínuas. No caso dos problemas discretos, já se tem um conjunto de alternativas antes da análise multicriterial ou de uma nova análise. Enquanto que nos problemas contínuos, as técnicas incluem modelos com variáveis de decisão, restrições e funções objetivos.

### 3.4.2. Classificação em famílias

Vincke (1989) classifica os métodos multicritério em três grandes famílias:

- Teoria da Utilidade Multi-Atributo (“Multiple Attribute Utility Theory”): Encontram-se nesta família aqueles métodos que agregam os diferentes pontos de vista do problema a ser solucionado em uma única função objetivo que deve ser otimizada. Esta teoria baseia-se no seguinte axioma: todo decisor tenta inconscientemente ou implicitamente maximizar alguma função que agregue todos os pontos de vista que devem ser levados em consideração. E, portanto, as preferências do decisor são coerentes com o comportamento dessa função. Esses métodos baseiam-se na transitividade das relações de preferência e não admitem incomparabilidade, ou seja, todas as alternativas de solução são comparáveis entre si. Por esses motivos, as soluções obtidas são ditas completas. Os métodos mais simples e também os mais usados dessa família são os baseados no modelo aditivo, como a conhecida e tradicional média ponderada e o método Programação de Compromisso.
- Métodos de Desclassificação (“Outranking Methods”): O passo inicial deste tipo de método é a construção de uma relação, chamada relação de desclassificação, que representa as preferências manifestadas pelo decisor, dadas as informações disponíveis. Essas relações, em geral, não são nem completas nem transitivas. Esses métodos podem admitir relações de incomparabilidade entre alternativas. Os métodos Electre são os mais conhecidos representantes dessa família.
- Métodos Interativos (“Interactive Methods”): Esta família é a mais recente e propõe métodos que alternam passos de cálculo, que produzem soluções de compromisso sucessivas, e de diálogo, que possibilitam a obtenção de informação extra sobre as preferências do decisor, já que se parte do princípio segundo o qual, em situações complexas, o decisor tem grandes dificuldades em explicitar o seu sistema de preferências.

O modelo de análise multicritério via Lógica Difusa desenvolvido neste trabalho enquadra-se na classificação dos modelos de resolução de conflitos (múltiplos decisores e objetivos), visto que considera quatro objetivos (social, econômico, ambiental e técnico) e a participação de 28 decisores (participantes do processo de decisão). Quanto às outras classificações, é um modelo multicritério discreto, com critérios quantificados na escala ordinal e pertence à família dos métodos interativos.

As seções a seguir discutem os métodos com um decisor e com múltiplos decisores, com enfoque maior para esta última situação.

### **3.5. Métodos multicritério com um decisor**

Duckstein e Opricoviv (1980) afirmam que se pode identificar dois níveis hierárquicos na abordagem multicritério: o nível gerencial (decisor) e o nível técnico (analista). Este último define as alternativas e indica as conseqüências de cada alternativa, enquanto que aquele define os objetivos do projeto e escolhe a alternativa mais satisfatória dentre as oferecidas pelo analista. Portanto, os métodos multicritério com um decisor são classificados de acordo com o papel e as preferências do decisor no processo decisório:

- a) Métodos de geração de soluções não dominadas: Estes métodos não consideram no processo as preferências do decisor, levando em conta apenas as restrições físicas para gerar o conjunto de soluções não-dominadas. Este conjunto é apresentado ao decisor que faz sua escolha baseada no conhecimento dos compromissos dos objetivos.
- b) Métodos com articulação a priori de preferências: Na utilização deste método, é necessária uma prévia exposição das preferências pelos decisores. Desta forma, com o conhecimento das preferências dos decisores o analista identifica melhor a solução de compromisso sem a geração do conjunto de soluções não-dominadas.
- c) Métodos com articulação progressiva de preferências: Estes métodos são caracterizados, principalmente, pelo questionamento do decisor após encontrar uma solução. Este questionamento verifica se o nível atingido do atendimento aos objetivos é satisfatório, caso não seja, o problema é modificado e resolvido novamente. Desta forma, as preferências são estabelecidas iterativamente durante o processo. Os métodos desta categoria caracterizam-se por um algoritmo geral que:

- Encontra uma solução não inferior;

- Analisa a reação do decisor quanto à solução encontrada, modificando-a se for o caso;
- Repete os dois passos anteriores até que a solução seja satisfatória ou que o método utilizado não ofereça mais possibilidades de iteração.

Técnicas que se inserem nas três classificações dispostas acima são apresentadas na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 Exemplos de métodos multicritério com um decisor.

<b>Métodos multicritério com um decisor</b>	<b>Exemplos</b>
Métodos de geração de soluções não dominadas	Método multiobjetivo linear (Philip, 1972); Método das ponderações (Zadeh, 1963); Método das restrições (Zadeh, 1963).
Métodos com articulação a priori de preferências	Electre (Roy, 1971), Método do valor substituto de troca (Haimes e Hall, 1974); Método da função utilidade multidimensional (Keeney e Raiffa, 1976); Método da matriz de prioridades (Saaty, 1977); Promethee (Brans e Vincke, 1985); Método da análise-Q (Hiessl et al., 1985).
Métodos com articulação progressiva de preferências	Método de passo (Benayon et al., 1971); Programação de compromisso (Yu, 1973); Método de desenvolvimento de intercâmbio (Trade-off Development Method - PROTRADE) (Goicoechea et al., 1979); Método Analítico Hierárquico (Saaty, 1980).

### 3.6. Métodos multicritério com mais de um decisor

#### 3.6.1. Teoria dos Jogos

A Teoria dos Jogos foi concebida por Von Neuman em 1937. A obra *The Theory of Games and Economic Behavior* (1944), escrita por Von Neuman e o matemático e economista Oskar Morgenstern, é o marco do surgimento desta teoria (Fang et al., 1993; Moraes, 1995; McCain, 1999).

O que os economistas chamam de Teoria dos Jogos, os psicólogos chamam de Teoria das Situações Sociais. A Teoria dos Jogos é bastante utilizada em Economia,

conectada fortemente a outras teorias econômicas como a Teoria da Decisão e Teoria Geral do Equilíbrio (Levine, 2000).

A Teoria dos Jogos é dividida em duas classes (Fang et al., 1993):

- Teoria dos jogos cooperativos: A unidade econômica cujo comportamento é modelado é um grupo, uma coalizão de agentes. Os tomadores de decisão podem fixar compromissos antes do jogo ser iniciado. É axiomática e baseia-se em princípios tais como o *ótimo de Pareto*.
- Teoria dos jogos não cooperativos: A unidade econômica modelada é o agente individual. Os tomadores de decisão não podem fazer qualquer acordo antes do jogo, interagem independentemente para atingir seus objetivos. Neste, as análises de estabilidade explicam que os jogadores podem comportar-se no processo, competitivamente, para alcançar o equilíbrio.

Nesta Teoria, jogo significa modelo do conflito, e os participantes, como os tomadores de decisão, são os jogadores. As possibilidades de ações disponíveis ao jogador são denominadas de opções. Um conjunto de opções que pode ser escolhido por um jogador representa a estratégia do jogador. O jogo deve ter pelo menos dois jogadores e cada decisor deve ter pelo menos duas estratégias, onde o número de estratégias possíveis para cada jogador é  $2^k$ , sendo  $k$ , as opções disponíveis para cada jogador. No conflito há resultados que podem ser eliminados, os quais são ditos impraticáveis. Uma vez eliminados estes resultados, pode-se ordenar os demais resultados do mais ao menos preferível para cada jogador, compondo o chamado vetor de preferência do jogador. Este ordenamento consiste no ponto de vista do jogador em relação a cada um dos resultados do conflito (Fraser e Hipel, 1984).

Para solucionar o jogo executa-se uma análise de estabilidade, onde se determina se cada resultado possível é estável ou não. O resultado é considerado estável para um dado jogador se a mudança deste resultado por outro não provoca benefícios para o jogador. O resultado estável para todos os jogadores representa uma situação dita equilíbrio e é uma possível solução do conflito.

Os métodos baseados na Teoria dos Jogos e desenvolvidos para solucionar conflitos reais são frequentemente referenciados como métodos de análise de conflitos. A



partir deste conceito há os chamados *hypergames* e *metagames*. Os *hypergames* são conflitos onde pelo menos um dos jogadores não está ciente completamente da natureza da situação do conflito, ou seja, tem percepções equivocadas do conflito. O *metagame* consiste no jogo que permite a descrição das possíveis reações de um jogador em particular frente às estratégias conhecidas dos outros jogadores (Fraser e Hipel, 1984; Okada, 1985).

### 3.6.2. O modelo *Graph*

O modelo *Graph* é aplicado para análise de conflitos com no mínimo dois tomadores de decisão com múltiplos objetivos, baseia-se na Teoria dos Jogos e na Teoria dos Grafos. O modelo pode ser considerado como um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), já que sua metodologia pode ser utilizada como tal. Este modelo pertence à categoria dos modelos tipo “jogos não cooperativos”. Fang et al. (1993) desenvolveram um SAD chamado de *Graph Model for Conflict Resolution* (GMCR) (Figura 3.2).

Os principais ingredientes do GMCR são os tomadores de decisão (também chamados de jogadores), opções e preferências. As opções são ações que o tomador de decisão pode fazer ou não no conflito. Quando o tomador de decisão decide qual de suas opções seleciona, forma a sua estratégia. A estratégia selecionada compõe o *estado*. Cada jogador seleciona certas opções para formar uma estratégia e cada um deles tem suas preferências em relação ao *estado* do jogo.

Como no caso da Teoria dos Jogos, a solução do conflito modelado pelo GMCR é encontrada através de uma análise de estabilidade que é feita através de perguntas do tipo “o quê?” e “se?”. Analisa-se a estabilidade de todos os *estados* do ponto de vista de todos os tomadores de decisão. Quando o estado é considerado estável para todos os decisores constitui-se em uma possível resolução do conflito (também denominada de equilíbrio).

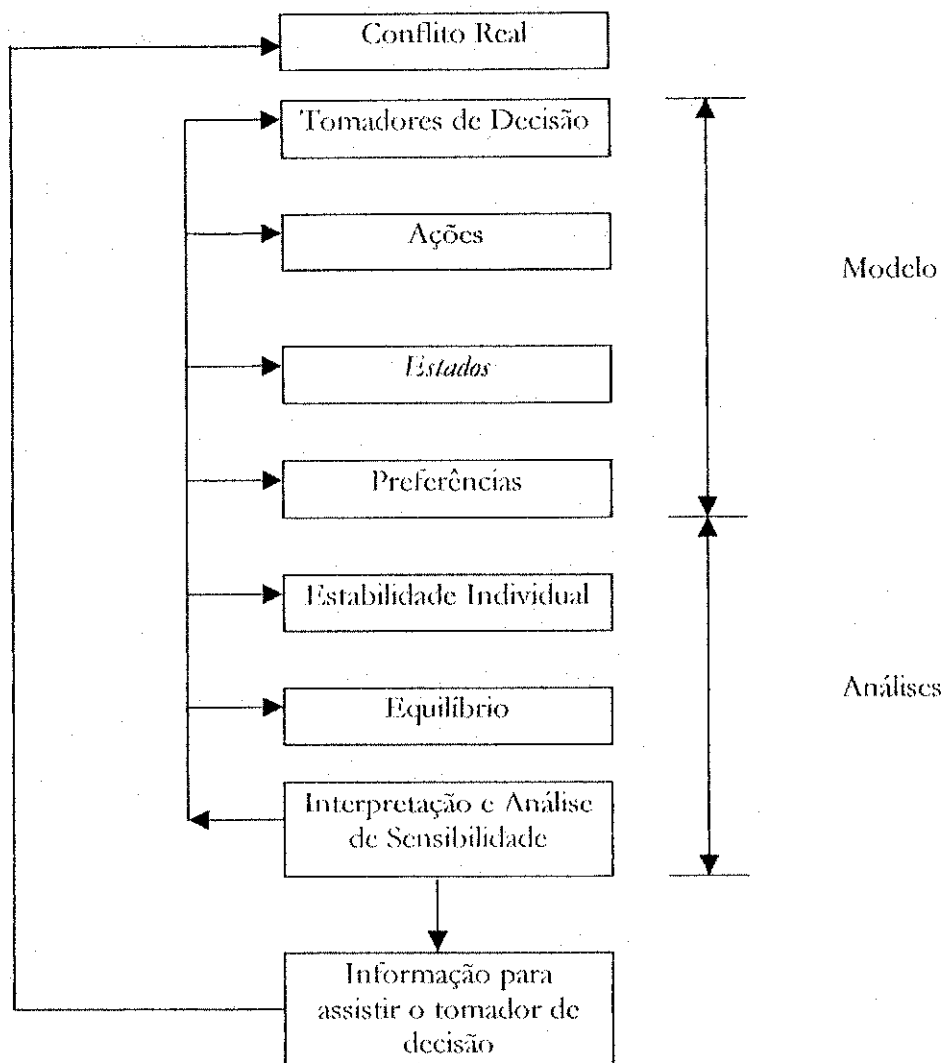


Figura 3.2 Aplicação do Modelo *Graph* para Resolução de Conflitos (GMCR) (Fang et al., 1993).

### 3.7. Análise multicriterial e Lógica Difusa

Os sistemas especialistas consistem em programas computacionais inteligentes que têm a mesma função e desempenho de um especialista humano na resolução de um determinado problema. Dentro deste conceito dos chamados sistemas inteligentes, a análise multicriterial pode ser aglutinada a redes neurais, algoritmos genéticos e conjuntos difusos.

O processo decisório apresenta dois tipos de incertezas. A primeira é a incerteza associada com as informações limitadas da situação da decisão. E a segunda é a incerteza associada com a imprecisão, relacionando os significados de evento, fenômeno ou opinião. Com base nestes tipos de incerteza, Malczewski (1999) afirma que para problemas caracterizados pela incerteza, a análise multicriterial do processo decisório deve ser associada com teoria probabilística (estocástica) ou teoria *fuzzy*, de acordo com o tipo de incerteza envolvido. Nos casos onde a incerteza do processo decisório reflete um problema de ambigüidade, o método mais indicado de análise multicriterial é o baseado na teoria *fuzzy*, visto que esta permite estruturar o grau de pertinência de um evento ou variável a uma determinada classe ou categoria, ou seja, identifica-se se aquele evento pertence mais ou menos a uma determinada categoria.

A Lógica Difusa – *Fuzzy Logic* (Zadeh, 1973) é baseada na Teoria dos Conjuntos Difusos (Zadeh, 1965) e seu uso na tomada de decisão multicriterial atende aos problemas caracterizados pela subjetividade e incerteza. A Teoria permite combinar em um único arcabouço matemático objetivos ou critérios mensuráveis e não mensuráveis, indicando o grau relativo no qual cada objetivo ou critério foi satisfeito. Neste sentido, muitos autores aplicam em problemas de recursos hídricos, análise multicriterial conjuntamente com a Lógica Difusa como Mitali De e Hipel (1987), Shresta et al. (1996), Fontane et al. (1997), Yin et al. (1999), Bender e Simonovic (2000).

Este trabalho é caracterizado pelo alto nível de subjetividade e incerteza, onde se procura atender a quatro objetivos e considerar a opinião dos vários decisores. Em virtude disto, o modelo desenvolvido nesta pesquisa utiliza a análise multicriterial via Lógica Difusa para simular o atendimento aos objetivos estabelecidos e a opinião dos decisores frente às alternativas de gerenciamento da demanda de água. Nas seções seguintes são apresentados alguns conceitos de conjuntos difusos, dos quais entende-se como subsídios necessários para o desenvolvimento do modelo multicritério via Lógica Difusa.

### **3.7.1. Introdução à Teoria dos Conjuntos Difusos**

A Teoria dos Conjuntos Difusos foi proposta inicialmente por Zadeh (1965) e tem sido usada por diversos autores (Zimmerman, 1996; Galvão e Valença, 1999). Os

conjuntos difusos podem ser aplicados para descrever imprecisões e incertezas, além de serem bastante usados na tomada de decisão e no controle de processos (Shrestha et al., 1996).

Um conjunto difuso é uma generalização do conceito clássico de conjunto. Na abordagem clássica, cada elemento associado ao conjunto tem uma pertinência  $\mu$  que vale 1 ou 0, indicando pertinência ou não pertinência, respectivamente; assim, com tal representação dá-se o mesmo peso à diferentes objetos que poderiam ter mais afinidades em um conjunto do que em outro. Um conjunto difuso permite vários graus de pertinência para os elementos, definidos, geralmente, no intervalo  $\mu = [0,1]$ , podendo ser representado através de uma função de pertinência  $\mu$ . Desta forma, a teoria permite graus de pertinência de um objeto ou variável em mais de um conjunto.

Seguindo o observado para os conjuntos difusos, a Lógica Difusa admite vários graus de pertinência para um objeto em relação aos conjuntos. A forma adotada pelos humanos para o raciocínio se adapta muito bem a esta base da Lógica Difusa (Pereira, 1995).

### 3.7.1.1. Função de pertinência

Formalmente, um conjunto difuso é definido pela Equação 3.2:

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_A(x)) / x \in X\} \quad (3.2)$$

onde:  $X$  é o universo onde os elementos  $x$  estão definidos;  
 $\mu_A(x)$  é a função de pertinência de  $x$  em  $\tilde{A}$ .

O valor da função de pertinência  $\mu_A(x)$  expressa o grau de pertinência de  $x$  em  $\tilde{A}$ , isto é, o quanto o valor  $x$  pertence ao conjunto difuso  $\tilde{A}$ .

As funções de pertinência ( $\mu$ ) podem assumir várias formas, contudo as formas mais utilizadas são a trapezoidal (Figura 3.3) e a triangular (Figura 3.4), sendo esta última um caso particular da trapezoidal (Galvão, 1999).

Na Figura 3.3, os valores  $a$  e  $d$  são os valores mínimos e máximos que possuem alguma pertinência. Os valores nos intervalos  $ab$  e  $cd$  são valores com  $0 < \mu < 1$ . Já os valores no intervalo  $bc$  possuem pertinência  $\mu$  igual a 1.

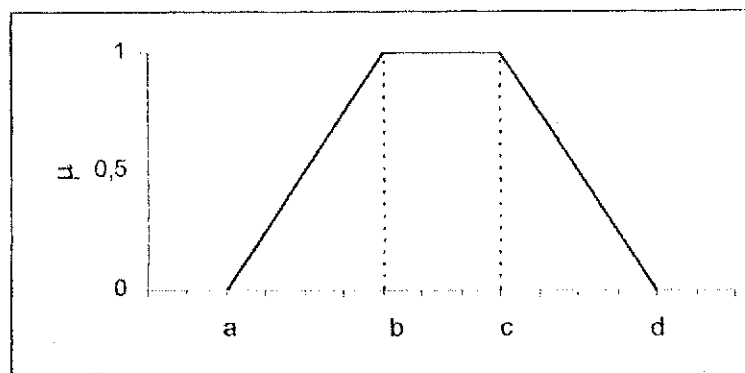


Figura 3.3 Função de pertinência trapezoidal.

Na Figura 3.4, apenas o valor  $b = c$  tem pertinência  $\mu$  igual a 1; exceto este, todos os valores no intervalo  $ad$  possuem pertinência  $\mu$  menor que 1.

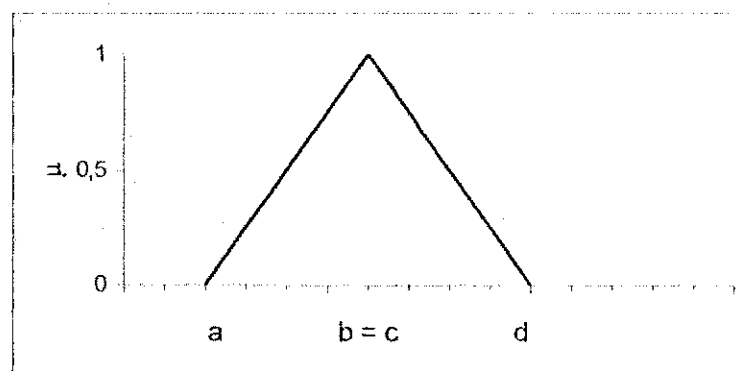


Figura 3.4 Função de pertinência triangular.

A função de pertinência triangular não precisa ser simétrica; ela permite um comportamento diferente na usual suposição de normalidade ou, pelo menos, na distribuição simétrica de erros em torno dos valores reais ou acreditáveis. Esta flexibilidade é uma grande vantagem dos conjuntos difusos quando os erros não estão simetricamente distribuídos, como ocorre frequentemente em problemas em recursos hídricos (Shrestha et al, 1996).

Um ponto crucial na aplicação de técnicas baseadas na Teoria dos Conjuntos Difusos é a escolha da função de pertinência a ser usada, já que esta deve conseguir captar as singularidades e atender às restrições do problema, como também proporcionar a melhor representação possível e bons resultados.

### 3.7.1.2. Sistemas difusos de regras

Pode-se dizer que os sistemas difusos são sistemas baseados em regras que utilizam variáveis linguísticas difusas para executar o processo de tomada de decisão. As regras relacionam as variáveis de entrada com as de saída, portanto, relacionam as condições antecedentes às conseqüências.

Assim, pode-se definir um sistema difuso de regra (SDR) como um conjunto de regras formadas por conjuntos de variáveis de entrada na forma de conjuntos difusos com função de pertinência  $\mu$  e um conjunto de conseqüências também em forma de conjuntos difusos:

$$\text{SE } A = a \quad \text{E/OU} \quad B = b \quad \text{ENTÃO } C = c$$

Onde: A, B e C são variáveis que descrevem o processo;

$a, b$  e  $c$  são valores ou estados assumidos por A, B e C respectivamente.

Segundo Shresta et al (1996), as principais propriedades de um SDR são a integridade e a redundância. Um SDR é dito íntegro ou completo se para todo  $a \in \tilde{A}$  e  $b \in \tilde{B}$  o conjunto correspondente de conseqüência  $\tilde{C}$  é um conjunto difuso não vazio. Ele é dito redundante se uma regra  $i$  puder ser removida de um SDR sem influenciar sua integridade.

As funções de pertinências e as regras são determinadas *a priori* pelo especialista ou analista.

### 3.7.1.3. Números difusos e variáveis linguísticas

Quando um conjunto difuso representa um valor numérico é denominado *número difuso*. Enquanto que o valor numérico não difuso é denominado de *valor*

*determinístico*. Em geral, os números difusos são representados através de funções de pertinência triangulares ou trapezoidais.

A Teoria dos Conjuntos Difusos permite trabalhar tanto com variáveis numéricas quanto com variáveis ditas menos numéricas que são as chamadas *variáveis lingüísticas*. Desta forma, pode-se definir as *variáveis lingüísticas* como aquelas variáveis cujos valores são termos lingüísticos (palavras em linguagem natural) representados através de um ou mais conjuntos difusos. A variável lingüística é a unidade básica de representação do conhecimento em inferência difusa. No sistema de regras, as variáveis de entrada são variáveis lingüísticas que assumem categorias ou valores lingüísticos associados a valores determinísticos por meio de conjuntos difusos (Galvão, 1999). A Figura 3.5 apresenta um exemplo de variável lingüística típica usada em sistemas difusos de regras, descritas através de funções de pertinência triangulares e trapezoidais.

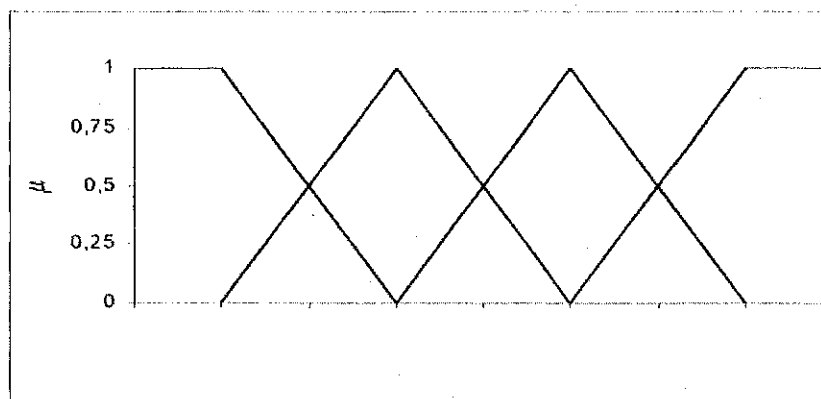


Figura 3.5 Variável lingüística para sistemas difusos de regras.

Driankov et al. (1993) e Cox (1994) fazem as seguintes recomendações em relação às funções de pertinência que descrevem variáveis lingüísticas:

- Usar forma trapezoidal ou derivada;
- Deixar apenas um ponto de cruzamento das funções adjacentes, com pertinência igual a 0,5;
- Se houver mais de um ponto de cruzamento, manter a soma das suas pertinências menor ou igual a 1;

- Usar funções de pertinência simétricas na variável de saída;
- Obedecer à “condição de largura”: em duas funções adjacentes, o valor de pico de uma deve coincidir com o valor final da outra.

#### 3.7.1.4. Inferência

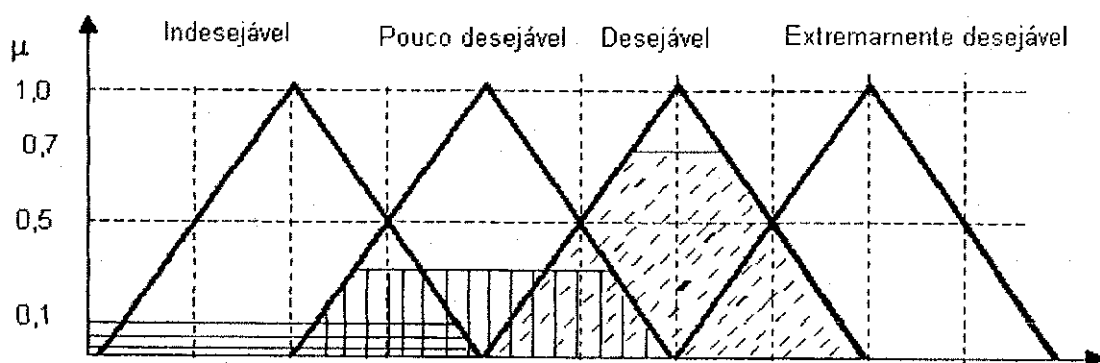
A inferência consiste no procedimento de “avaliação” das regras que relacionam as variáveis, estabelecendo uma resposta conclusiva do sistema difuso de regras. Tal procedimento de inferência é realizado utilizando a Lógica Difusa, que é uma extensão da lógica convencional, para avaliação dos operadores lógicos (E/OU) utilizados nas regras. Na Lógica Difusa, o operador E é modelado através de interseção por meio de normas-T e o operador OU é modelado como uma união através de normas-S. Na grande parte dos SDR utiliza-se a inferência chamada de “min-max”, com mínimo (min) como norma-T e máximo (max) como norma-S (Galvão, 1999). Um conjunto de regras é consolidado através da operação *máximo*. Este procedimento, em duas fases – a avaliação da implicação de cada regra e a composição das conclusões de todas as regras em um valor consolidado – é também denominado de regra de composição de inferência

Suponha as quatro regras da Figura 3.6 (a), relacionando as três variáveis de entrada (custo, viabilidade técnica/operacional, redução de consumo) à variável de saída (avaliação global). Primeiro as regras são avaliadas individualmente. A pertinência da variável conseqüente (saída) de cada regra é dada pelo valor mínimo das pertinências das categorias das variáveis antecedentes (entrada). Em seguida, a pertinência final de cada categoria da variável é a máxima pertinência obtida nas regras para cada categoria. A inferência difusa pode ser apresentada na forma analítica (Figura 3.6 (a)) ou na forma gráfica (Figura 3.6 (b)). Na Figura 3.6 (b), as áreas hachuradas representam a composição final da avaliação global conforme o exemplo da Figura 3.6 (a).



Regra	Enunciado	Pertinência ( $\mu$ )
1	Se custo é "baixo" E	1,0
	Se viabilidade técnica/operacional é "pouco viável" E	0,3
	Se redução de consumo é "baixa"	0,1
	Então avaliação global é "indesejável"	MIN [1,0; 0,3; 0,1] = 0,1
2	Se custo é "baixo" E	1,0
	Se viabilidade técnica/operacional é "pouco viável" E	0,3
	Se redução de consumo é "razoável"	0,9
	Então avaliação global é "pouco desejável"	MIN [1,0; 0,3; 0,9] = 0,3
3	Se custo é "baixo" E	1,0
	Se viabilidade técnica/operacional é "viável" E	0,7
	Se redução de consumo é "baixa"	0,1
	Então avaliação global é "pouco desejável"	MIN [1,0; 0,7; 0,1] = 0,1
4	Se custo é "baixo" E	1,0
	Se viabilidade técnica/operacional é "viável" E	0,7
	Se redução de consumo é "razoável"	0,9
	Então avaliação global é "desejável"	MIN [1,0; 0,7; 0,9] = 0,7
Composição das regras para avaliação global:		
"indesejável": $\mu = 0,1$ (regra 1)		
"pouco desejável": $\mu = \text{Max} [0,3; 0,1] = 0,3$ (regras 2 e 3)		
"desejável": $\mu = 0,7$ (regra 4)		
"extremamente desejável": $\mu = 0$ (nenhuma regra ativada)		

(a)



(b)

Figura 3.6 Exemplo de inferência difusa (Adaptado de Costa et al., 2000).

## **4. METODOLOGIA**

Este Capítulo descreve as etapas metodológicas da pesquisa, as quais estão relacionadas a seguir:

- i) Identificação e caracterização do caso de estudo;
- ii) Definição e caracterização das alternativas propostas de gerenciamento da demanda;
- iii) Definição dos participantes do processo de gerenciamento;
- iv) Definição dos objetivos e critérios de avaliação;
- v) Elaboração da metodologia das entrevistas;
- vi) Metodologia da análise de resultados das entrevistas;
- vii) Desenvolvimento do modelo multicritério via Lógica Difusa.

As etapas i) a vi) constituem a Fase I da metodologia e a etapa vii) refere-se à Fase II da metodologia desta pesquisa.

### **4.1. Identificação e caracterização do caso de estudo**

Os fatos identificados no Capítulo 2 (Gerenciamento da demanda urbana de água) em relação a problemas de abastecimento de água estão presentes na cidade de

Campina Grande, estado da Paraíba. Recentemente, esta cidade tem enfrentado graves problemas de abastecimento em virtude do estado crítico de armazenamento atingido pelo manancial que a abastece, o açude Epitácio Pessoa (conhecido como Boqueirão).

Campina Grande é uma cidade de porte médio com uma população total de 354.061 habitantes (IBGE, 2000), situada no semi-árido nordestino a 120 Km da capital João Pessoa (Figura 4.1). A cidade consiste em um dos centros urbanos de maior desenvolvimento tecnológico e industrial do Nordeste. Está localizada na bacia do Médio Paraíba, com latitude Sul de 7°13' e longitude Oeste de 35°52'. Possui uma área em torno de 1.010 Km<sup>2</sup> e engloba, além da sede municipal, os distritos de Galante, São José da Mata, Catolé e Boa Vista. Situa-se no trecho mais alto das escarpas orientais do planalto da Borborema, com altitude variando entre 500 e 600 m. A temperatura máxima anual é de 28,6 °C, a média de 22,9 °C e a mínima 19,5 °C. O período de maior precipitação ocorre de abril a julho. A precipitação média anual é de 600 mm.

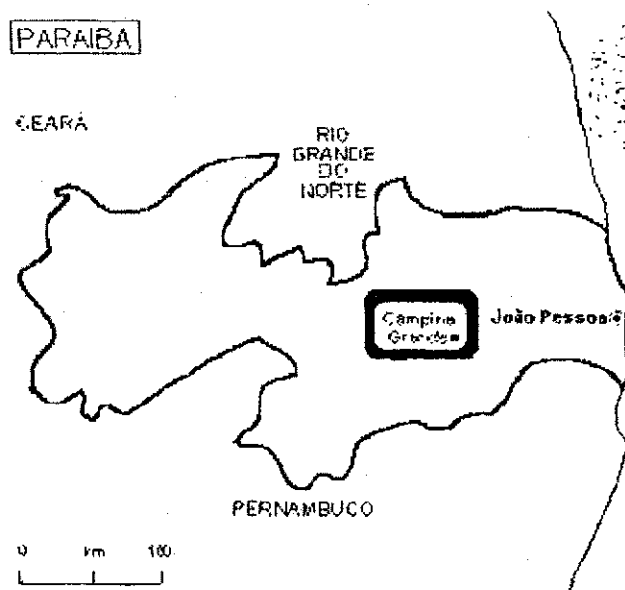


Figura 4.1 Localização da cidade de Campina Grande.

O sistema de abastecimento de água de Campina Grande utiliza o Açude Epitácio Pessoa como manancial e a captação é feita através da descarga de fundo, em duas tubulações de aço que vão, por gravidade, até o poço de sucção da elevatória de água bruta. A água bruta é aduzida até a ETA em Gravatá através de duas linhas adutoras de 900 e 800 mm (20.400 m de extensão). Depois de tratada, a água é novamente aduzida, através de

recalque, até os reservatórios R9 e R5 em três linhas adutoras de 500, 700 e 800mm. Desses dois reservatórios, a água é distribuída diretamente por gravidade, exceto para uma zona da cidade que é abastecida através da EEAT 2 (Estação Elevatória de Água Tratada) instalada no R5 (PDRH, 1997). A responsável pelo sistema de abastecimento de água de Campina Grande é a empresa pública estadual CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba).

O consumo médio total da cidade é de 1.159.295 m<sup>3</sup>/mês conforme a Tabela 4.1. A distribuição do consumo em categorias está indicada na Figura 4.2. O padrão de consumo é predominantemente residencial. Segundo a CAGEPA (2001), o índice de desperdício de água na cidade atinge 37%.

Tabela 4.1 Consumo médio da cidade de Campina Grande por categorias (CAGEPA, 2001).

<b>Categoria</b>	<b>Consumo médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Residencial	942.019,00
Comercial	67.507,00
Industrial	51.496,00
Público	72.271,00
Misto	26.003,00
<b>Total</b>	<b>1.159.295,00</b>

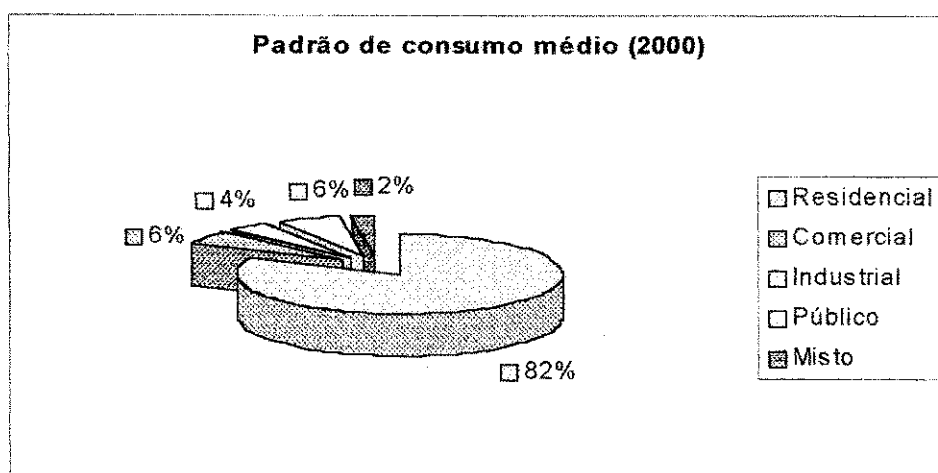


Figura 4.2 Padrão de consumo médio para a cidade de Campina Grande em 2000 (CAGEPA, 2001).

O Açude Boqueirão garantiu o suprimento da crescente demanda de Campina Grande, ininterruptamente, até atingir seu estado mais crítico, devido à ocorrência da grande seca de 1997-1999 (Rêgo et al., 2000). Alguns aspectos que também contribuíram para esta situação foram (e são) (Galvão et al., 2001): (a) o Reservatório localiza-se no Cariri Paraibano, região semi-árida caracterizada pelos baixíssimos índices pluviométricos e grande variabilidade espacial e temporal nos processos climáticos e hidrológicos; (b) a bacia de drenagem sofre muitos impactos antropogênicos, tais como desmatamento e construção de reservatórios a montante sem nenhum controle; (c) o reservatório atende a múltiplos usos conflitantes como irrigação e abastecimento público da cidade de Campina Grande; (d) os dados de monitoramento hidrológico e das demandas de água são imprecisos. Além disto, o uso da água no núcleo urbano não ocorre da forma mais racional.

Diante da possibilidade de colapso do sistema de abastecimento, a CAGEPA implantou um racionamento (em 13/10/98) onde a cada 48 horas se abastecia uma zona da cidade; em 21/09/99 este racionamento ficou mais rigoroso tendo sido suspenso, completamente, em 26/04/2000 com a chegada das chuvas. O racionamento foi adotado como medida emergencial.

A problemática do abastecimento da cidade motivou o Ministério Público do Estado, através da Curadoria do Meio Ambiente de Campina Grande, a impetrar uma Ação Civil Pública com Pedido de Liminar, com o intuito de suspender de imediato a utilização das águas do reservatório para outros fins diferentes do abastecimento humano e dessedentação dos animais. A Ação foi distribuída na Justiça Federal em face do Açude ser administrado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), autarquia da União. O juiz federal deferiu em janeiro de 1999 o pedido de Liminar, determinando o imediato fechamento das comportas da barragem e da liberação da água para irrigação, utilizada em larga escala às margens da represa. A ação do Ministério Público deu-se simultaneamente ao racionamento (Rêgo et al, 2001).

Durante o período de racionamento, a classe média e alta armazenou água em seus reservatórios residenciais, amenizando os impactos do racionamento, já que, em muitos casos, grandes reservatórios prediais possibilitavam cobrir o período de suspensão do fornecimento de água sem que faltasse água nas torneiras. Outra prática iniciada e

muito incentivada, devido a esta situação, foi o aumento excessivo da compra de botijões de água mineral ou dessalinizada. A população mais carente, sem condições financeiras de prover-se com grandes reservatórios, armazenava a água precariamente no que podia, e para tanto usava bacias, botijões e até panelas, aumentando os riscos de disseminação de doenças de veiculação hídrica. Assim, pode-se identificar claramente o quanto o racionamento penalizou a população mais carente da cidade.

Para resolver o problema de abastecimento d'água de Campina Grande, o Governo Estadual está construindo a barragem Acauã. O Governo busca, portanto, a solução do problema através de uma medida de simples expansão da oferta, aplicando a prática secular de construção de barragens, sem questionar a eficiência da rede de distribuição e os altos níveis de consumo e desperdício de água pelos usuários. Neste contexto, a cidade de Campina Grande necessita com urgência de um programa de gerenciamento da demanda, devido às seguintes características:

- A cidade importa água de uma bacia hidrográfica fora da qual se localiza, comprometendo, com o seu abastecimento, a utilização da maior parte de toda a água gerada em quase um quarto da superfície do Estado da Paraíba;
- As possibilidades de novos mananciais para a cidade são reduzidas e apenas viabilizadas a altos custos;
- A companhia distribuidora de água à cidade apresenta elevados níveis de perdas;
- Não há uma atitude clara do poder público, da sociedade civil e dos usuários na utilização mais racional da água, fato evidenciado, por exemplo, pela ausência de mecanismos diferenciados no código de obras municipal, na tarifação de água, na educação das crianças e jovens nas escolas ou no comportamento de consumo cotidiano dos usuários;
- A ausência de gestão dos recursos hídricos no sistema da Bacia Hidrográfica (incluindo o Reservatório Boqueirão e o núcleo urbano de Campina Grande) praticamente esgotou as reservas disponíveis para abastecer a cidade, tornando Campina Grande uma preocupação até no nível da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

#### 4.2. Definição e caracterização das alternativas propostas de gerenciamento da demanda

As alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água propostas para a cidade de Campina Grande estão dispostas na Tabela 4.2. As alternativas foram definidas com base na revisão de literatura apresentada no Capítulo 2 deste texto e considerando-se as características e necessidades da cidade.

Tabela 4.2 Alternativas de gerenciamento da demanda propostas para a cidade de Campina Grande por esta pesquisa.

Alternativas propostas	Descrição
Vasos de descarga reduzida (6 l/descarga)	Troca dos vasos de descarga com consumo superior a 6 l/descarga, por vasos com consumo de 6 l/descarga.
Captação de água de chuva	Uso de sistema de captação de água de chuva individual com cisternas.
Sistemas de reuso de água	
Residencial	Uso de águas servidas, tratadas na residência, para usos menos nobres como rega de jardim, lavagem de calçada, descarga de sanitários, entre outros.
Industrial	Reuso de efluentes no processo produtivo da indústria.
Controle de vazamentos	
Rede de abastecimento	Intensificação no controle de vazamentos na rede de abastecimento, feito pela concessionária.
Edificação	Intensificação no controle de vazamentos na edificação, com revisão no sistema hidráulico.
Medição individualizada em edifícios	Implementação de sistema de medição individualizada em edifícios já construídos que permitam o uso desta tecnologia. Como também em edifícios novos.
Legislação que induza uso racional (medição individualizada)	Criação de uma legislação sobre medição individualizada em edifícios.
Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente	Aumento de 10% na tarifa adotada atualmente pela concessionária.
Outorga dos direitos de uso da água	Implementação do instrumento de outorga.
Cobrança pelo uso da água	Implementação da cobrança nos seguintes valores: Residencial: R\$ 0,01/m <sup>3</sup> ; Industrial: R\$ 0,03/m <sup>3</sup> .
Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Implementação simultânea das alternativas, outorga cobrança e tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente.
Programa de educação ambiental escolar	Adoção de programas de educação ambiental nas escolas públicas e privadas.

Os itens seguintes compreendem uma caracterização de cada alternativa proposta, já contextualizada para a cidade de Campina Grande.

#### 4.2.1. Vasos de descarga reduzida (6 l/descarga)

A bacia sanitária é um dos aparelhos responsáveis por um grande consumo de água. A grande maioria dos vasos sanitários utiliza 10 a 20 l/descarga, em uma faixa de 4 a 6 descarga/pessoa/dia (Tomaz, 2000), e correspondem a 29% do consumo de água residencial (Figura 2.4).

Com o objetivo de reduzir o consumo de água nas bacias sanitárias muitos países adotaram a bacia sanitária de volume de descarga reduzido (VDR) que utiliza de 3 a 9 litros/descarga, bem menos que as bacias sanitárias tradicionais que consomem de 10 a 30 litros/descarga. As bacias VDR são normalmente comercializadas em países da Europa e nos Estados Unidos, o volume de descarga varia entre os fabricantes em torno de 6 a 9 litros nos EUA e entre 3 e 9 litros na Europa (Gonçalves et al., 1999). Na Tabela 4.3 tem-se uma avaliação das bacias VDR em uso no Brasil e em outros países:

Tabela 4.3 Avaliação de tecnologias de bacias sanitárias VDR (Gonçalves et al., 1999).

<b>Fatores Considerados</b>	<b>Produto</b>	<b>Bacia VDR (3 litros)</b>	<b>Bacia VDR (6 litros)</b>
Procedência		Suécia França	Brasil EUA Europa Japão
Nível tecnológico		Alto	Baixo
Impacto cultural		Baixo	Baixo
Dificuldade de implantação em edifícios a construir		Baixo	Baixo
Dificuldade de implantação em edifícios existentes		Baixo	Baixo
Dificuldade de operação		---	---
Dificuldade de manutenção		Baixo	Baixo
Consumo médio de água (litros/descarga)		3,0	6,0

Os fabricantes brasileiros de louça sanitária estão se adequando a norma NBR – 6452 (já comentada no Capítulo 2) que exige que a partir de 2002 se utilize bacia do tipo VDR com 6 l/descarga, podendo ser com caixa acoplada ou fixada na parede. A maioria dos consumidores não se preocupa com a quantidade de água consumida pela bacia, e sim, busca o menor preço do produto.



No Brasil, tradicionalmente, o preço da bacia VDR de 6 l/descarga era bem maior que os vasos de 10 a 12 l/descarga, pois não eram fabricados em larga escala. Contudo, os preços baixaram como se pode observar na Tabela 4.4 (preços médios das bacias sanitárias de 6 a 12 l/descarga, obtidos através de pesquisa realizada no comércio da cidade de Campina Grande).

Tabela 4.4 Custos para vasos sanitários em Campina Grande (Almeida, 2001).

Fabricante	litros/descarga	Preço (R\$)
A	10	139,00
A	6	129,66 – 495,90
B	12	120,00 – 600,00
B	9	621,00 – 670,00
B	6	145,00
C	6	89,40 – 99,00

#### 4.2.2. Captação de água de chuva

Muitas cidades reconhecem toda a potencialidade da chuva como fonte direta de abastecimento, com a utilização de técnicas de coleta e armazenamento. A técnica mais utilizada é a coleta por meio de calhas dispostas nos telhados e armazenamento em cisternas. A água da chuva cai dos telhados até as calhas, e, destas, aos condutores verticais e, finalmente a cisterna. Este sistema caracteriza-se pela flexibilidade e acesso a todos os níveis sócio-econômicos da população até mesmo a de baixa renda, já que os próprios moradores podem construí-la.

Para pequenos sistemas de captação de água de chuva, como é o caso da cisterna, deve-se observar a relação adequada entre a precipitação (entrada), taxa de consumo (saída) e a capacidade de armazenamento (Appan, 1999).

Na construção da cisterna e no uso da água de chuva captada deve-se tomar alguns cuidados tais como (Pedrosa, 2000):

- Localizar a cisterna em terreno mais baixo que a casa, para que se possa aproveitar toda a água do telhado;
- Manter uma distância mínima de 10 m de fossas;

- Inutilizar as águas das primeiras chuvas, pois lavam os telhados onde se depositam as sujeiras provenientes de pássaros, de animais e a poeira.

Na Figura 4.3 apresenta-se um exemplo de cisterna de forma cilíndrica, construída com placas de concreto fabricadas no local, e com capacidade de aproximadamente  $15 \text{ m}^3$ , que pode fornecer 40 litros de água por dia durante um ano. Considerando, por exemplo, a precipitação anual de uma região em torno de 400 mm (Cariri Paraibano), são necessários 50 metros quadrados de área coberta para encher a cisterna durante uma estação chuvosa normal.

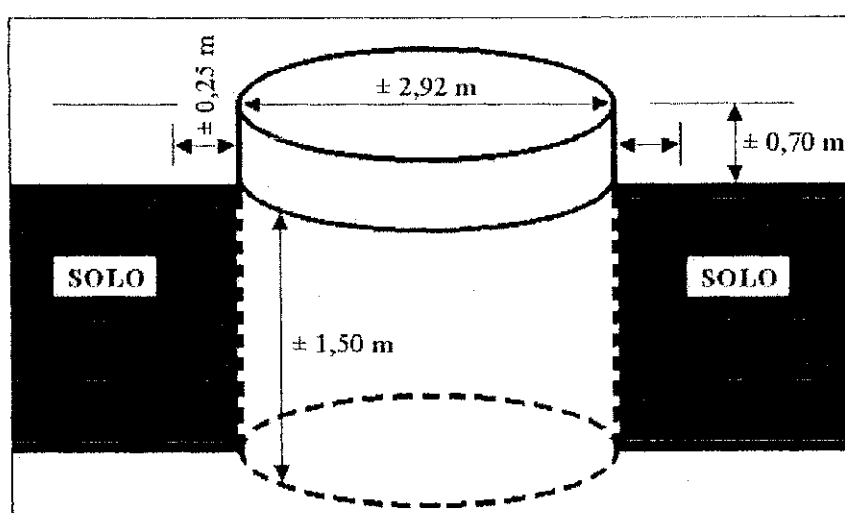


Figura 4.3 Cisterna cilíndrica de  $15 \text{ m}^3$  (Pedrosa, 2000).

Na Tabela 4.5 têm-se os custos médios para construção da cisterna da Figura 4.3, excluindo mão-de-obra.

Tabela 4.5 Custos para construção da cisterna em Campina Grande (Pedrosa, 2000).

	Custos (R\$)
Materiais de consumo	300,00
Ferramentas	140,00
Total	440,00

#### 4.2.3. Sistemas de reuso de água

O reuso planejado da água é uma ferramenta bastante útil ao gerenciamento dos recursos hídricos, em seus aspectos quantitativos e qualitativos. E é de grande

importância para as regiões onde a água é escassa e/ou onde a disposição final dos efluentes líquidos é problemática. E é com estas premissas que cada vez mais se reflete a implementação do reuso de água nos setores agrícola, residencial, e principalmente, industrial. Neste trabalho propõe-se a implementação de sistemas de reuso residencial e industrial.

#### 4.2.3.1. Reuso de água residencial

O setor residencial pode utilizar o reuso como forma de racionalizar o uso da água, visto que grande parte da água consumida nos edifícios não necessita ser potável, sendo indicado o uso da água reciclada para usos menos nobres como descarga de sanitários, rega de jardim, lavagem de calçadas e carros.

Na literatura encontram-se experiências de sucesso de reuso residencial, como por exemplo a de Chahin et al. (1999). Os autores elaboraram um sistema, viável economicamente, capaz de reaproveitar parte da água utilizada em edifícios para fins não potáveis, através de um processo de tratamento composto por caixa de gordura, tubulação independente e filtro para remoção de partículas, cujos custos estão dispostos nas Tabelas 4.6 e 4.7.

Tabela 4.6 Custo dos componentes do sistema - custo inicial (Chahin et al., 1999).

<b>Componentes</b>	<b>Custo inicial (R\$)</b>
Caixa de gordura (35 m <sup>3</sup> )	5.250,00
Reservatório II (20 m <sup>3</sup> )	4.000,00
Sistema de bombeamento	2.250,00
Tubulação	2.000,00
Filtros	2.000,00
Outros	1.500,00
<b>Custo inicial total</b>	<b>17.000,00</b>

Tabela 4.7 Custo operacional do sistema (Chahin et al., 1999).

	<b>Custo (R\$ / mês)</b>
Manutenção	150,00
Engenharia Elétrica	100,00
Agente desinfetante	50,00
<b>Custo Operacional Total / Mês</b>	<b>300,00</b>

#### 4.2.3.2. Reuso de água industrial

O problema de abastecimento d'água reflete negativa e fortemente no setor industrial, como grande consumidor que é. Frente a este problema o setor pode adotar duas posturas: transferir-se para outras regiões ou buscar alternativas para diminuição de seu consumo público de água. Em virtude da eminência desta situação, propõe-se às indústrias incorporarem ao seu processo produtivo sistemas que permitam o reaproveitamento da água, através de reuso ou reciclagem.

O reuso de água industrial reflete dois aspectos bem interessantes: o primeiro em relação à redução no consumo; o segundo, à redução no lançamento de efluentes (proporcional ao grau de reuso implementado), com a conseqüente diminuição na carga poluidora lançada no meio ambiente. De acordo com os usos da água é que se escolhe o tipo de tratamento do efluente, contudo, em qualquer categoria para o reuso se requer no mínimo um tratamento secundário.

As siderúrgicas brasileiras buscaram reduzir a vazão de captação dos mananciais e para tanto investiram, e ainda investem, em tecnologias de tratamento e reuso de água, objetivando níveis superiores a 90% de recirculação em circuitos fechados. Algumas experiências de reuso na siderurgia brasileira estão dispostas na Tabela 4.8:

Tabela 4.8 Experiências de reuso industrial (Hollandia, 2000).

Empresa	Demanda de água	Índice de recirculação	Investimento em sistemas de reuso (Milhões dólares)
Usina Presidente Vargas – CSN	42.000 l/s	76%	Milhões de dólares
Cosigua		97%	100
Acesita	26.000 m <sup>3</sup> /h	93,6%	58
Companhia Siderúrgica Tubarão (CST)	3,7 m <sup>3</sup> /ton aço líquido	94 %	423,1
Usiminas	2000: 26,46 m <sup>3</sup> /ton aço bruto	91,2%	10
Usina de Ipatinga (MG)	2003: 17,12 m <sup>3</sup> /ton aço bruto		

A iniciativa de uso de sistemas de reuso nas indústrias não deve se restringir ao setor industrial. Como exemplo disto, há a iniciativa do município de Santo André/SP

que com o objetivo de estimular a retomada do desenvolvimento industrial iniciou em 1995 estudos de viabilidade para implantação de um sistema de produção e distribuição de água não potável destinada ao uso industrial e não nobre (Paula Sobrinho et al., 1999).

#### 4.2.4. Controle de vazamentos

Pode-se identificar vazamentos na rede de abastecimento público e em edificações. As medidas de controle de vazamentos buscam diminuir o desperdício, bem como possíveis prejuízos causados pela presença de água nos componentes dos edifícios. Os vazamentos podem ocorrer devido ao desgaste normal dos componentes de uso. Podem ser visíveis e não visíveis e os indícios destes são (Gonçalves et al., 1999):

- Aumento do consumo de água sem causa justificada;
- Manchas de umidade em parede, laje e pisos;
- Acionamento contínuo do sistema de recalque;
- Crescimento de vegetação junto à pavimentação.

Os índices de desperdício nos sistemas de abastecimento atingem níveis de até 60%, e dentre as principais causas destacam-se os vazamentos na rede. Assim, uma intensificação no controle de vazamentos pode responder por uma queda significativa no desperdício, beneficiando tanto a concessionária como também a população.

Os custos de reparo de vazamentos são bastante variados, e para fornecer tal informação aos entrevistados, esta pesquisa considerou os dados do trabalho de Niida e Kelm (1999). Os autores descrevem o trabalho desenvolvido em Santo Amaro/SP como um piloto de um Programa de Perdas, procurando localizá-lo dentro do esforço empresarial em melhorar a qualidade do abastecimento e dos serviços. A primeira fase do piloto contou com uma campanha de pesquisa dividida em duas fases, com a pesquisa de vazamentos a R\$ 180,00/km e cada conserto a R\$ 35,00 (excluídos destes valores, os custos de mão-de-obra).

O controle de vazamentos na edificação depende da população, sendo comum que o consumidor apenas se preocupe quando há um grande aumento na conta de água. Contudo, pequenos vazamentos representam um grande desperdício quando computado todo o volume de água.

Na Figura 4.4 tem-se um resumo das atividades do PURA (Programa de Uso Racional de Água) executadas no Complexo Hospital das Clínicas na cidade de São Paulo. Observa-se que se atingiu uma redução de 21% no consumo de água final com ações de conserto de vazamentos.

<b>Complexo Hospital das Clínicas</b>		
Consumo médio mensal em m <sup>3</sup>		
Ano	Consumo (m <sup>3</sup> )	Conta (R\$)
1996	107.166,70	972.941,01
1997	91.703,67	832.536,97
1998	84.723,33	769.155,55
Economia mensal: R\$ 203.785,46		
Impacto da redução: 21%		
População fixa/leito: 13.980		Per capita: De 255 l/leito/dia (1996)
População total: 52.000		Para 202 l/leito/dia (1998)
Ação executada: Conserto de vazamentos		(ainda não concluído)

Figura 4.4 Estudo de caso do PURA (SABESP, 2001).

#### 4.2.5. Medição individualizada em edifícios

A medição individualizada consiste na instalação de um hidrômetro em cada apartamento, possibilitando a quantificação do consumo real de cada usuário. Assim, objetiva a emissão de conta de água/esgoto para cada apartamento do edifício, com base nos consumos individuais registrados nos hidrômetros. A conta de água/esgoto passa a ser a soma do volume individual mais o volume referente ao rateado do consumo do prédio, de forma proporcional, com todos os moradores (Coelho e Maynard, 1999).

No Brasil, esta técnica já vem sendo aplicada em Recife/PE e Guarulhos/SP, com redução de consumo na ordem de 30 e 15%, respectivamente. As principais vantagens da medição individualizada de água nos apartamentos de edifícios multifamiliares estão dispostas na Tabela 4.9:

Tabela 4.9 Quadro de vantagens da medição individualizada (Compesa, 2001).

Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pagamento proporcional ao consumo, ou seja, um apartamento que só tenha um consumidor não pagará em forma semelhante ao que possua 6, 8 ou 10 pessoas;</li> <li>• O usuário não pagará pelo desperdício dos outros;</li> <li>• Um usuário bom pagador jamais terá a sua água cortada pela irresponsabilidade dos maus pagadores;</li> <li>• Redução do pagamento da conta de água, em alguns casos de até 50%;</li> <li>• Redução do consumo do edifício em até 30%;</li> <li>• Possibilidade de localizar vazamentos internos nos apartamentos, que, às vezes, levam meses e até anos para serem identificados;</li> <li>• Maior satisfação do usuário, já que ele passa a controlar diretamente a sua conta de água.</li> </ul>
Concessionária	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do índice de inadimplência, pois somente é cortada a água dos maus pagadores, e na prática esses passam a ser bons pagadores;</li> <li>• Redução do consumo de água podendo atingir, em média, 30%;</li> <li>• Redução do número de reclamações de consumo, refletindo-se em uma melhor imagem perante a população;</li> <li>• Aumento do faturamento em torno de 21% devido ao efeito da tarifa progressiva.</li> </ul>
Construtores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em projetos elaborados criteriosamente para medição individualizada de água, a economia nas instalações hidráulicas situa-se próximo a 22%;</li> <li>• Maior facilidade de venda dos apartamentos com medição individualizada de água.</li> </ul>

#### 4.2.6. Legislação que induza uso racional (medição individualizada)

Esta alternativa busca regulamentar instrumentos de gerenciamento da demanda de água, como meio de forçar o uso racional da mesma. Esta experiência foi desenvolvida em várias cidades brasileiras como São Paulo (Lei nº 12.638/98), Belo Horizonte (Projeto de Lei nº 239/94) e Guarulhos/SP (Lei nº 4.650/94) (Coelho e Maynard, 1999). Dentre as experiências citadas destaca-se a de Guarulhos cuja Lei dispõe sobre a instalação de medidores e submedidores em edifícios multifamiliares dotados de apartamento com área de até 100 m<sup>2</sup>.

#### 4.2.7. Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente da água

O real valor intrínseco da água é tradicionalmente omitido na política tarifária baseada em custo-benefício que garante auto-suficiência aos sistemas de

abastecimento e esgotamento sanitário, ignorando o interesse da sociedade na preservação e conservação dos recursos hídricos.

O papel dos preços no gerenciamento da demanda de água é cada vez mais evidente, visto que estratégias de tarifação vêm sendo utilizadas para estimular a conservação. O uso de uma tarifação mais rígida e elevada com o objetivo de conservação da água, baseia-se na seguinte idéia: quando os preços são baixos a tendência é consumir mais; e quando os preços são mais altos, o consumo diminui. Contudo, a dúvida é: a partir de que ponto uma tarifa mais rígida estimula o usuário a reduzir o consumo de água e usá-la racionalmente, ou seja, como a tarifa afeta a demanda? Assim, surge o conceito de elasticidade-preço ( $E_p$ ) da demanda que expressa o efeito da variação de preço sobre a quantidade demandada, indicando o grau de variação da quantidade demandada quando se altera o preço. A Equação 4.1 expressa a elasticidade-preço e a Tabela 4.10 mostra a classificação de um bem conforme o valor de sua  $E_p$ :

$$E_p = \left[ \frac{(\Delta Q)/Q}{(\Delta P)/P} \right] \quad (4.1)$$

Onde,  $E_p$  é a elasticidade-preço,  $Q$  é a quantidade demandada e  $P$  é o preço do bem.

A  $E_p$  sempre será um número negativo, devido à relação inversa entre uma variação no preço e a variação na quantidade demandada. As relações entre elasticidade-preço da demanda e receitas geradas estão dispostas na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 Relação entre elasticidade-preço da demanda ( $E_p$ ) e as receitas geradas.

Se a $E_p$ é	A demanda é	Se o preço $P$ é alterado	A quantidade demandada $Q$ é alterada	Receitas totais
$<  1 $	Preço-inelástica	$P \uparrow$	$Q \downarrow$ menos do que proporcionalmente	Aumentam
		$P \downarrow$	$Q \uparrow$ menos do que proporcionalmente	Diminuem
$=  1 $	Elástico-unitário	$P \uparrow$	$Q \downarrow$ proporcionalmente	Constantes
		$P \downarrow$	$Q \uparrow$ proporcionalmente	Constantes
$>  1 $	Preço-elástica	$P \uparrow$	$Q \downarrow$ mais do que proporcionalmente	Diminuem
		$P \downarrow$	$Q \uparrow$ mais do que proporcionalmente	Aumentam



Se o preço é aumentado ou diminuído, a quantidade demandada reduz ou cresce menos que proporcionalmente, respectivamente. Neste caso a demanda é considerada *inelástica*. É o que acontece com a demanda de água, contudo em certas situações a demanda do usuário da água pode se tornar elástica (Ribeiro et al, 1999; Pedrosa, 1999).

Como aplicação do conceito de Ep “para o caso de usuários inelásticos” destacam-se duas situações hipotéticas:

- Se a Ep para a demanda residencial for de  $-0,20$  a  $-0,40$ , portanto para 10% de aumento no preço, tem-se uma redução da demanda de 2 a 4%;
- Se a Ep para a demanda industrial for de  $-0,50$  a  $-0,80$ , portanto para um aumento de 10% no preço, tem-se uma redução de demanda é de 5 a 8%.

Baseado nos dados acima e no esperado reflexo do aumento de tarifa na redução da demanda, nesta pesquisa propõe-se aumentar a tarifa da CAGEPA em 10%. A Tabela 4.11 apresenta os valores acrescidos.

Tabela 4.11 Estrutura tarifária de abastecimento d' água da CAGEPA (CAGEPA, 2001).

Estrutura tarifária de abastecimento d' água (Março, 2001).				+ 10%
		Faixas de consumo mensais	R\$	R\$
CATEGORIAS	Residencial	<i>Tarifa mínima</i>		
		Até 10 m <sup>3</sup> (ligações não medidas)	6,33	6,96
		Até 10 m <sup>3</sup> (ligações medidas)	7,77	8,54
		<i>Tarifa de consumo normal (consumos &gt; 10 m<sup>3</sup>)</i>		
		0 a 10 m <sup>3</sup>	8,68	9,55
		11 a 20 m <sup>3</sup>	1,11 por m <sup>3</sup>	1,22 por m <sup>3</sup>
		21 a 30 m <sup>3</sup>	1,48 por m <sup>3</sup>	1,63 por m <sup>3</sup>
		31 a 45 m <sup>3</sup>	1,74 por m <sup>3</sup>	1,91 por m <sup>3</sup>
	Superior a 45 m <sup>3</sup>	2,28 por m <sup>3</sup>	2,51 por m <sup>3</sup>	
	Comercial	0 a 10 m <sup>3</sup> (tarifa mínima)	15,50	17,05
		Superior a 10 m <sup>3</sup>	2,69 por m <sup>3</sup>	2,96 por m <sup>3</sup>
	Industrial	0 a 10 m <sup>3</sup> (tarifa mínima)	18,77	20,65
		Superior a 10 m <sup>3</sup>	3,00 por m <sup>3</sup>	3,30 por m <sup>3</sup>
	Pública	0 a 10 m <sup>3</sup> (tarifa mínima)	17,59	19,35
Superior a 10 m <sup>3</sup>		2,81 por m <sup>3</sup>	3,09 por m <sup>3</sup>	

Com base nos valores apresentados na Tabela 4.11, pode-se considerar o seguinte exemplo hipotético para melhor ilustrar os impactos econômicos da alternativa:

**Categoria: residencial**

Residência com cinco pessoas e consumo médio de 30m<sup>3</sup>/mês

Valor atual (apenas água): R\$ 8,68 + 10 x R\$ 1,11 + 10 x R\$ 1,48 = R\$ 34,58

Valor com aumento: R\$ 9,55 + 10 x R\$ 1,22 + 10 x R\$ 1,63 = R\$ 38,05

**Categoria: industrial**

Indústria com consumo de 18.000m<sup>3</sup>/mês

Valor atual (apenas água): 18.000 x R\$ 3,00 = R\$ 54.000,00

Valor com aumento: 18.000 x R\$ 3,30 = R\$ 59.400,00

**4.2.8. Outorga dos direitos de uso da água**

A outorga consiste em atribuir à pessoa física ou jurídica o direito de uso das águas superficiais e/ou subterrâneas por um período determinado, e é um dos instrumentos fundamentais ao gerenciamento de recursos hídricos.

A Lei Federal nº 9.433/97, através de seu art.5º, institui a outorga como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. O Estado da Paraíba através da Lei nº 6.308/96 instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, e os arts. 15 a 18 tratam da questão de outorga no Estado. A outorga estadual foi regulamentada pelo Decreto nº 19.260/96. É concedida, na forma de autorização, pelo órgão gestor do Sistema de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, nos casos de intervenção nos cursos de água e aquífero de qualquer tipo de utilização que alterem regime, quantidade ou qualidade dos mesmos.

A Lei nº 6.308/96, art. 16, parágrafo único, enfatiza bastante que a outorga não aliena parcialmente a água, apenas concede o direito de uso. Neste mesmo artigo, os usos que necessitam de outorga e cadastramento estão especificados: derivação de água de seu curso ou depósito superficial ou subterrâneo para fins de utilização no abastecimento urbano, industrial agrícola e outros; lançamento de efluentes nos corpos d'água.

Nesta pesquisa não se considerou taxa para aquisição da outorga, pois na Paraíba, até o momento, não há a cobrança de tal taxa.

**4.2.9. Cobrança pelo uso da água**

Um outro instrumento de gestão disposto na Lei nº 9.433/97 é a cobrança pelo uso de recursos hídricos que objetiva (art. 19, Lei nº 9.433/97): reconhecer a água

como bem econômico; indicar ao usuário o real valor da água; incentivar o uso racional da água e obter recursos para financiamento dos programas e intervenções contempladas nos planos de recursos hídricos. Serão passíveis de cobrança os usos sujeitos à outorga (arts. 12 e 20 da Lei nº 9.433/97).

Países como Inglaterra, França e Alemanha já adotaram a cobrança de água bruta. No Brasil, mesmo antes da Lei nº 9.433/97, já existiam estudos de cobrança, conforme disposto na Tabela 4.12:

Tabela 4.12 Estudos de cobrança de água bruta no Brasil (Adaptado de Ribeiro e Lanna, 1997).

Bacia	Usos <sup>1</sup>	Preço (US\$/mil m <sup>3</sup> )	Referência
Curu/CE	I	30	Lanna e Ribeiro (1996)
Piracicaba/SP	D	20	Conejo (1993)
	F	30	
	I	20	
Sinos/RS	D	20	Lanna e Pereira (1996)
	F	30	
	I	5	

<sup>1</sup>D: Doméstico; F: Industrial; I: Irrigação

Neste estudo propõe-se R\$ 0,01/m<sup>3</sup> para o setor doméstico e R\$ 0,03/m<sup>3</sup> para o industrial. Este setor foi mais penalizado por agregar valor à água e por ter maior capacidade de pagamento.

#### 4.2.10. Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento

Esta é uma alternativa composta já que combina várias alternativas como outorga, cobrança e tarifa com 10% de aumento. O intuito desta alternativa é implementar simultaneamente as alternativas que a compõem.

Para ilustrar o impacto desta alternativa, considera-se o seguinte exemplo hipotético (os valores da tarifa considerados são baseados na Tabela 4.11):

##### **Categoria: residencial**

Residência com cinco pessoas e consumo médio de 30m<sup>3</sup>/mês

Valor atual (apenas água): R\$ 8,68 + 10 x R\$ 1,11 + 10 x R\$ 1,48 = R\$ 34,58

Valor com aumento (10%): R\$ 9,55 + 10 x R\$ 1,22 + 10 x R\$ 1,63 = R\$ 38,05

Valor da cobrança: 30 x R\$ 0,01 = R\$ 0,30

Total: R\$ 38,35

**Categoria: industrial**

Indústria com consumo de 18.000m<sup>3</sup> /mês

Valor atual (apenas água): 18.000 x R\$ 3,00 = R\$ 54.000,00

Valor com aumento (10%): 18.000 x R\$ 3,30 = R\$ 59.400,00

Valor da cobrança: 18.000 x R\$ 0,03 = R\$ 540,00

Valor total: R\$ 59.940,00

**4.2.11. Programa de educação ambiental escolar**

A Agenda 21 em seu Capítulo 16 define educação ambiental como uma ferramenta que procura desenvolver uma população que seja consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas que lhe são associados, e que tenha conhecimentos, habilidades, atitudes, motivações e compromissos para trabalhar individual e coletivamente na busca de soluções para os problemas existentes e para prevenção dos novos (Brasil, 1997).

De acordo com Morosine (2000), a educação ambiental se baseia em:

- Conhecimento dos princípios básicos relacionados ao meio ambiente, leis e fatos naturais e humanos que condicionam a realidade ambiental;
- Interação histórica e cultural dos grupos humanos com os elementos naturais;
- Incentivo à adoção de posturas sociais e pessoais que levem a interações construtivas, justas e sustentáveis;
- Observação e análise de fatos e situações do ponto de vista ambiental;
- Público alvo: educação formal (alunos, professores, profissionais de treinamento) e não formal (jovens, adultos, famílias, trabalhadores).

O uso irracional da água reflete problemas ambientais, e é neste contexto que se propõe, nesta pesquisa, aplicar a educação ambiental nas escolas, enfatizando o papel da água na sociedade (para esta e as futuras gerações) e suas inter-relações com outros elementos no meio ambiente. Não é o objetivo desta pesquisa desenvolver um programa de educação ambiental escolar. E como há uma grande variedade de metodologias de programas não foi informado aos entrevistados os respectivos custos.

Contudo, pode-se indicar o uso da interdisciplinaridade do tema gerador (água), aplicando o tema água em todas as disciplinas da escola por algumas aulas, o que

não acarretaria custo adicional à escola, e proporcionaria um total envolvimento dos alunos.

#### **4.3. Definição dos participantes do processo de gerenciamento**

A avaliação das alternativas de gerenciamento da demanda de água propostas para a cidade de Campina Grande, descritas no item 4.2, foi feita pelos chamados participantes do processo de gerenciamento ou decisores, através de entrevistas. Desta forma, contempla-se a chamada gestão participativa preconizada pela Lei Federal nº 9.433/97 e pela Lei Estadual nº 6.308/96, através da participação do poder público, usuários e sociedade civil.

A Lei Federal nº 9.433/97 em seu artigo 33 regulamenta os Comitês de Bacia Hidrográfica como uma das partes integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Os integrantes do grupo decisor (Tabela 4.13) foram escolhidos c/ base no art. 39 da Lei nº 9.433/97 e analisando a composição de comitês de bacia em outros estados (exemplo do Comitê do Rio Santa Maria/RS encontra-se Tabela 4.14), visto que o Comitê da Bacia do Rio Paraíba encontra-se em processo de formação. Entretanto, por se tratar de um problema urbano, optou-se por excluir os irrigantes, e incluir setores estritamente urbanos como comércio e indústria da construção civil. A porcentagem de representantes adotada na formação do grupo decisório (Tabela 4.13) não segue a composição de nenhum comitê já implementado.

Tabela 4.13 Composição do grupo decisor – Estudo de caso.

Grupo	Sub-grupo	Órgão	Nº de representantes
I. Poder Público (21,4%)	Governo Federal	Departamento Nacional de Obras de Combate à Seca (DNOCS)	1
	Governo Estadual	Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Minerais (SEMARH)	1
	Governo Municipal	Secretaria de Educação	1
		Secretaria de Planejamento	1
		Secretaria de Meio-Ambiente	1
		Secretaria de Infraestrutura e Gestão	1
II. Usuários (7,2%)	Companhia de Abastecimento	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)	1
	Indústria	Federação das Indústrias da Paraíba (FIEP)	1
III. Sociedade Civil (71,4%)	Câmara Municipal	Câmara de vereadores - CG	4
	Entidade Comunitária	União Campinense de Equipes Sociais	1
	Entidades Técnico-Científicas	Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)	2
		Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES/PB)	2
		Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA)	2
	Organização Não Governamental	Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas às Comunidades (PATAAC)	1
	Comércio	Clube de Diretores Lojistas de Campina Grande (CDL)	1
	Curadoria	Curadoria do Meio Ambiente	1
	Instituição de Ensino Superior	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	3
		Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	1
	Indústria da Construção Civil	Construtora SG Incorporação e Construção Ltda	1
		Sindicato dos Construtores da Paraíba (SINDUSCON)	1
	Total de decisores		

Vários sub-grupos possuem mais de um representante (Câmara, ABRH, ABES/PB, CREA/PB e UFPB) e para referenciá-los optou-se por numerá-los, sem que a numeração tenha qualquer ligação com um tipo de hierarquização.

Tabela 4.14 Composição do Comitê do Rio Santa Maria/RS (Madeira, 1999).

Grupos	Categorias	Número de vagas
Usuários da água (40%)	Esgotos domésticos e drenagem	6
	Uso agrícola	6
	Uso industrial	1
	Mineração	1
	Abastecimento público	2
Sociedade Civil (40%)	Associações de moradores	3
	Associações ambientalistas	3
	Associações técnico-científicas	4
	Universidades	2
	Câmara de vereadores	4
Órgãos Públicos (20%)	Estaduais	6
	Federais	2

#### 4.4. Definição dos objetivos e critérios de avaliação

O conceito de desenvolvimento sustentável estende e reforça os principais objetivos do gerenciamento de recursos hídricos no âmbito social, econômico e ambiental; portanto um sistema de suporte à decisão deve se basear na integração fundamental do gerenciamento ambiental, o desenvolvimento econômico e o bem-estar social da população (Simonovic e Bender, 1996). Assim, em um problema multicriterial de gerenciamento da demanda, como neste caso, a sua análise e solução devem atender a objetivos econômico, ambiental, social e técnico. Para expressar tais objetivos pode-se considerar os seguintes critérios: custos; impacto social, ambiental, econômico; viabilidade técnica, operacional, legal, política; eficiência na redução de consumo; preservação dos recursos hídricos; aceitabilidade da população; redução de carga de poluição hídrica; confiabilidade; flexibilidade e sustentabilidade.

A escolha dos critérios a serem utilizados nesta pesquisa é baseada nas características e particularidade do problema; nos dados disponíveis e na técnica ou modelo a serem utilizados (Tabela 4.15). Um maior número de critérios utilizados na análise corresponde a uma maior abrangência e proporciona uma solução mais representativa. Alguns critérios podem ser condensados para facilitar sua aplicação como é o caso do critério viabilidade técnica/operacional, onde se pode aglutinar os atributos de funcionalidade e operacionalidade bastante importantes para o atendimento do objetivo técnico.

Tabela 4.15 Objetivos e critérios de avaliação adotados nesta pesquisa.

<b>Objetivo</b>	<b>Critério</b>
Econômico	Viabilidade econômica
Técnico	Viabilidade técnica/operacional
Social	Viabilidade legal/política
	Aceitabilidade
Ambiental	Redução de consumo

Todos os critérios dispostos na Tabela 4.15 são qualitativos, caracterizados por um alto grau de subjetividade que dificulta a sua mensuração. A conceituação de cada critério, conforme adotada neste trabalho, é descrita a seguir:

- **Viabilidade econômica:** Corresponde a uma espécie de análise de custo e benefício, visto que o decisor deve considerar neste critério os custos da alternativa e o retorno de investimento de sua implementação, que é importante no gerenciamento da demanda, já que a redução do consumo vem acompanhada da diminuição dos gastos com água;
- **Viabilidade técnica/operacional:** Refere-se à viabilidade técnica e operacional, levando em consideração a funcionalidade e a facilidade na operação da alternativa;
- **Redução de consumo:** Refere-se, conforme a própria denominação do critério, ao grau de redução de consumo proporcionado pela alternativa analisada;
- **Viabilidade legal/política:** Corresponde a viabilidade legal e política da alternativa, isto é, se a alternativa contraria a legislação em vigor e se a implantação desta acarretaria problemas de ordem política na cidade.
- **Aceitabilidade:** Refere-se ao grau de aceitabilidade da implementação da alternativa pela população da cidade.

Os critérios de avaliação adotados são independentes uns dos outros e possuem o mesmo peso. Desta forma, neste trabalho, não há a etapa de ponderação dos critérios, onde a importância de cada critério é determinada por coeficientes de ponderação (pesos), que é bastante comum na maioria das técnicas multicritério. Neste problema, a importância de cada critério na avaliação será levada em consideração pelo decisor sem que este a expresse explicitamente.



A característica principal dos critérios adotados é o alto grau de subjetividade, e para suprir esta dificuldade optou-se por representá-los através de categorias fixas inspiradas na Lógica Difusa (Zadeh, 1973) (Tabela 4.16). Esta forma de categorização permite captar aspectos favoráveis e desfavoráveis de cada critério. A quantidade de categorias adotada é variada para cada critério e foi determinada por esta pesquisa de acordo com as características dos critérios. Quanto maior o número de categorias para representar um critério maior a complexidade do problema, e por conseguinte, maior a dificuldade de solucioná-lo, apesar de que o uso de um maior número de categorias permite expressar melhor a opinião do decisor.

Tabela 4.16 Critérios de avaliação e categorias inspiradas na Lógica Difusa adotados nesta pesquisa.

<b>Critério</b>	<b>Categorias</b>
Viabilidade econômica	Baixa, média, alta e muito alta
Viabilidade técnica/operacional	Inviável, pouco viável e viável
Redução de consumo	Muito baixa, baixa, média e alta
Viabilidade legal/política	Inviável, pouco viável e viável
Aceitabilidade	Inaceitável, baixa, média e alta
Avaliação global	Indesejável, pouco desejável, desejável e extremamente desejável

Na avaliação das alternativas, cada decisor expressou sua avaliação dentre as respectivas categorias de cada critério. Com base nesta, o decisor faz uma espécie de avaliação final que se denomina de *avaliação global* (Tabela 4.16). O decisor expressa o seu grau de vontade ou desejo em relação à implementação de certa alternativa. A *avaliação global* não é um critério, mas segue a categorização propostas para os critérios. Na *avaliação global*, o decisor segue o mesmo procedimento usado nos critérios, isto é, procura enquadrar sua avaliação dentre as categorias propostas.

#### 4.5. Entrevistas

As avaliações das alternativas foram obtidas através de entrevistas. Como instrumento de coleta de dados utilizou-se um questionário padrão (Figura 4.5) idêntico para cada alternativa a ser avaliada, contendo os critérios e suas respectivas categorias. Esta metodologia de coleta de dados, através de questionários, pode ser vista em vários

trabalhos como Marchi et al. (2000), Madeira e Lanna (2000), Madeira (1999) e Jardim (1999).

Antes de chegar à forma do questionário apresentado na Figura 4.5, aplicou-se um questionário “piloto” para dois decisores. Nesta etapa identificou-se e corrigiu-se as falhas da primeira versão do questionário.

<b>Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água</b>				
<b>Alternativa:</b>	<input type="text"/>			
<b>Cidade:</b>	<input type="text"/>			
<b>Entrevistado(a):</b>	<input type="text"/>			
<b>Profissão:</b>	<input type="text"/>			
<b>Atividade:</b>	<input type="text"/>			
<b>Grupo:</b>	<input type="text"/>			
<b>Sub-grupo:</b>	<input type="text"/>			
<b>A alternativa deve ser avaliada pelos seguintes critérios:</b>				
Para cada critério, a alternativa deve ser qualificada em uma ou mais categorias com pesos de 0 a 10.				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável	Pouco viável	Viável	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável	Pouco viável	Viável	
<b>Accitabilidade</b>	Inaceitável	Baixo	Médio	Alto
<b>Avaliação global</b>	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável

Figura 4.5 Questionário-padrão.

As entrevistas foram realizadas em local e data marcada pelo entrevistado. Em nenhum caso o questionário foi preenchido na ausência do entrevistador.

Na preparação do questionário primou-se por uma linguagem objetiva, para que os entrevistados não sentissem dificuldade em preenchê-lo, e que proporcionasse a melhor forma de captar a essência da opinião expressa através da avaliação dos critérios e da *avaliação global*. O questionário (Figura 4.5) constituiu-se inicialmente da indicação da alternativa a ser analisada e de uma pequena caracterização do entrevistado, seguida de uma breve informação de como deve ser preenchido, com os critérios dispostos à esquerda e suas respectivas categorias ao lado, e por último a avaliação global com suas respectivas categorias ao lado.

Na entrevista, a coleta de dados foi feita seguindo sempre o mesmo procedimento conforme as etapas descritas abaixo:

- i) Apresentação da problemática do abastecimento d'água da cidade de Campina Grande e a inserção desta pesquisa na mesma;
- ii) Apresentação das alternativas propostas para a cidade através da Tabela 4.17, com informações de custo e redução de consumo, seguida da elucidação requisitada pelo entrevistado sobre as alternativas em que este tinha dúvida;
- iii) Breve explanação ao entrevistado do seu papel no processo, com referência ao comitê de bacia;
- iv) Apresentação do questionário (Figura 4.5) e sua forma de preenchimento;
- v) Preenchimento do questionário para cada alternativa (de um total de 13), na seguinte ordem: primeiro a avaliação pelos critérios e em seguida *avaliação global*.

Cada decisor preencheu as caixas em branco referente a cada critério (Figura 4.5) com pesos de 0 a 10 (ou 0 a 1), ponderando ou não sua avaliação. Na avaliação da alternativa por cada critério o decisor seguiu as diretrizes:

- Se o decisor escolhe apenas uma categoria para expressar sua avaliação: a categoria escolhida tem peso 10 (ou 1) e as outras peso 0;

- Se o decisor escolhe mais de uma categoria para expressar sua avaliação: as categorias escolhidas têm seus pesos ponderados com valores de 1 a 9 (ou 0,1 a 0,9), e as categorias não escolhidas possuem peso 0;

Tabela 4.17 Alternativas propostas de gerenciamento da demanda para a cidade de Campina Grande (Informações ao decisor quando da entrevista).

Alternativa	Custo (R\$)	Redução de consumo	Observação
Vasos de descarga reduzida (6 l/descarga)	A partir de 89,40/unid	50%	
Captação de água de chuva	300,00/unid		Cisterna de 15m <sup>3</sup>
Sistemas de reuso de água			
Residencial	17.000,00 + 300,00/mês		
Industrial	0,81*	Até 95%	
Intensificação no controle de vazamentos		Depende do índice de vazamentos	Ex. IPT - redução de 53%
Rede de abastecimento	35,00/vazamento**		
Edificação	1,20/h***		
Medição individualizada em edifícios		15 – 30%	
	Popular: 90,00 + 24,00/hidrômetro Classe média: 180,00 + 24,00/hidrômetro		Experiência bem sucedida em Recife-PE e Guarulhos/SP.
Legislação que induza uso racional (medição individualizada)			Ex. Lei nº 4.650/94 Guarulhos/SP
Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente da água	10% de aumento na conta atual de água	Residencial: 2 – 6% Industrial: 5 – 8%	
Outorga dos direitos de uso da água	0,0		Não há taxa para aquisição do termo de outorga na Paraíba
Cobrança pelo uso da água			Ausência de informações impedem estimar a redução de consumo
Residencial	0,01/m <sup>3</sup>		
Industrial	0,03/m <sup>3</sup>		
Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	10% de aumento na conta atual de água + Residencial: 0,01/m <sup>3</sup> Industrial: 0,03/m <sup>3</sup>	Residencial: > (2 – 6%) Industrial: > (5 – 8%)	
Programa de educação ambiental escolar	Variável de acordo com o programa		Ex. Uso do tema água.

Obs: Taxa cambial (05/03/01): 1US\$ = R\$ 2,022

\* Custo unitário de captação (600 l/s) e tratamento terciário (Biofor).

\*\*Exceto trabalhos de engenharia e mão de obra.

\*\*\* Custo do encanador por hora, exceto o material.

Os custos constantes na Tabela 4.17 são médios e referem-se aos custos para o usuário da água (incluindo a Companhia de Saneamento). Não estão computados os custos de implantação da alternativa, por exemplo, para o órgão gestor de recursos hídricos (caso das alternativas “outorga” e “cobrança”).

Na *avaliação global* o decisor também segue as diretrizes dispostas acima.

Alguns entrevistados preencheram o questionário de próprio punho enquanto que outros optaram por informar sua avaliação ao entrevistador, para que este, por conseguinte, preenchesse o questionário.

A ponderação e a categorização dos critérios permitiram que o entrevistado pudesse expressar sua avaliação em uma ou mais categorias. Assim, a opinião e o comportamento de cada decisor foram representados pelo enquadramento de cada alternativa nos vários critérios e pela *avaliação global*. Este arcabouço (representação) permite melhor atingir o objetivo da pesquisa, que é fazer uma avaliação das alternativas de gerenciamento da demanda propostas considerando os vários decisores e utilizando vários critérios. O uso das entrevistas propicia, portanto, uma análise multicriterial e multidecisória das alternativas, retratando os perfis de preferências destes em relação às alternativas de gerenciamento da demanda.

#### **4.6. Metodologia da análise dos resultados das entrevistas**

De posse de todas as entrevistas seguiu-se uma análise individual, uma análise intragrupo e uma análise inter-grupos das *avaliações globais* e dos critérios das alternativas. Com base nestas análises foram escolhidas as alternativas de gerenciamento da demanda mais desejáveis para a cidade de Campina Grande, conforme disposto no Capítulo 5 (Análise de resultados das entrevistas). A incerteza associada ao processo decisório pode ser então identificada e dependerá da variabilidade de opiniões entre os decisores, intragrupo e inter-grupos.

A etapa de análise de resultados das entrevistas foi sistematizada nos seguintes itens:

- i) Análise individual: análise das peculiaridades das avaliações dos decisores;

- ii) Análise intragrupo: para cada grupo analisa-se as avaliações das alternativas por cada critério e da *avaliação global*, através dos seguintes elementos:
- Matriz de avaliação da *avaliação global*;
  - Matriz de avaliação para cada critério;
  - Quadro comparativo das avaliações dos decisores de cada grupo, confrontando as alternativas mais e menos desejáveis, critérios de maior e menor influência, e tipo de avaliação adotada por cada decisor;
  - Ordenamento das alternativas mais desejáveis, com a ordem de preferência das alternativas desde a extremamente desejável à indesejável, com base na análise estatística da *avaliação global*;
  - Ordenamento das alternativas por critério, com a ordem de preferência das alternativas desde a categoria mais a menos favorável, com base na análise estatística de cada critério;
  - Análise estatística das alternativas, com a distribuição dos percentuais das categorias dos critérios e da *avaliação global*;
  - Matriz de avaliação multicriterial das alternativas, através do consenso na avaliação de cada alternativa segundo os critérios e *avaliação global*, baseada na análise estatística e no conceito de consenso.
- iii) Análise inter-grupo: análise das opiniões entre os grupos, com a construção da matriz de avaliação multicriterial de todos grupos e ordenamento das alternativas segundo cada critério e *avaliação global*.

Alguns autores como Marchi et al. (2000), Larichev (2001), Wang (2001) Petrovic e Petrovic (2001) propõem o ordenamento de alternativas baseado na análise multicriterial, contudo usam métodos computacionais como é o caso do método ZAPROS III (Larichev, 2001). Neste trabalho optou-se por não usar nenhum método de ordenamento e sim baseá-lo na análise estatística das avaliações pelos critérios e *avaliação global* dos decisores.

O ordenamento das alternativas segundo a *avaliação global* na análise inter-grupos indica as alternativas propostas mais desejáveis para a cidade de Campina Grande.

A etapa metodológica de análise das entrevistas com a conseqüente escolha das alternativas (a qual compõe, juntamente, com as etapas antecedentes descritas neste Capítulo, a Fase I da metodologia), e a etapa de proposição de desenvolvimento de um modelo da opinião dos entrevistados (descrito no item 4.7), Fase II, estão esquematizadas na Figura 4.6.

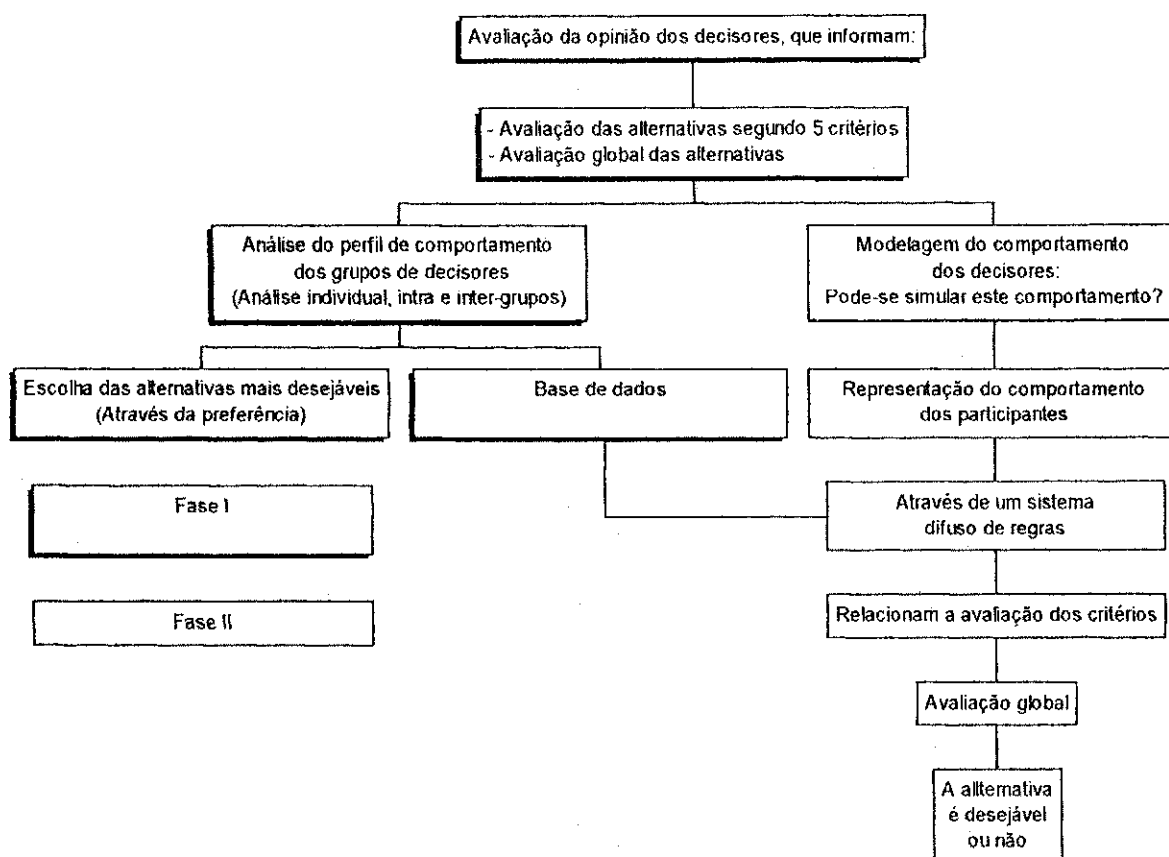


Figura 4.6 Organograma metodológico do problema.

#### 4.7. Desenvolvimento do modelo multicritério via Lógica Difusa

Com os dados das opiniões dos decisores entrevistados, a pergunta que se apresenta é: “será possível modelar o comportamento ou a opinião dos decisores quanto a alternativas de gerenciamento da demanda?”.

Se a resposta for “sim”, uma vez modelado o comportamento dos decisores, o modelo será uma importante ferramenta para o analista, órgão gestor ou Comitê de Bacia, devido a sua capacidade de simular o comportamento dos decisores frente a novas alternativas de gerenciamento da demanda (desde que não difiram muito do perfil das já analisadas) ou a novos parâmetros, auxiliando, assim, no processo decisório.

Neste trabalho, propõe-se desenvolver um modelo capaz de imitar a maneira pela qual os participantes do processo de gerenciamento da demanda usualmente formulam as regras de decisão ou análise do problema multicritério. A Lógica Difusa – *Fuzzy Logic* (Zadeh, 1973), baseada na Teoria dos Conjuntos Difusos (Zadeh, 1965), provê um arcabouço matemático adequado para representar estas regras e para combinar variáveis não quantitativas. A Lógica Difusa foi, portanto, escolhida para a modelagem do comportamento dos decisores neste trabalho.

Como comentado no item 3.7 (Capítulo 3), a tomada de decisão multicritério baseada em conjuntos difusos permite a entrada de dados quantitativos e qualitativos, descrevendo-se o desempenho de cada critério através de variáveis lingüísticas (tais como bom, muito bom, insuficiente) e números difusos. Tal facilidade no gerenciamento dos recursos hídricos, inclusive no gerenciamento da demanda, proporciona uma análise mais “robusta”, já que neste processo decisório utilizam-se critérios de avaliação subjetivos e não quantificáveis.

O modelo multicritério via Lógica Difusa desenvolvido neste trabalho utilizou-se de planilha eletrônica e segue o seguinte fluxograma (Figura 4.7):



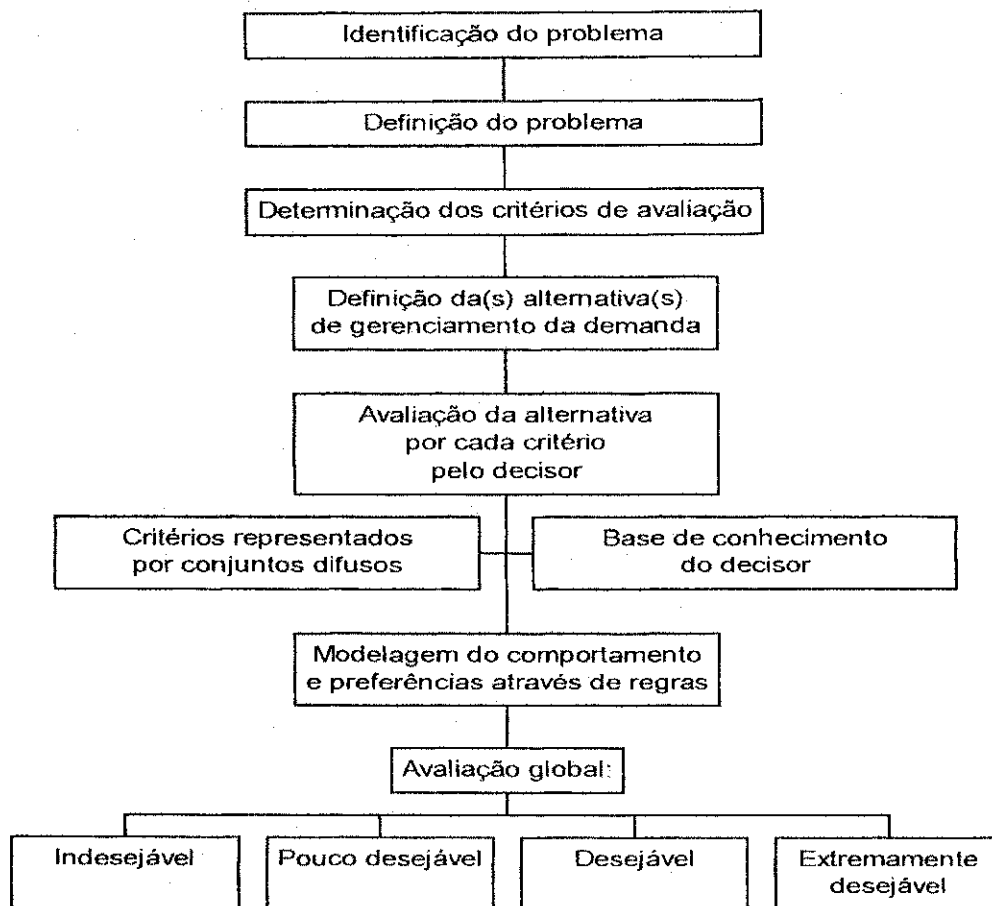


Figura 4. 7 Metodologia do modelo multicriterial via Lógica Difusa.

Para uma melhor compreensão do funcionamento do modelo, apresenta-se um exemplo detalhado. Seja a alternativa genérica de gerenciamento da demanda de água  $A$ , e  $D$  um decisor qualquer.  $D$  avalia  $A$  através de cinco critérios (viabilidade econômica, viabilidade técnica/operacional, redução de consumo, viabilidade legal/política e aceitabilidade), ponderando suas categorias para enquadrar sua avaliação, conforme disposto na Figura 4.8.

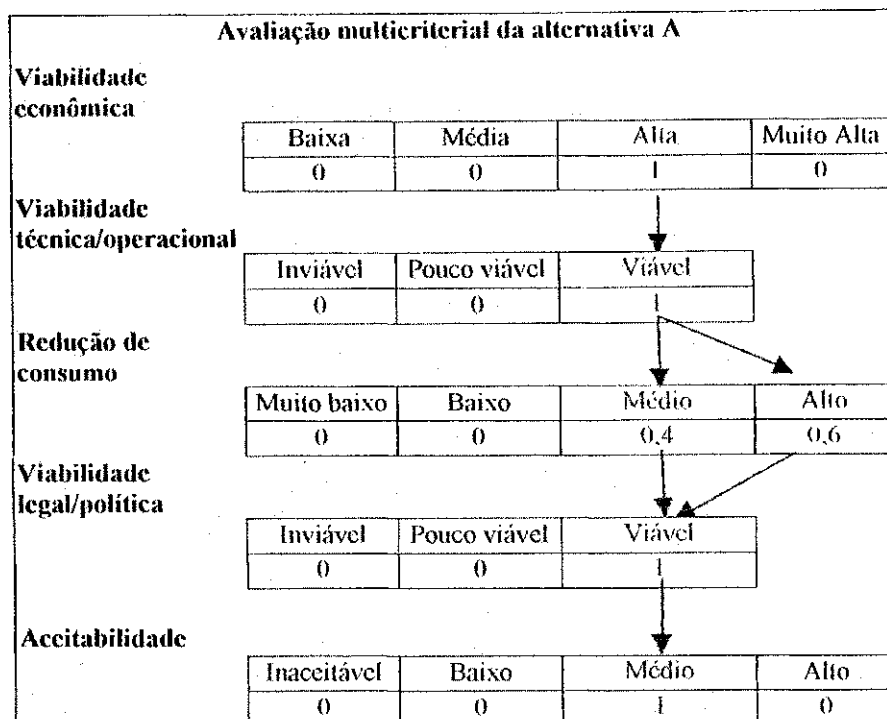


Figura 4.8 Avaliação multicriterial da alternativa A pelo Decisor D.

Com base na avaliação multicriterial (Figura 4.8), o modelo determina a *avaliação global* da alternativa A, através de regras de avaliação indicadas (conforme as setas na Figura 4.8) na avaliação do decisor. A *avaliação global* da alternativa A proposta pelo modelo é *desejável* (Figura 4.9).

Para um melhor entendimento da Figura 4.9, definem-se alguns termos:

- Regra ativada refere-se à regra (pertencente ao sistema de regras do modelo) usada na avaliação, ou seja “ativada” pela avaliação. Portanto consiste na regra onde as categorias apresentam pertinência maior que zero;
- Pertinência representa o quanto a avaliação pertence à categoria de um dado critério (ver item 3.7.1.1).

Os pesos atribuídos na avaliação do decisor (Figura 4.8) correspondem, no modelo, às pertinências de cada categoria (Figura 4.9).

Avaliação da Alternativa A			
Viabilidade econômica			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
0	0	1	0
Viabilidade técnica/operacional			
Inviável	Pouco viável	Viável	
0	0	1	
Redução de consumo			
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
0	0	0,4	0,6
Viabilidade legal/política			
Inviável	Pouco viável	Viável	
0	0	1	
Aceitabilidade			
Inaceitável	Baixo	Médio	Alto
0	0	1	0
Avaliação Global			
Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
0	0	0,6	0
<b>Regras de avaliação do modelo ativadas pela avaliação do Decisor D com a composição da avaliação global</b>			
Regra	Enunciado		Pertinência ( $\mu$ )
426	Se viabilidade econômica E	alto	1
	Se viabilidade técnica/operacional E	viável	1
	Se redução de consumo E	médio	0,4
	Se viabilidade legal/política E	viável	1
	Se aceitabilidade E	médio	1
	Então avaliação global:	desejável	MIN [1;0,4] = 0,4
438	Se viabilidade econômica E	alto	1
	Se viabilidade técnica/operacional E	viável	1
	Se redução de consumo E	alto	0,6
	Se viabilidade legal/política E	viável	1
	Se aceitabilidade E	médio	1
	Então avaliação global:	desejável	MIN [1;0,6] = 0,6
Composição das regras para avaliação global:			
"indesejável": $\mu = 0$ (nenhuma regra ativada)			
"pouco desejável": $\mu = 0$ (nenhuma regra ativada)			
"desejável": $\mu = 0,6$ Max [0,4; 0,6] = 0,6 (regras 426 e 438)			
"extremamente desejável": $\mu = 0$ (nenhuma regra ativada)			

Figura 4.9 Simulação do modelo multicritério via Lógica Difusa para a avaliação do decisor *D* da alternativa *A*.

Na composição da avaliação global (saída) o modelo executa a etapa de inferência (ver item 3.7.1.4) utilizando os operadores MIN e MAX (Figura 4.9).

Como se pode observar na Figura 4.9 a pertinência da variável conseqüente (saída) de cada regra é dada pelo mínimo das pertinências das categorias das variáveis antecedentes (entrada); e a pertinência final de cada categoria da variável de saída (avaliação global) é o máximo das pertinências de cada categoria da avaliação global, conforme as regras ativadas. As categorias das regras não ativadas possuem pertinência zero.

Nos itens seguintes detalham-se as etapas: definição dos critérios do modelo, extração de regras e validação.

#### 4.7.1. Definição dos critérios do modelo

Os critérios são expressos em categorias lingüísticas, cada uma representada por um *conjunto difuso*. Os critérios e categorias considerados no modelo são os mesmos utilizados nas entrevistas (Tabelas 4.18).

Tabela 4.18 Objetivos, critérios de avaliação e categorias.

Objetivo	Critério	Categorias
Econômico	Viabilidade econômica	Baixa, média, alta e muito alta
Técnico	Viabilidade técnica/operacional	Inviável, pouco viável e viável
Social	Viabilidade legal/política	Muito baixo, baixo, médio e alto
	Aceitabilidade	Inviável, pouco viável e viável
Ambiental	Redução de consumo	Inaceitável, baixa, média e alta

Para a *avaliação global* o modelo considera também as mesmas categorias usadas nas entrevistas: indesejável, pouco desejável, desejável e extremamente desejável.

As Figuras 4.10 a 4.15 apresentam as variáveis lingüísticas do sistema difuso de regras (ver itens 3.7.1.2 e 3.7.1.3) expressas através de funções de pertinência triangulares.

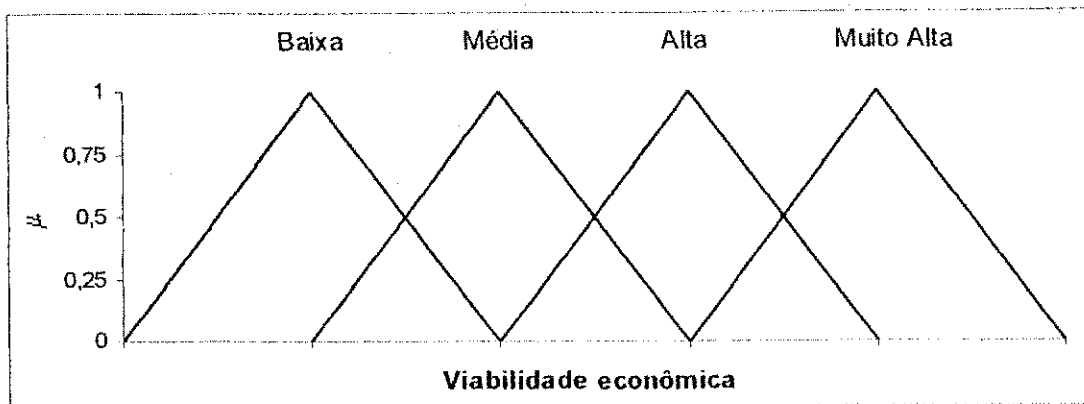


Figura 4.10 Variável linguística do critério viabilidade econômica.

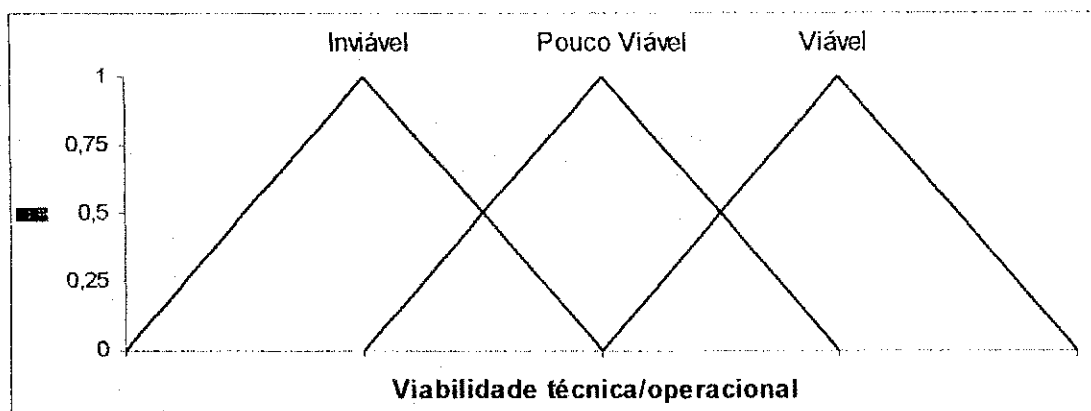


Figura 4.11 Variável linguística do critério viabilidade técnica/operacional.

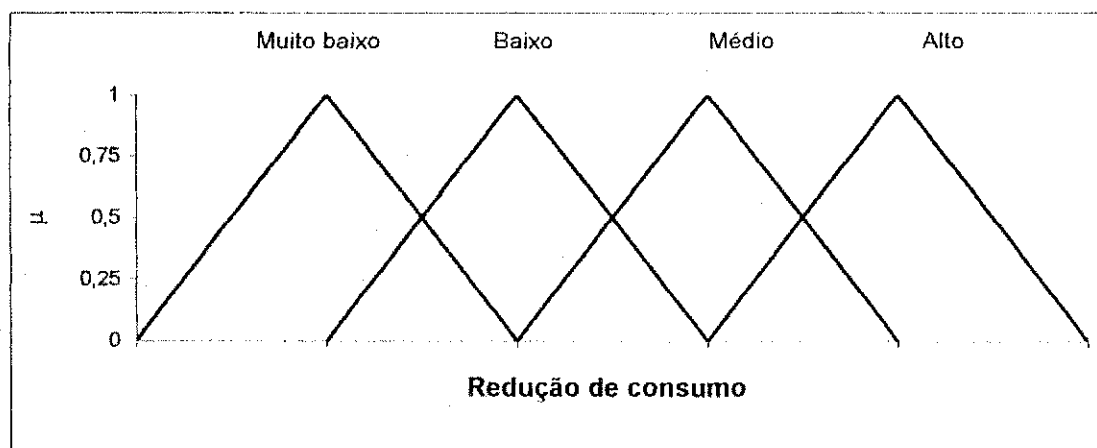


Figura 4.12 Variável linguística do critério redução de consumo.

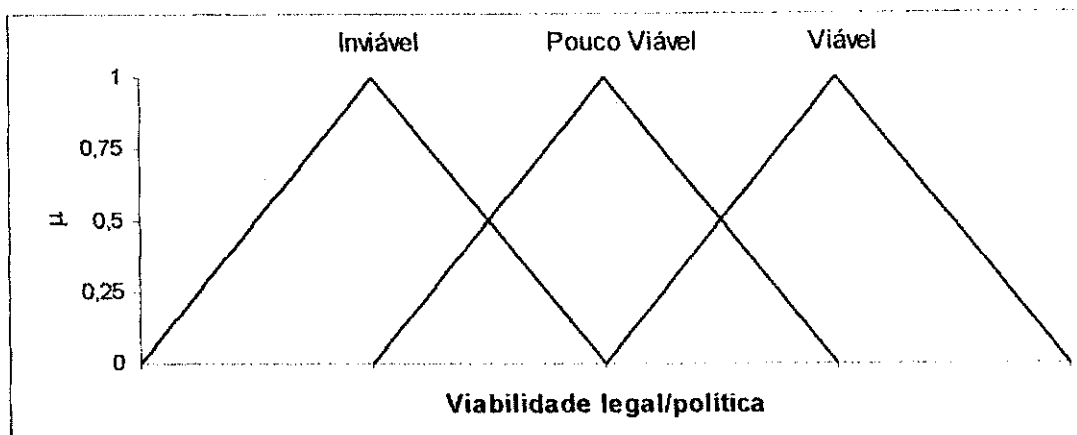


Figura 4.13 Variável linguística do critério viabilidade legal/política.

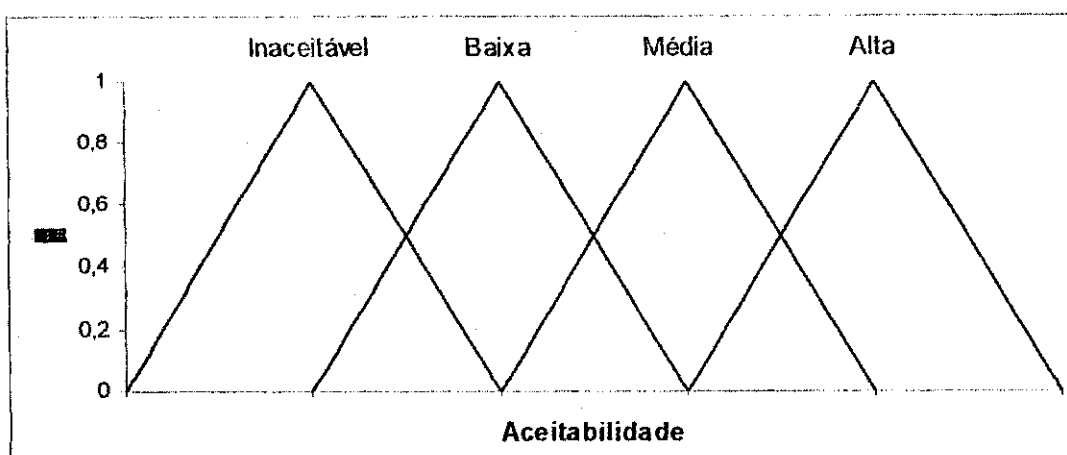


Figura 4.14 Variável linguística do critério aceitabilidade.

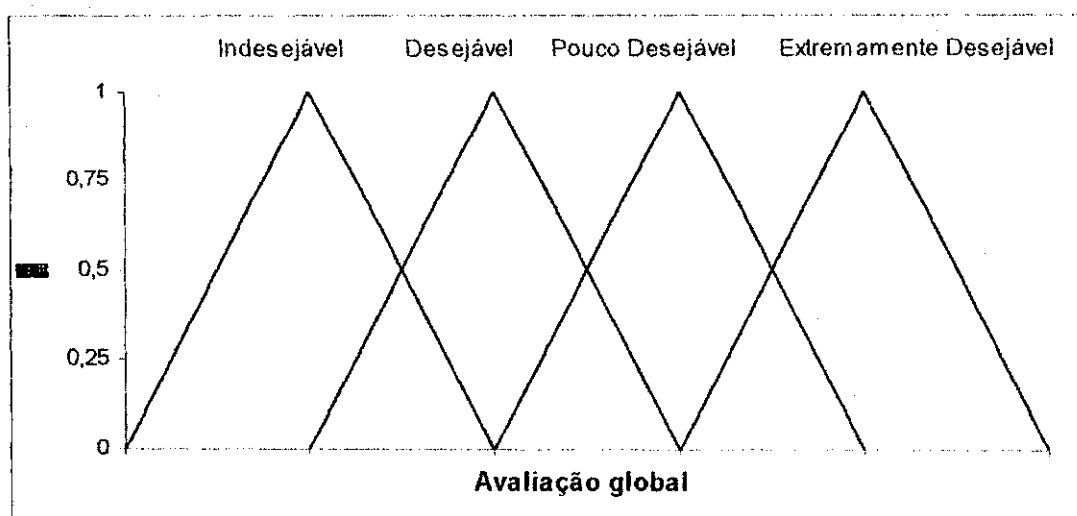


Figura 4.15 Variável linguística da avaliação global.

A quantidade de critérios adotados no modelo não permite que as regras sejam expressas na forma de matriz, porque nesta pesquisa esta possui cinco dimensões.

#### 4.7.2. Extração de regras

As regras especificam a *avaliação global* de uma alternativa de gerenciamento da demanda, ou seja, as avaliações individuais dos critérios são combinadas em um único valor lingüístico. A categorização dos critérios e a formulação das regras de inferência da avaliação global constituem a definição da estratégia de avaliação das alternativas de gerenciamento da demanda e devem surgir do consenso entre os decisores.

A extração das regras consiste no procedimento onde o conhecimento do analista, de acordo com a base de dados disponível, é traduzido ou codificado nas conseqüências das regras já montadas. De acordo com Bárdossy e Duckstein (1995) existem vários métodos de extração de regras dos quais destacam-se:

- i) As regras são conhecidas pelos especialistas e podem ser definidas diretamente;
- ii) As regras podem ser extraídas pelos especialistas diretamente, mas dados disponíveis devem ser usados para atualizá-las;
- iii) As regras não são conhecidas explicitamente, mas as variáveis requeridas para a descrição do sistema podem ser especificadas pelos especialistas;
- iv) Apenas é disponível um conjunto de observações e o sistema de regras tem que ser construído para descrever as inter-conexões entre os elementos do conjunto de dados.

A metodologia de extração de regras adotada nesta pesquisa enquadra-se no tipo (iii).

Como dito anteriormente, a base de dados usada no modelo é formada pelas entrevistas. Na avaliação de cada alternativa o decisor cria “inconscientemente” regra(s) de avaliação onde combina os critérios e categorias enquadradas na sua avaliação para basear sua *avaliação global*, como se pode observar no exemplo das Figuras 4.16 e 4.17.

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Programa de educação ambiental escolar</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Câmara de vereadores - Câmara 1</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 0	Média 0	Alta 0,2	Muito Alta 0,8
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 1	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 0,4	Média 0,6	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 1	
<b>Aceitabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 0	Alta 1
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 0	Extremamente desejável 1

Figura 4.16 Avaliação da alternativa *programa de educação ambiental escolar* para o sub-grupo *Câmara de Vereadores*, decisor *Câmara 1*.



Regra	Enunciado		Ponderação
I	Se viabilidade econômica	alta	0,2
	Se viabilidade técnica/operacional	viável	1,0
	Se redução de consumo	baixo	0,4
	Se viabilidade legal/política	viável	1,0
	Se aceitabilidade	alto	1,0
	<b>Então avaliação global:</b>	<b>extremamente desejável</b>	<b>1,0</b>
II	Se viabilidade econômica	alta	0,2
	Se viabilidade técnica/operacional	viável	1,0
	Se redução de consumo	médio	0,6
	Se viabilidade legal/política	viável	1,0
	Se aceitabilidade	alto	1,0
	<b>Então avaliação global:</b>	<b>extremamente desejável</b>	<b>1,0</b>
III	Se viabilidade econômica	muito alta	0,8
	Se viabilidade técnica/operacional	viável	1,0
	Se redução de consumo	baixo	0,6
	Se viabilidade legal/política	viável	1,0
	Se aceitabilidade	alto	1,0
	<b>Então avaliação global:</b>	<b>extremamente desejável</b>	<b>1,0</b>
IV	Se viabilidade econômica	muito alta	0,8
	Se viabilidade técnica/operacional	viável	1,0
	Se redução de consumo	médio	0,6
	Se viabilidade legal/política	viável	1,0
	Se aceitabilidade	alto	1,0
	<b>Então avaliação global:</b>	<b>extremamente desejável</b>	<b>1,0</b>

Figura 4.17 Base de dados: regras de avaliação e ponderação (conforme exemplo da Figura 4.16).

A consistência e coerência das entrevistas foram analisadas isolando cada decisor e observando se o mesmo utilizou *avaliação global* diferente para uma mesma regra de avaliação, onde se considera:

- Regra incoerente: quando a regra de avaliação de uma alternativa considerada *inviável* pelo critério *viabilidade técnica/operacional* ou *viabilidade legal/política*, ou considerada *inaceitável* pelo critério *aceitabilidade*, não possua *avaliação global indesejável*;

- Regra com *avaliação global* diferente: quando para uma mesma regra o decisor adota mais de um tipo de *avaliação global*;
- Regra coerente: demais casos;

Uma vez combinados todos os critérios de avaliação considerados e suas respectivas categorias, construiu-se o sistema difuso de regras (SDR) composto inicialmente por 576 regras (4 x 3 x 4 x 3 x 4 categorias) com as variáveis antecedentes (ver item 3.7.1.2), sem o preenchimento da *avaliação global*, isto é sem as consequências, seguindo a forma da Figura 4.18. As regras pertencentes ao modelo foram numeradas com algarismos arábicos.

Regra	Enunciado		Pertinência ( $\mu$ )
1	Se viabilidade econômica	baixa	
	Se viabilidade técnica/operacional	inviável	
	Se redução de consumo	muito baixa	
	Se viabilidade legal/política	inviável	
	Se aceitabilidade	inaceitável	
	<b>Então avaliação global:</b>		

Figura 4.18 Regra de avaliação.

No processo de extração utilizou-se bastante o termo consenso. Bender e Simonovic (1997) relacionam o conceito de consenso à promoção de sustentabilidade ao processo decisório, e definem consenso como uma espécie de compromisso equilibrado, caracterizado pela robustez em relação às incertezas e perspectivas do processo de gerenciamento. Neste sentido, considera-se na extração das regras o consenso como uma situação de equilíbrio na opinião dos decisores, expressa pela convergência de uma categoria de *avaliação global* para uma mesma regra.

Com a estrutura do SDR montada e identificadas todas as regras de avaliação criadas pelos decisores, passou-se para a etapa de extração das regras que seguiu as diretrizes:

- i) Todas as alternativas são avaliadas considerando que os decisores seguiram o mesmo “ponto de vista”;

- ii) Os decisores pertencem a um mesmo grupo;
- iii) A consequência de cada regra foi derivada do conjunto de dados das entrevistas, podendo ser chamado também de conjunto de treinamento ou calibração.
- iv) Só foram consideradas as avaliações com pertinência ou peso  $\geq 0,5$ , visto que valores inferiores a 0,5 indicam pequena pertinência à categoria, optando-se por não usá-las.
- v) Considerou-se a *avaliação global* da alternativa como indesejável, sem levar em consideração a avaliação do decisor, nos seguintes casos: quando a alternativa é avaliada como inviável pelo critério viabilidade técnica/operacional ou viabilidade legal/política; e quando a alternativa é considerada inaceitável pelo critério aceitabilidade.
- vi) As regras explicitadas por mais de um decisor passaram por um processo de consenso, para a escolha da consequente *avaliação global*. Para o consenso realizou-se um “balanço” dos pesos (maiores que 0,5, conforme descrito em iv)) dados pelos decisores para as categorias de *avaliação global* para uma mesma regra, considerando a categoria consequente da regra aquela com maior soma dos pesos, como se pode identificar no caso disposto na Tabela 4.19.

Tabela 4.19 Exemplo de balanço entre os pesos da avaliação global de uma mesma regra.

Decisor	Pesos da avaliação global			
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
1	1,0	0,5	0,7	0,0
2	0,5			
3	0,7			
Soma	2,2	0,5	0,7	0,0
<b>Consenso: Avaliação global = Indesejável</b>				

- vii) Nos casos onde para uma mesma regra houve o consenso com a igualdade de pertinência a mais de uma categoria, a respectiva regra foi duplicada, considerando ambas consequências como se pode observar o caso da Figura 4.19.
- viii) As consequências das regras, que não foram utilizadas pelos decisores nas avaliações, não foram preenchidas (exceto aquelas preenchidas automaticamente conforme item (iii)).

Após o processo de extração de regras o número de regras passou para 587, devido às regras duplicadas.

Regra	Enunciado	
119	Se viabilidade econômica	baixo
	Se viabilidade técnica/operacional	viável
	Se redução de consumo	baixo
	Se viabilidade legal/política	viável
	Se aceitabilidade	baixo
	<b>Então avaliação global:</b>	<b>pouco desejável</b>
120	Se viabilidade econômica	baixo
	Se viabilidade técnica/operacional	viável
	Se redução de consumo	baixo
	Se viabilidade legal/política	viável
	Se aceitabilidade	baixo
	<b>Então avaliação global:</b>	<b>desejável</b>

Figura 4.19 Exemplo de regras de avaliação duplicadas.

A resposta do SDR desta pesquisa depende da metodologia adotada para extração das regras, isto é, da calibração; e, também, da consistência e coerência da base de dados formada pelas entrevistas.

#### 4.7.3. Validação

O desenvolvimento de um modelo empírico de um processo qualquer é descrito usualmente na literatura de recursos hídricos (Klemes, 1986) compreendendo três fases:

- a) A “concepção do modelo”, quando, a partir do conhecimento do processo a modelar, define-se sua estrutura, equações e parâmetros.
- b) A “calibragem do modelo”, também chamada de “ajuste” ou “parametrização”, quando estima-se os valores dos parâmetros do modelo, geralmente através do uso de dados observados que representem o comportamento do processo. É comum avaliar o desempenho do modelo nesta fase, ou seja, o quanto ele conseguiu reproduzir o processo real, através de medidas específicas, que representam a distância entre o estado do processo calculado pelo modelo e o estado realmente observado. Esta avaliação do desempenho tem sido denominada, algumas vezes, de “validação da calibragem”.

- c) A “validação do modelo”, ou “validação cega”, é a avaliação do desempenho do modelo, já calibrado, quando aplicado a uma amostra de dados não utilizada na calibragem e, portanto, desconhecida pelo modelo. Esta etapa mostra a capacidade do modelo em “generalizar” a simulação do processo. Seu desempenho é normalmente representado pelas mesmas medidas utilizadas na avaliação da calibragem.

Neste trabalho, no desenvolvimento do modelo, cumpriu-se apenas as duas primeiras etapas. A etapa de validação cega não foi realizada por insuficiência de informações. Os dados coletados nas entrevistas foram suficientes apenas para realizar a sua calibragem. No texto desta dissertação, emprega-se o termo “validação” para denominar a avaliação do desempenho do modelo na fase de calibragem, ou seja, a “validação da calibragem” definida no item (b) acima.

A medida do desempenho utilizada é a simples comparação entre a *avaliação global* do decisor constante na entrevista e a *avaliação global* simulada pelo modelo a partir dos dados de avaliação das alternativas pelos critérios.

Adotou-se as seguintes definições na comparação das categorias da *avaliação global* para o decisor (entrevista) e para a simulação (modelo):

- Categoria de maior pertinência: aquela que possui a maior pertinência dentre todas;
- Categoria de menor pertinência: aquela com pertinência maior que zero, mas que não seja de maior pertinência;
- Coincidência de categoria: quando a mesma categoria possui maior pertinência atribuída pelo decisor na entrevista e pelo modelo;
- Coincidência de pertinência: para dada categoria (com pertinência maior que zero na simulação ou na entrevista) a pertinência atribuída pelo modelo é igual à pertinência atribuída pelo decisor na entrevista.

Na metodologia de validação adotada toma-se como referência principal a categoria de maior pertinência, visto que esta expressa a essência ou a principal opinião do decisor. No Capítulo 6 (Análise de resultados da simulação: validação) são apresentados os graus de validação adotados neste trabalho.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

Após a realização das entrevistas com todos os decisores, segue-se uma análise das avaliações pelos *critérios* e *avaliações globais*. Esta análise será realizada individualmente, intragrupo, sub-grupo e inter-grupos. Os resultados daí advindos indicam a(s) alternativas de gerenciamento da demanda mais desejável(s) para Campina Grande, determinada(s) através do consenso e equilíbrio da avaliação global dos decisores. Considerou-se que a avaliação de cada decisor tem o mesmo peso; sem que nenhum grupo, sub-grupo ou decisor possua poder de veto de qualquer alternativa. Assim, este capítulo dedica-se à análise dos resultados da Fase I da metodologia desta pesquisa.

### 5.1. Análise individual

Nesta etapa da análise selecionou-se os casos mais interessantes que retratam o comportamento e a incerteza dos decisores na avaliação das alternativas.

Conforme a disposição no questionário padrão (Figura 4.5), o decisor faz sua *avaliação global* baseado nas avaliações para cada critério, que, inconscientemente, formula uma espécie de regra de avaliação. Pode-se identificar tal fato no caso da Figura 5.1 onde o decisor formulou suas regras de avaliação (Figura 5.2). Constatou-se com base nas entrevistas realizadas neste trabalho que o maior número de regras formuladas por um

decisor para a avaliação de uma única alternativa foi 108 (Figura 5.3) e o menor 1 (Figura 5.4).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
Alternativa:	Vaso de descarga reduzida			
Cidade:	Campina Grande			
Grupo:	Sociedade Civil			
Sub-grupo:	ONG			
Avaliação:				
<u>Viabilidade econômica</u>	Baixa 8	Média 2	Alta 0	Muito Alta 0
<u>Viabilidade tec/operacional</u>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<u>Redução de consumo</u>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 0	Alta 10
<u>Viabilidade legal/política</u>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<u>Aceitabilidade</u>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 0	Alta 10
<u>Avaliação Global</u>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 10	Extremamente desejável 0

Figura 5.1 Avaliação da alternativa vaso de descarga reduzida pelo sub-grupo ONG, decisor PATAC.

Regra	Enunciado	
1 (——)	Se viabilidade econômica	baixa
	Se viabilidade técnica/operacional	viável
	Se redução de consumo	alta
	Se viabilidade legal/política	viável
	Se aceitabilidade	alta
	<b>Então avaliação global:</b>	<b>Desejável</b>
2 (-----)	Se viabilidade econômica	média
	Se viabilidade técnica/operacional	viável
	Se redução de consumo	alta
	Se viabilidade legal/política	viável
	Se aceitabilidade	alta
	<b>Então avaliação global:</b>	<b>Desejável</b>

Figura 5.2 Regras de avaliação (caso da Figura 5.1).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Controle de vazamento em edificação</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Entidade de ensino superior - UFRN</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 3	Média 5	Alta 2	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 2	Pouco viável 5	Viável 3	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 3	Média 7	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Aceitabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 3	Média 5	Alta 2
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 7	Extremamente desejável 3

Figura 5.3 Exemplo de avaliação de alternativa que produziu 108 regras (Avaliação da alternativa *controle de vazamento – edificação*, sub-grupo Entidade de Ensino Superior, decisor UFRN).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Controle de vazamento em edificação</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Indústria da construção civil</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 0	Média 0	Alta 10	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 10	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<b>Aceitabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 0	Alta 10
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 10	Extremamente desejável 0

Figura 5.4 Exemplo de avaliação da alternativa que produziu uma regra (Avaliação da alternativa *controle de vazamento – edificação*, sub-grupo Indústria da Construção Civil, decisor Construtora SG).



O número de regras criadas variou entre os decisores, conforme disposto na Tabela 5.1. Dentre estas regras observam-se as chamadas regras incoerentes e regras iguais com *avaliação global* diferente (conforme definição no item 4.7.2).

Tabela 5.1 Regras criadas pelos decisores.

Decisor	Nº de regras	Nº de regras incoerentes	Nº de regras iguais com avaliação global diferente
DNOCS	41	4	3
SEMARH	99	0	1
Secretaria de Educação	12	1	0
Secretaria de Planejamento	8	0	1
Secretaria de Meio Ambiente	50	0	1
Secretaria de Infraestrutura	62	1	0
Câmara 1	268	0	3
Câmara 2	9	0	1
Câmara 3	12	0	0
Câmara 4	9	0	1
CAGEPA	10	0	0
FIEP	57	2	0
UCES	8	0	1
ABRH 1	240	0	2
ABRH 2	12	0	2
ABES 1	116	1	0
ABES 2	10	0	0
CREA/PB 1	10	1	0
CREA/PB 2	8	1	0
PATAC	49	0	0
CDL	25	3	0
Curadoria	151	0	1
UFPB 1	34	0	0
UFPB 2	44	2	2
UFPB 3	76	1	1
UFRN	446	0	5
SG	17	6	0
SINDUSCON	11	0	1
<b>Total</b>	<b>1894</b>	<b>23</b>	<b>26</b>

Como o total de regras incoerentes (23) e de regras com avaliação diferente (26), representa uma parcela muito pequena no universo total de regras de avaliação (1894) criadas (Figura 5.5) considera-se a amostra consistente e coerente.

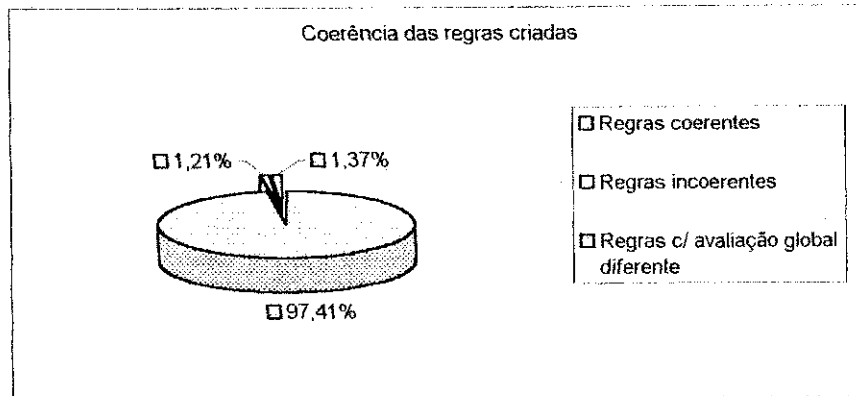


Figura 5.5 Coerência das regras criadas pelos decisores na avaliação das alternativas.

Em alguns casos o decisor repetiu a mesma regra de avaliação para várias alternativas. Tal comportamento foi seguido, por exemplo, pelo representante do sub-grupo CREA/PB que usou a mesma regra (Figura 5.6) para avaliar seis alternativas (reuso residencial, reuso industrial, controle de vazamento – edificação, legislação, outorga e cobrança).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Reuso de água industrial</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Entidade técnico científica - CREA</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 0	Média 10	Alta 0	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 10	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<b>Acceptabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 10	Alta 0
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 10	Extremamente desejável 0

Figura 5.6 Exemplo de uso de mesma regra na avaliação de várias alternativas (Avaliação da alternativa *reuso de água industrial*, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor CREA/PB 2).

Um comportamento esperado dos decisores em suas avaliações ocorre quando uma alternativa considerada *inviável* pelo critério *viabilidade técnica/operacional* ou *viabilidade legal/política*, ou considerada *inaceitável* pelo critério *aceitabilidade*, possua avaliação global *indesejável*. Muitos entrevistados seguiram este comportamento, enquanto que outros ignoraram a falta de viabilidade e/ou ausência de aceitabilidade na sua avaliação, e consideraram a alternativa *pouco desejável* ou *desejável*, o que produziu as chamadas regras incoerentes. Esta peculiaridade, de certa forma contraditória, reflete a imprevisibilidade do comportamento humano e a grande importância dada aos outros critérios pelo entrevistado. Tais comportamentos estão bem demonstrados nas Figuras 5.7 e 5.8.

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente da água</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Usuários</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Indústria</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 0	Média 10	Alta 0	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 10	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 10	Viável 0	
<b>Aceitabilidade</b>	Inaceitável 10	Baixa 0	Média 0	Alta 0
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 10	Pouco desejável 0	Desejável 0	Extremamente desejável 0

Figura 5.7 Exemplo de avaliação de alternativa com regra de avaliação coerente (Avaliação da alternativa *tarifação de água que estimule o uso eficiente*, sub-grupo indústria, decisor FIEP).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Vaso de descarga reduzida</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Entidade técnico-científica - ABES/PB</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 10	Média 0	Alta 0	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 10	Pouco viável 0	Viável 0	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 0	Alta 10
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<b>Aceitabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 7	Média 3	Alta 10
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 8	Desejável 2	Extremamente desejável 0

Figura 5.8 Exemplo de avaliação de alternativa com regra de avaliação incoerente (Avaliação da alternativa *vaso de descarga reduzida*, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABES 1).

Em alguns casos, observa-se a influência explícita de um dado critério na *avaliação global*, o qual mostra-se às vezes mais “forte” ou mais “suave”. No caso da Figura 5.1 identifica-se a influência do critério *viabilidade econômica*, visto que neste critério a alternativa obteve uma avaliação desfavorável (baixa com peso 8 e média com peso 2), enquanto que nos outros atingiu valores máximos de qualificação, e a alternativa não foi considerada *extremamente desejável*, mas sim, *desejável*. Um outro caso mais extremo desta situação seria o da Figura 5.9, onde se observa que o critério *aceitabilidade* foi preponderante para que a *avaliação global* fosse *indesejável*, visto que pelos outros critérios a alternativa recebeu avaliação razoavelmente favorável, com forte tendência para uma *avaliação global* de *pouco desejável*.

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
Alternativa:	Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente da água			
Cidade:	Campina Grande			
Grupo:	Usuários			
Sub-grupo:	Indústria			
Avaliação:				
<u>Viabilidade econômica</u>	Baixa 0	Média 10	Alta 0	Muito Alta 0
<u>Viabilidade tec/operacional</u>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<u>Redução de consumo</u>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 10	Alta 0
<u>Viabilidade legal/política</u>	Inviável 0	Pouco viável 10	Viável 0	
<u>Aceitabilidade</u>	Inaceitável 10	Baixa 0	Média 0	Alta 0
<u>Avaliação Global</u>	Indesejável 10	Pouco desejável 0	Desejável 0	Extremamente desejável 0

Figura 5.9 Exemplo de avaliação de alternativa com grande influência do critério *aceitabilidade* na *avaliação global* (Avaliação da alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*, sub-grupo indústria, decisor FIEP).

O oposto a este caso se observa na Figura 5.10, onde o decisor ignora a sua avaliação por cada critério na conclusão da *avaliação global*. Mesmo com uma avaliação dos critérios bastante favorável, a alternativa foi considerada *desejável* (peso 6) e *pouco desejável* (peso 4), o que pela lógica, de acordo com a avaliação dos critérios, poder-se-ia afirmar que a alternativa é no mínimo completamente *desejável*, e por que não dizer, *extremamente desejável*, e de forma alguma *pouco desejável*.

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
Alternativa:	<i>Oulorga dos direitos de uso da água</i>			
Cidade:	<i>Campina Grande</i>			
Grupo:	<i>Sociedade Civil</i>			
Sub-grupo:	<i>Entidade de ensino superior - UFPB</i>			
Avaliação:				
<u>Viabilidade econômica</u>	Baixa 0	Média 0	Alta 0	Muito Alta 10
<u>Viabilidade técnico-operacional</u>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<u>Redução de consumo</u>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 0	Alta 10
<u>Viabilidade legal/política</u>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<u>Acceptabilidade</u>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 5	Alta 5
<u>Avaliação Global</u>	Indesejável 0	Pouco desejável 4	Desejável 6	Extremamente desejável 0

Figura 5.10 Exemplo de avaliação de alternativa onde o decisor ignora a avaliação pelos critérios (Avaliação da alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*, sub-grupo entidade de ensino superior, decisor UFPB 2).

Alguns decisores seguem um padrão de comportamento considerado tradicional ou clássico (Figura 5.11), onde sua avaliação se enquadra apenas em uma categoria, isto é, a avaliação pertence ou não àquela categoria, enquanto que outros seguem um comportamento, aqui definido de ponderado, onde admitem uma combinação de categorias (escolhem mais de uma) para poder expressar sua avaliação, ou seja, a avaliação se enquadra em mais de uma categoria com pesos variando de 0 a 9 (ou 0 a 0,9), cuja soma dos pesos não excede 10 (ou 1) (Figura 5.12). Este comportamento ponderado é aceito na Lógica Difusa que permite vários graus de pertinência às categorias de uma determinada variável.

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Captação de água de chuva</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Usuários</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>CAGEPA</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 0	Média 10	Alta 0	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 10	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<b>Acceptabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 10	Alta 0
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 10	Extremamente desejável 0

Figura 5.11 Exemplo de avaliação tradicional ou clássica (Avaliação da alternativa

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Reuso de água residencial</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Entidade técnico científica - ABRH</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 4	Média 4	Alta 2	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 6	Viável 4	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 3	Alta 7
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 5	Viável 5	
<b>Acceptabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 7	Média 3	Alta 0
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 8	Extremamente desejável 2

*captção de água de chuva, sub-grupo CAGEPA, decisor CAGEPA).*

Figura 5.12 Exemplo de avaliação ponderada (Avaliação da alternativa *reuso de água residencial*, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABRH 1).

Para usar uma mesma avaliação pelos critérios, ou seja a mesma regra de avaliação na avaliação de duas ou mais alternativas, o mesmo decisor pode optar por não dar a mesma *avaliação global*. Tal comportamento produz regras de avaliação iguais com *avaliação global* diferente e pode ser identificado nos exemplos das Figuras 5.13 e 5.14.

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	Outorga dos direitos de uso da água			
<b>Cidade:</b>	Campina Grande			
<b>Grupo:</b>	Sociedade Civil			
<b>Sub-grupo:</b>	Entidade técnica - científica - ABRH			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 3	Média 7	Alta 0	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 6	Média 4	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Accitabilidade</b>	Inaccitável 0	Baixa 2	Média 8	Alta 0
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 0	Extremamente desejável 10

Figura 5.13 Exemplo de mesma avaliação dos critérios com *avaliação global* diferente: *extremamente desejável* (Avaliação da alternativa *outorga*, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABRH 1).



Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	Cobrança pelo uso da água			
<b>Cidade:</b>	Campina Grande			
<b>Grupo:</b>	Sociedade Civil			
<b>Sub-grupo:</b>	Entidade técnica - científica - ABRH			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 3	Média 7	Alta 0	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 6	Média 4	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Acceptabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 2	Média 8	Alta 0
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 3	Extremamente desejável 7

Figura 5.14 Exemplo de mesma avaliação dos critérios com *avaliação global* diferente: *desejável* e *extremamente desejável*. (Avaliação da alternativa *cobrança*, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABRH 1).

Na ponderação das categorias pelos decisores pode-se observar algumas peculiaridades interessantes como a maior frequência do uso dos pesos 8 e 2 não só em várias entrevistas, como também em uma mesma avaliação (Figura 5.15).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Reuso de água industrial</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Entidade técnico-científica - ABES</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 0	Média 2	Alta 8	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 2	Viável 8	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 2	Alta 8
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 2	Viável 8	
<b>Accitabilidade</b>	Inacitável 0	Baixa 0	Média 2	Alta 8
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 2	Extremamente desejável 8

Figura 5.15 Exemplo de avaliação com grande uso dos pesos 8 e 2 (Avaliação da alternativa *reuso de água industrial*, sub-grupo entidade técnico-científica, decisor ABES 1).

Na avaliação das alternativas, alguns entrevistados refletem uma certa indecisão, e se fazem a seguinte pergunta: Em qual(s) categoria(s) devo enquadrar minha avaliação?. A solução para este problema, adotada por estes entrevistados, é dar peso 5 para as categorias que ficaram em dúvida, como se pode identificar no exemplo da Figura 5.16, que reflete uma dúvida na avaliação dos critérios e que permanece na *avaliação global*.

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Cobrança pelo uso da água</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>Governo Municipal</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 5	Média 5	Alta 0	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 5	Viável 5	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 5	Média 5	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 10	Viável 0	
<b>Aceitabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 0	Alta 10
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 5	Desejável 5	Extremamente desejável 0

Figura 5.16 Exemplo de avaliação caracterizada pela dúvida (Avaliação da alternativa *cobrança*, sub-grupo governo municipal, decisor Secretaria de Meio Ambiente).

Resultados iguais foram encontrados para a avaliação das alternativas *medição individualizada e legislação que induza o uso racional da água (medição individualizada)*, conforme as Figuras 5.17 e 5.18. Este comportamento é perfeitamente compreensível e de certo modo esperado, já que a proposta da alternativa *legislação* objetiva regulamentar o uso da medição individualizada na cidade.

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
Alternativa:	<i>Medição individualizada em edifícios</i>			
Cidade:	<i>Campina Grande</i>			
Grupo:	<i>Sociedade Civil</i>			
Sub-grupo:	<i>Câmara Municipal</i>			
Avaliação:				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 0	Média 3	Alta 7	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 3	Média 7	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Acceptabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 2	Alta 8
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 2	Extremamente desejável 8

Figura 5.17 Exemplo de avaliação idêntica à da alternativa *legislação* (Avaliação da alternativa *medição individualizada*, sub-grupo câmara municipal, decisor Câmara 1).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
Alternativa:	<i>Legislação que induza o uso racional (medição individualizada)</i>			
Cidade:	<i>Campina Grande</i>			
Grupo:	<i>Sociedade Civil</i>			
Sub-grupo:	<i>Câmara Municipal</i>			
Avaliação:				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 0	Média 3	Alta 7	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 3	Média 7	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 3	Viável 7	
<b>Acceptabilidade</b>	Inaceitável 0	Baixa 0	Média 2	Alta 8
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 0	Pouco desejável 0	Desejável 2	Extremamente desejável 8

Figura 5.18 Exemplo de avaliação idêntica à da alternativa *medição individualizada* (Avaliação da alternativa *legislação que induza o uso racional*, sub-grupo câmara municipal, decisor Câmara 1).

Um padrão de avaliação interessante foi seguido por alguns entrevistados na avaliação da alternativa combinada *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento*. Muitos entrevistados fizeram uma espécie de balanço na avaliação das alternativas *outorga, cobrança, e tarifação (aumento de 10%)*, para a avaliação da referida alternativa combinada, tal balanço pode ser identificado observando as Figuras 5.19 a 5.22:

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
<b>Alternativa:</b>	<i>Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente da água</i>			
<b>Cidade:</b>	<i>Campina Grande</i>			
<b>Grupo:</b>	<i>Sociedade Civil</i>			
<b>Sub-grupo:</b>	<i>CDL - Campina Grande</i>			
<b>Avaliação:</b>				
<b>Viabilidade econômica</b>	Baixa 10	Média 0	Alta 0	Muito Alta 0
<b>Viabilidade tec/operacional</b>	Inviável 10	Pouco viável 0	Viável 0	
<b>Redução de consumo</b>	Muito baixa 0	Baixa 10	Média 0	Alta 0
<b>Viabilidade legal/política</b>	Inviável 0	Pouco viável 10	Viável 0	
<b>Acceptabilidade</b>	Inaceitável 10	Baixa 0	Média 0	Alta 0
<b>Avaliação Global</b>	Indesejável 10	Pouco desejável 0	Desejável 0	Extremamente desejável 0

Figura 5.19 Exemplo de balanço na avaliação das alternativas *outorga, cobrança, e tarifação* para avaliar a alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento: tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*. (Avaliação da alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*, sub-grupo CDL, decisor CDL).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
Alternativa:	<i>Outorga dos direitos de uso da água</i>			
Cidade:	<i>Campina Grande</i>			
Grupo:	<i>Sociedade Civil</i>			
Sub-grupo:	<i>CDL - Campina Grande</i>			
Avaliação:				
<u>Viabilidade econômica</u>	Baixa 0	Média 0	Alta 0	Muito Alta 10
<u>Viabilidade tec/operacional</u>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<u>Redução de consumo</u>	Muito baixa 0	Baixa 10	Média 0	Alta 0
<u>Viabilidade legal/política</u>	Inviável 10	Pouco viável 0	Viável 0	
<u>Acceptabilidade</u>	Inaceitável 0	Baixa 10	Média 0	Alta 0
<u>Avaliação Global</u>	Indesejável 0	Pouco desejável 10	Desejável 0	Extremamente desejável 0

Figura 5.20 Exemplo de balanço na avaliação das alternativas *outorga*, *cobrança*, e *tarifação* para avaliar a alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento: outorga*. (Avaliação da alternativa *outorga*, sub-grupo CDL, decisor CDL).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
Alternativa:	<i>Cobrança pelo uso da água</i>			
Cidade:	<i>Campina Grande</i>			
Grupo:	<i>Sociedade Civil</i>			
Sub-grupo:	<i>CDL - Campina Grande</i>			
Avaliação:				
<u>Viabilidade econômica</u>	Baixa 0	Média 10	Alta 0	Muito Alta 0
<u>Viabilidade tec/operacional</u>	Inviável 0	Pouco viável 0	Viável 10	
<u>Redução de consumo</u>	Muito baixa 0	Baixa 0	Média 10	Alta 0
<u>Viabilidade legal/política</u>	Inviável 0	Pouco viável 10	Viável 0	
<u>Acceptabilidade</u>	Inaceitável 0	Baixa 10	Média 0	Alta 0
<u>Avaliação Global</u>	Indesejável 0	Pouco desejável 10	Desejável 0	Extremamente desejável 0

Figura 5.21 Exemplo de balanço na avaliação das alternativas *outorga*, *cobrança*, e *tarifação* para avaliar a alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento: cobrança*. (Avaliação da alternativa *cobrança*, sub-grupo CDL, decisor CDL).

Entrevista: Alternativas de gerenciamento da demanda de água				
Alternativa:	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento			
Cidade:	Campina Grande			
Grupo:	Sociedade Civil			
Sub-grupo:	CDL - Campina Grande			
Avaliação:				
<u>Viabilidade econômica</u>	Baixa 0	Média 10	Alta 0	Muito Alta 0
<u>Viabilidade tec/operacional</u>	Inviável 0	Pouco viável 10	Viável 0	
<u>Redução de consumo</u>	Muito baixa 0	Baixa 10	Média 0	Alta 0
<u>Viabilidade legal/política</u>	Inviável 0	Pouco viável 10	Viável 0	
<u>Aceitabilidade</u>	Inaceitável 0	Baixa 10	Média 0	Alta 0
<u>Avaliação Global</u>	Indesejável 0	Pouco desejável 10	Desejável 0	Extremamente desejável 0

Figura 5.22 Exemplo de balanço na avaliação das alternativas *outorga, cobrança, e tarifação* para avaliar a alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento*. (Avaliação da alternativa *outorga + cobrança + tarifação com 10% de aumento*, sub-grupo CDL, decisor CDL).

## 5.2. Análise intragrupo

Para cada grupo far-se-á uma análise das avaliações das alternativas por cada critério e da *avaliação global*. Esta análise será realizada através dos seguintes elementos: matriz de avaliação da *avaliação global*, matriz de avaliação para cada critério, quadro comparativo das avaliações dos decisores de cada grupo, ordenamento das alternativas mais desejáveis, ordenamento das alternativas por critério, análise estatística das alternativas e matriz de avaliação multicriterial das alternativas.

Analisaram-se, da mesma forma, os sub-grupos com mais de um decisor de cada grupo, construindo-se a matriz de avaliação multicriterial das alternativas para cada sub-grupo considerado.

Kuncheva (1994) admite graus de consenso com base no nível de concordância e discrepância. E nesta análise também se utilizam graus de consenso para melhor expressar as posições dos decisores nos grupos. Portanto, os graus de consenso adotados são:

- **Consenso absoluto ou perfeito:** Total equilíbrio entre as opiniões dos decisores. Apenas uma categoria é usada na avaliação de todos os decisores, e que corresponde a 100%;
- **Consenso relativo:** Predominância de uma categoria nas avaliações dos decisores, portanto a maioria dos decisores entram em consenso. A categoria predominante na avaliação possui o maior percentual entre as avaliações dos decisores;
- **Ausência de consenso:** Situação caracterizada pelo alto conflito nas avaliações dos decisores, representada pelo “empate” entre categorias. Por exemplo, no caso de duas categorias, o percentual de cada categoria é igual a 50%.

Os graus de consenso também serão usados na análise inter-grupos.

### 5.2.1. Grupo I – Poder Público

Este grupo é formado pelos seguintes sub-grupos:

- Governo Federal, representado pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS);
- Governo Estadual, representado pela Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais (SEMARH);
- Governo Municipal, representado pela Secretarias de Educação; de Infra-Estrutura; de Planejamento e Gestão e de Meio Ambiente.

Como o problema estudado nesta dissertação restringe-se ao meio urbano e como foram excluídos os usuários rurais, este grupo é o segundo maior, com seis representantes. As avaliações das alternativas por todos os critérios estão dispostas no Anexo A (Tabelas A.1 a A.5) e a *avaliação global* na Tabela 5.2.

Este grupo está diretamente envolvido com os problemas em relação ao uso da água na cidade de Campina Grande. Conforme a Tabela 5.2 houve um consenso na maioria das *avaliações globais* das alternativas, contudo observa-se um grande conflito na *avaliação global* da alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento*, havendo predominância da categoria *indesejável*.



Tabela 5.8 Matriz de avaliação global do grupo II (Usuários).

Decisores	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
CAGEPA	ED 10	D 10	D 10	D 10	ED 10	ED 10	D 10	D 10	D 10	ED 10	ED 10	ED 10	ED 10
FIEP	D 10	ED 10	PD 10	ED 10	ED 10	D 10	PD 10	PD 10	I 10	ED 10	D 10	I 10	ED 10

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)  
Os números representam a ponderação.

Em sua maioria, as alternativas foram consideradas *desejáveis* e *extremamente desejáveis* (Tabela 5.3). O que reflete a preocupação e a vontade deste grupo de evitar, ou até mesmo, postergar novos problemas de abastecimento d'água em Campina Grande, além de buscar solucionar e minimizar problemas presentes na cidade, como o alto índice de perdas no seu sistema de abastecimento d'água.

A *avaliação global de pouco desejável* dada pelo DNOCS à alternativa *outorga*, demonstra a inobservância deste órgão a Lei Federal 9.433/97 que já prevê o uso da *outorga* como instrumento de gerenciamento de recursos hídricos. Tal comportamento é contrariado pela *avaliação global* da SEMARH, que como esperado, atendendo à Lei estadual 6.308/96, avalia a *outorga* em *extremamente desejável*; os representantes das Secretarias municipais apresentam a mesma opinião: a *outorga* é *extremamente desejável* para três deles e um deles a avaliou como *desejável*.

Alguns pontos na avaliação dos decisores deste grupo coincidem, enquanto que outros divergem, apesar de pertencerem a uma mesma categoria institucional, como se pode identificar no quadro comparativo de alguns aspectos das avaliações dos decisores (Tabela 5.3), construído com base nas Tabelas A.1 a A.5 em anexo. O quadro comparativo como o da Tabela 5.3 será elaborado também para os grupos II e III, e na sua formulação foram considerados os seguintes aspectos de análise:

- Alternativa(s) mais desejável(s): é aquela alternativa com *avaliação global* mais favorável (*extremamente desejável* ou *desejável*). No caso em que mais de uma alternativa apresentar a mesma *avaliação global*, isto é, uma espécie de “empate” entre alternativas desejáveis, analisa-se a avaliação pelos critérios, neste caso aquela de avaliação criterial mais favorável é a mais desejável. Caso permaneça o “empate”, ambas as alternativas serão consideradas desejáveis.
- Alternativa(s) menos desejável(s): aquela alternativa com *avaliação global* menos favorável (*indesejável* ou *pouco desejável*). No caso em que mais de uma alternativa tiver a mesma *avaliação global*, isto é, uma espécie de “empate” entre alternativas menos desejáveis, analisa-se a avaliação pelos critérios, neste caso aquela de avaliação criterial menos favorável é a menos desejável. Caso permaneça o “empate”, ambas as alternativas serão consideradas menos desejáveis.

- Critério de maior influência: conforme os interesses dos decisores, identifica(m)-se o(s) critério(s) de maior influência na *avaliação global* das alternativas.
- Critério de menor influência: identifica(m)-se o(s) critério(s) que influencia(m) pouco na *avaliação global* das alternativas.
- Tipo de avaliação: como dito anteriormente, a avaliação segue dois comportamentos, a *clássica*, quando o entrevistado escolhe apenas uma categoria para os critérios e para a *avaliação global*; e a *ponderada*, quando o entrevistado escolhe mais de uma categoria.

Os critérios de maior e menor influência em alguns casos são identificados claramente, enquanto que em outros casos este grau de influência é bastante sutil.

Tabela 5.3 Quadro comparativo das avaliações dos decisores do grupo I (Poder Público).

Decisores	Análise				
	Alternativa(s) mais desejável(s)	Alternativa(s) menos desejável(s)	Critério de maior influência	Critério de menor influência	Tipo de avaliação
DNOCS	Controle de vazamento - rede de abastecimento	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Aceitabilidade	Viabilidade técnica/ operacional	Ponderada
SEMARH	Tarifação que estimule o uso eficiente	Captação de água de chuva	Viabilidade econômica	Viabilidade legal/política	Ponderada
Secretaria de Educação	Controle de vazamento - edificação; Legislação que induza uso racional (medição individualizada)*	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Aceitabilidade	Viabilidade econômica	Clássica
Secretaria de Planejamento e Gestão	Reuso industrial; Controle de vazamento - rede de abastecimento; Programa de educação ambiental escolar. *	Reuso residencial	Aceitabilidade	Viabilidade legal/política	Clássica
Secretaria de Meio Ambiente	Reuso Ind.; Controle de vazamento - rede de abastecimento; Programa de educação ambiental escolar *	Tarifação que estimule o uso eficiente; Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento*	Viabilidade técnica/ operacional	Viabilidade legal/política	Ponderada
Secretaria de Infra-Estrutura	Controle de vazamento - rede de abastecimento; Controle de vazamento - edificação; Legislação que induza uso racional (medição individualizada)*	Vaso de descarga reduzida	Aceitabilidade	Viabilidade técnica/ operacional	Ponderada

Observação: \*As alternativas obtiveram a mesma avaliação pelos critérios e *avaliação global*.

O quadro comparativo entre os decisores permite também identificar se estes possuem interesses diferentes. É possível que este comportamento se repita ou até mesmo as diferenças sejam atenuadas ou agravadas. Após a análise e comparação de todos os grupos, pode-se chegar a uma nova divisão dos grupos, diferente da adotada, baseada em grupos de mesmo interesse.

Com base no quadro comparativo Tabela 5.3, pode-se fazer as seguintes observações a respeito do grupo I:

- ▪ Entre as alternativas mais desejáveis para este grupo, observa-se que a alternativa *controle de vazamento - rede de abastecimento* é considerada a mais preferível entre os decisores, já que se apresenta como a alternativa mais desejável para a maioria dos decisores.
- A alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento* foi considerada menos preferível, visto que se apresenta na qualidade de menos desejável para três decisores deste grupo.
- O perfil de avaliação deste grupo não segue um padrão constante, pois reflete uma predominância de avaliação do tipo *ponderada* em relação à *clássica*.
- Não há um completo consenso entre os representantes do governo municipal, já que, observa-se algumas discordâncias nas escolhas das alternativas mais e menos desejáveis.
- Apesar de pertencerem ao mesmo grupo, os decisores possuem interesses diferentes, refletidos pela pequena variação entre os critérios de maior influência na análise.
- Apesar das alternativas serem de gerenciamento da demanda de água o critério *redução de consumo* não foi de maior influência para este grupo, e sim, o critério *aceitabilidade*, refletindo a grande preocupação do grupo I com a população.

➤ Com base na *avaliação global* (Tabela 5.2) e o tipo de consenso entre os decisores (absoluto ou perfeito, relativo e ausência de consenso), pode-se ordenar as alternativas de *extremamente desejável* a *indesejável*, para o grupo I (Tabela 5.4).

Tabela 5.4 Ordenamento das alternativas mais desejáveis para o grupo I (Poder Público).

Ordem de preferência	Alternativas
1	Controle de vazamentos - rede de abastecimento
2	Legislação que induza uso racional (medição individualizada)
3	Outorga dos direitos de uso da água
4	Programa de educação ambiental escolar
5	Controle de vazamentos - edificação
6	Sistemas de reuso de água - industrial
7	Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente
8	Vasos de descarga reduzida (6 l/descarga)
9	Captação de água de chuva
10	Medição individualizada em edifícios
11	Cobrança pelo uso da água
12	Sistemas de reuso de água - residencial
13	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento

Assim, de acordo com a Tabela 5.4, a alternativa mais desejável para Campina Grande pelo grupo I é *controle de vazamentos - rede de abastecimento*, coincidindo com o resultado do quadro comparativo (Tabela 5.3). Em último, na ordem de preferência dos decisores deste grupo, a alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento* foi considerada *indesejável* pela maioria dos decisores. As quatro alternativas escolhidas como mais desejáveis são de responsabilidade do poder público, o que reflete consciência deste grupo frente ao problema e a disposição de propor as alternativas de sua responsabilidade para resolvê-lo.

Com base nas Tabelas A.1 a A.5 em anexo, pode-se ordenar as alternativas com avaliação favorável a menos favorável de acordo com os critérios (Tabela 5.5).

Tabelas como a 5.4 e 5.5 serão elaboradas também para os grupos II e III.

A Tabela 5.5 reflete a ordem de preferência das alternativas por cada critério:

- Alternativa(s) com maior viabilidade econômica: outorga;
- Alternativa(s) com maior viabilidade técnica/operacional: educação ambiental; legislação que induza o uso eficiente da água (medição individualizada); outorga;
- Alternativa(s) com maior redução de consumo: controle de vazamentos - rede de abastecimento;

- Alternativa(s) com maior viabilidade legal/política: controle de vazamentos - rede de abastecimento; medição individualizada; legislação que induza o uso eficiente da água (medição individualizada); outorga; educação ambiental;
- Alternativa (s) com maior aceitabilidade: educação ambiental.

Tabela 5.5 Ordenamento das alternativas por critério para o grupo I (Poder Público).

Ordem	Critérios				
	Viabilidade econômica	Viabilidade técnica/operacional	Redução de consumo	Viabilidade legal/política	Aceitabilidade
1	Outorga	Educação ambiental; Legislação que induza uso racional; Outorga *	Controle de vazamentos - rede de abastecimento	Controle de vazamentos - rede de abastecimento; Medição individualizada; Legislação que induza uso racional; Outorga; Educ.ambiental*	Educação ambiental
2	Controle de vazamentos - edificação	Controle de vazamentos - rede de abastecimento	Vasos de descarga reduzida	Reuso de água - industrial	Controle de vazamentos - rede de abastecimento
3	Educação ambiental	Medição individualizada	Controle de vazamentos - edificação	Controle de vazamentos - edificação	Legislação que induza uso racional
4	Legislação que induza uso racional	Cobrança	Educação ambiental	Cobrança	Medição individualizada
5	Cobrança	Reuso residencial	Reuso industrial	Vasos de descarga reduzida	Controle de vazamentos- edificação
6	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente; Vasos de descarga reduzida; Controle de vazamentos - edificação*	Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Reuso residencial; Reuso industrial*
7	Captação de água de chuva	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Reuso residencial	Outorga
8	Reuso industrial	Captação de água de chuva	Medição individualizada; Legislação que induza uso racional*	Captação de água de chuva	Cobrança
9	Medição individualizada	Reuso industrial	Outorga	Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente	Vasos de descarga reduzida
10	Vasos de descarga reduzida		Cobrança		Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente
11	Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente		Reuso residencial		Captação de água de chuva
12	Reuso residencial		Captação de água de chuva		Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento
13	Controle de vazamentos - rede de abastecimento				

Observação: \*As alternativas obtiveram a mesma avaliação pelos critérios e estão na mesma posição no ordenamento.

A partir de uma análise estatística dos resultados (Tabelas 5.2 e A.1 a A.5 em anexo) e do tipo de consenso existente entre os decisores, elaborou-se a matriz de avaliação multicriterial para o grupo I (Tabela 5.6). Na análise estatística foram construídas figuras como as Figuras 5.23 e 5.24 que proporcionam melhor visualização da distribuição da avaliação dos critérios e *avaliação global* dos decisores entre as categorias. Estas figuras foram construídas para todas as alternativas estudadas.

Não houve consenso absoluto na *avaliação global* entre os decisores do grupo I, entretanto na maioria das alternativas observa-se um consenso relativo (como o exemplo da Figura 5.23). Tal comportamento indica que o grupo apresenta pequenas divergências.

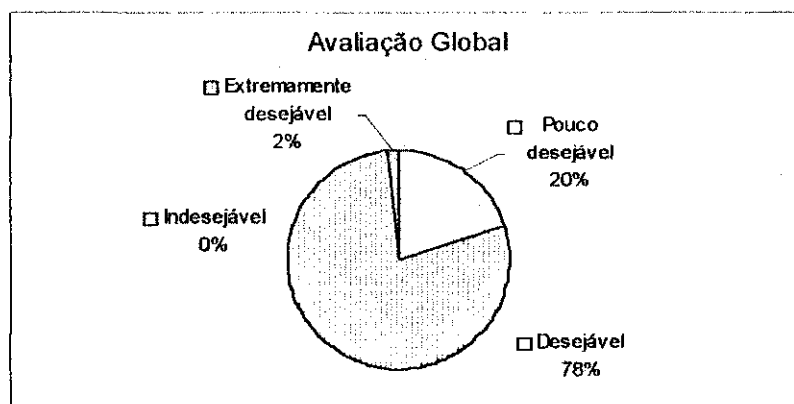


Figura 5.23 Distribuição percentual das categorias da *avaliação global* do grupo I para a alternativa *captação de água de chuva* (consenso relativo).

Na avaliação pelos critérios identifica-se tanto consenso relativo (exemplo da Figura 5.24) como consenso absoluto (exemplo Figura 5.25).



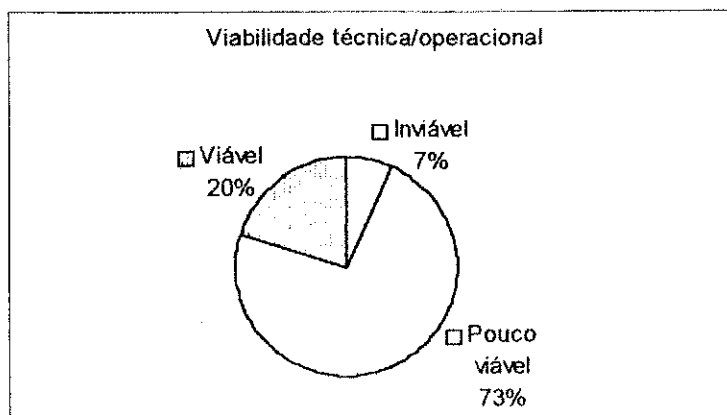


Figura 5.24 Distribuição percentual das categorias da *viabilidade técnica/operacional* do grupo I para a alternativa *reuso – residencial* (consenso relativo).

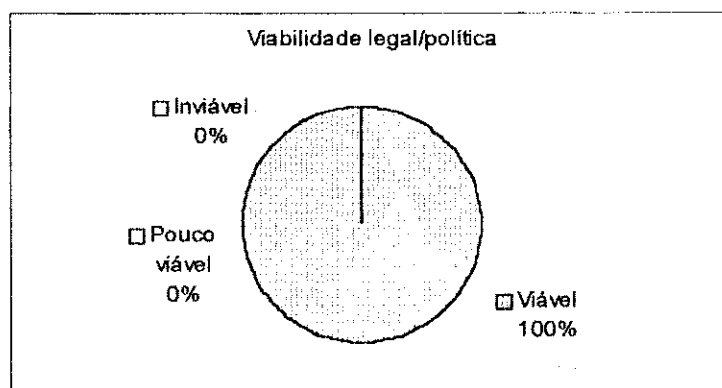


Figura 5.25 Distribuição percentual das categorias da *viabilidade legal/política* do grupo I para a alternativa *controle de vazamento na rede de distribuição* (consenso absoluto).

Os casos de ausência de consenso no grupo I podem ser observados na Tabela 5.6, cujo caso mais acentuado é o da alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*. Situações de grande divergência de opiniões entre os representantes do grupo estão presentes na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o grupo I (Poder Público) representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas													
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Avaliação global	D	D	PD	D/ED*	ED	D/ED*	D	ED	I/D/ED*	ED	PD	I	D/ED*	
Viabilidade econômica	B	M/MA*	B	A	B	MA	M	MA	B	MA	MA	MA	A/MA*	
Viabilidade técnica/operacional	V	V	PV	V	V	V	V	V <sup>Δ</sup>	V	V <sup>Δ</sup>	V	V	V <sup>Δ</sup>	
Redução de consumo	A	M	M	M	A	A	M	M	M	M	M	B	A	
Viabilidade legal/política	V	PV	V	V	V <sup>Δ</sup>	V	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	I	V <sup>Δ</sup>	V	PV/V*	V <sup>Δ</sup>	
Aceitabilidade	M	M	A	A	A	A	A	A	I	A	A	I	A	

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica a ausência de consenso

As avaliações sem símbolo indicam consenso relativo.

### 5.2.1.1. Sub-grupo Governo Municipal

Este sub-grupo representa o poder público municipal, através das Secretarias de Educação, de Infraestrutura, de Planejamento e Gestão, e de Meio Ambiente.

Na avaliação global das alternativas *controle de vazamentos – rede de abastecimento* (Figura 5.26), *legislação que induza o uso eficiente da água (medição individualizada)*, e *programa de educação ambiental escolar*, observa-se consenso absoluto entre os decisores que entendem que estas alternativas são *extremamente desejáveis* para Campina Grande.

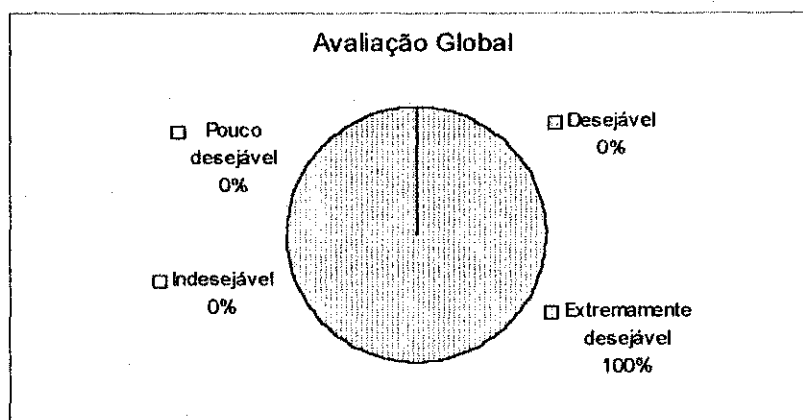


Figura 5.26 Distribuição percentual das categorias da *avaliação global* do sub-grupo governo municipal para a alternativa *controle de vazamentos – rede de abastecimento* (consenso absoluto).

Alguns conflitos de avaliação são mais expressivos, tal qual na *avaliação global* da alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*, já que a alternativa foi considerada *indesejável*, *pouco desejável* e *extremamente desejável*, com uma pequena predominância de *indesejável* (Figura 5.27). Tal comportamento reflete o impacto desta alternativa na população, expresso pelos critérios *aceitabilidade*, *viabilidade econômica e legal/política* (com avaliações desfavoráveis).

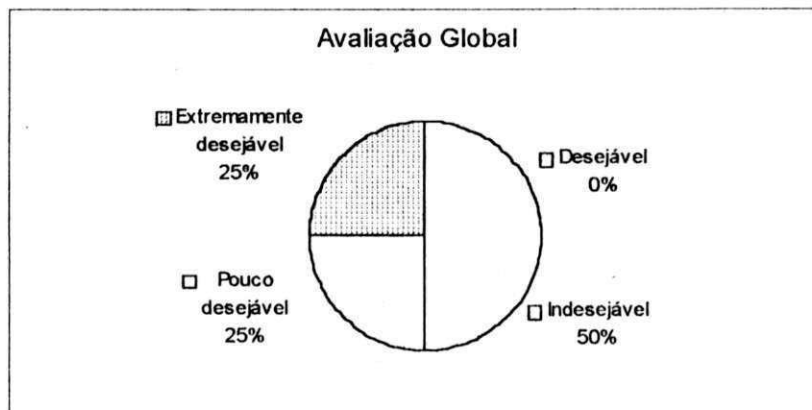


Figura 5.27 Distribuição percentual das categorias da *avaliação global* do sub-grupo governo municipal para a alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente* (consenso relativo).

Seguindo o mesmo procedimento aplicado ao grupo I, elaborou-se a matriz de avaliação multicriterial para este sub-grupo (Tabela 5.7) com base nas Tabelas A1 a A5 em anexo. Na Tabela 5.7 pode-se identificar os casos de ausência de consenso entre os decisores.

Tabela 5.7 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo governo municipal (grupo I: Poder Público) representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas													
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Avaliação global	D	D	PD	ED	ED <sup>Δ</sup>	ED	D/ED*	ED <sup>Δ</sup>	I	ED	PD	I	ED <sup>Δ</sup>	
Viabilidade econômica	B	M	B	A	MA	MA	A	A/MA*	B	MA	B	B/MA*	A/MA*	
Viabilidade técnica/operacional	V	V	PV	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V	V	V	V	V <sup>Δ</sup>	V	V	V <sup>Δ</sup>	
Redução de consumo	A <sup>Δ</sup>	M	M	M	A <sup>Δ</sup>	A	M	A	M	M	B	B	M/A*	
Viabilidade legal/política	V	V <sup>Δ</sup>	V	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	I	V <sup>Δ</sup>	PV/V*	I	V <sup>Δ</sup>	
Aceitabilidade	M	M	B	A	A <sup>Δ</sup>	A	A	A <sup>Δ</sup>	I	A	A	I	A <sup>Δ</sup>	

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica a ausência de consenso

As avaliações sem símbolo ao lado indicam consenso relativo.

### 5.2.2. Grupo II -- Usuários da água

Este grupo é formado pela Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA) e pela Federação das Indústrias da Paraíba (FIEP); compreende os grandes usuários de água na cidade de Campina Grande. As avaliações das alternativas por todos os critérios estão dispostas nas Tabelas A.6 a A.10 (em anexo) e a *avaliação global* na Tabela 5.8.

Algumas alternativas propostas são de competência da CAGEPA, como é o caso da *intensificação no controle de vazamento -- rede de abastecimento*, que requer investimento por parte da empresa para sua execução. Certo do retorno de investimento e ganho na garantia de atendimento, a alternativa foi considerada por ela *extremamente desejável*, o que reflete a preocupação da concessionária com as perdas e desperdícios. Outra alternativa nesta condição é a *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente* que traria benefícios econômicos diretos, apesar de provocar uma redução na demanda. Tal alternativa mostrou-se *desejável*.

De acordo com a Tabela 5.8, a CAGEPA adotaria todas as alternativas para a cidade de Campina Grande, visto que, as avaliações variaram de *desejável a extremamente desejável*.

O uso da água pela indústria possui uma particularidade, visto que a indústria agrega valor à água. Algumas das alternativas atingem diretamente este usuário como o *reuso industrial*, *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente da água*, *outorga dos direitos de uso da água*, *cobrança pelo uso da água*, e também a alternativa que combina estas três últimas. Em sua avaliação, este usuário considerou a alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*, de *indesejável*, devido claramente à baixa *aceitabilidade* que a alternativa tem para a população.

A alternativa *reuso industrial* considerada *extremamente desejável*, confirma a preocupação deste setor não só com o meio ambiente, como também com os custos da água, levando-se em conta a *tarifação que estimule o uso eficiente* e uma possível *cobrança*. O reuso de água proporciona um menor uso de água captada pela indústria (sistema de abastecimento ou manancial) e uma redução no lançamento de efluentes, o que conseqüentemente representa uma redução nos valores cobrados.

Um conflito interessante entre estes usuários é observado na *avaliação global* da alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento*, visto que a CAGEPA considerou a alternativa *extremamente desejável* e a FIEP considerou *indesejável*. Tal conflito reflete que esta alternativa proporciona altos benefícios à concessionária, enquanto que a indústria considera que será fortemente penalizada com a implementação de tal alternativa.

Tabela 5.8 Matriz de *avaliação global* do grupo II (Usuários).

<b>Alternativas</b>													
<b>Decisores</b>	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
CAGEPA	ED 10	D 10	D 10	D 10	ED 10	ED 10	D 10	D 10	D 10	ED 10	ED 10	ED 10	ED 10
FIEP	D 10	ED 10	PD 10	ED 10	ED 10	D 10	PD 10	PD 10	I 10	ED 10	D 10	I 10	ED 10

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)  
Os números representam a ponderação.



Seguindo o quadro comparativo para o grupo I, a Tabela 5.9 dispõe um quadro comparativo de alguns aspectos das avaliações dos decisores do grupo II, baseado nas Tabelas A.6 a A.10 (em anexo):

Tabela 5.9 Quadro comparativo das avaliações dos decisores do grupo II (Usuários).

Decisores	Análise				
	Alternativa(s) mais desejável(s)	Alternativa(s) menos desejável(s)	Critério de maior influência	Critério de menor influência	Tipo de avaliação
CAGEPA	Programa de educação ambiental escolar	Reuso residencial	Redução de consumo	Acceptabilidade	Clássica
FIEP	Outorga	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Acceptabilidade	Redução de consumo	Ponderada

Com base no quadro comparativo acima (Tabela 5.9), pode-se fazer as seguintes observações a respeito do grupo II:

- Não houve consenso entre os decisores nas alternativas mais e menos desejáveis;
- Observa-se uma inversão nos critérios de maior e menor influência entre os decisores deste grupo, o que reflete um conflito de interesses. Observa-se, também, grande preocupação do setor industrial com a população, enquanto que a concessionária reflete a preocupação em reduzir o consumo.
- O perfil de avaliação deste grupo não segue um padrão constante, pois apresenta avaliação do tipo *ponderada* e *clássica*.

Com base na *avaliação global* (Tabela 5.8) e na identificação do tipo de consenso, pode-se ordenar as alternativas mais desejáveis para o grupo II (Tabela 5.10). Observa-se para este grupo uma excessiva repetição nas categorias da *avaliação global*, o que reflete que muitas alternativas foram expressas em uma mesma ordem de preferência.

Tabela 5.10 Ordenamento das alternativas mais desejáveis para o grupo II (Usuários).

<b>Ordem de preferência</b>	<b>Alternativas</b>
1	Controle de vazamento na rede de abastecimento; Programa de educação ambiental escolar; Outorga dos direitos de uso da água
2	Cobrança pelo uso da água; Sistemas de reuso – industrial; Captação de água de chuva; Vaso de descarga reduzida (6l/descarga); Controle de vazamento na edificação
3	Medição individualizada; Legislação que induza uso racional (medição individualizada); Sistemas de reuso – residencial
4	Outorga + cobrança + tarifa com aumento de 10%
5	Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente

De acordo com a Tabela 5.10 as alternativas mais desejáveis para a cidade de Campina Grande são: *Controle de vazamento na rede de abastecimento; programa de educação ambiental escolar e outorga dos direitos de uso da água*. Enquanto que a menos desejável é a *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*.

A Tabela 5.11 (construída com base nas Tabelas A.6 a A10 em anexo) reflete a ordem de preferência das alternativas por cada critério:

- Alternativa(s) com maior viabilidade econômica: outorga; educação ambiental;
- Alternativa(s) com maior viabilidade técnica/operacional: reuso industrial; controle de vazamento – rede de abastecimento; controle de vazamento – edificação; legislação; tarifação de água tratada que induza o uso eficiente; outorga; cobrança; educação ambiental;
- Alternativa(s) com maior redução de consumo: controle de vazamento – rede de abastecimento; educação ambiental;
- Alternativa(s) com maior viabilidade legal/política: vaso de descarga reduzida; captação de água de chuva; reuso industrial; reuso residencial; controle de vazamento – rede de abastecimento; controle de vazamento – edificação; outorga; cobrança; educação ambiental;
- Alternativa (s) com maior aceitabilidade: reuso industrial; controle de vazamento – rede de abastecimento; educação ambiental.

Tabela 5.11 Ordenamento das alternativas por critério para o grupo II (Usuários).

Ordem	Critérios				
	Viabilidade econômica	Viabilidade técnica/operacional	Redução de consumo	Viabilidade legal/política	Aceitabilidade
1	Outorga; Educação ambiental*;	Reuso industrial; Controle de vazamento – rede de abastecimento Controle de vazamento – edificação; Legislação que induza uso racional; Tarifação q/ estimule o uso eficiente; Outorga; Cobrança; Educação ambiental*	Controle de vazamento – rede de abastec.; Educação ambiental*	Vaso de descarga reduzida; Captação de água de chuva; Reuso industrial; Reuso residencial; Controle de vazamento – rede de abastecimento; Controle de vazamento – edificação; Outorga; Cobrança; Educação ambiental*	Reuso industrial; Controle de vazamento – rede de abastecimento; Educação ambiental*
2	Vaso de descarga reduzida; Captação de água de chuva*	Captação de água de chuva	Vaso de descarga reduzida	Tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente; Legislação; Outorga + cobrança + tarifa c/ aumento de 10%*	Outorga
3	Cobrança; Controle de vazamento - rede de abastecimento	Outorga + cobrança + tarifa c/ aumento de 10%	Reuso industrial Outorga; Cobrança; Outorga + cobrança + tarifa c/ aumento de 10% *	Medição individualizada	Captação de água de chuva
4	Reuso industrial; Medição individualizada; Tarifação que estimule o uso eficiente*	Vaso de descarga reduzida	Captação de água de chuva		Vaso de descarga reduzida
5	Controle de vazamento – edificação; Legislação; Outorga + cobrança + tarifa com aumento de 10%*	Reuso residencial; Medição individualizada*	Reuso residencial Controle de vazamento – edificação*		Controle de vazamento – edificação
6	Reuso residencial		Medição individualizada; Tarifação q/ estimule o uso eficiente*		Legislação que induza uso racional
7			Legislação que induza uso racional		Cobrança
8					Medição individualizada
9					Outorga + cobrança + tarifa c/ aumento de 10%
10					Tarifação

Observação: \*As alternativas obtiveram a mesma avaliação pelos critérios e estão em uma mesma posição no ordenamento.

A partir de uma análise estatística da Tabela 5.8 e das Tabelas A.6 a A.10 (em anexo) e da identificação do tipo de consenso entre os decisores, elaborou-se a matriz

de avaliação multicriterial para o grupo II (Tabela 5.12). As alternativas cuja avaliação foram enquadradas em mais de uma categoria, refletem a ausência de consenso entre os decisores na avaliação das respectivas categorias pelo critério.

De acordo com a Tabela 5.12 não houve consenso entre os decisores na avaliação dos critérios e nem na *avaliação global* da alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento*. A única alternativa onde houve um consenso absoluto em todos os critérios foi *controle de vazamento - rede de abastecimento*, sem conflito na avaliação.

Como este grupo possui apenas dois decisores, conflitos do tipo mostrado nas Figura 5.28 foram frequentes. Este tipo de conflito indica ausência de consenso.

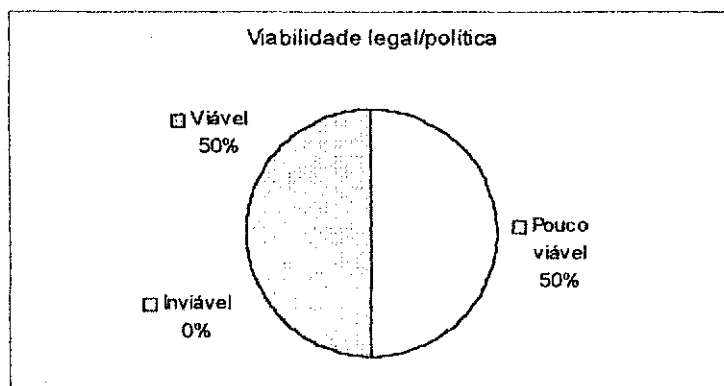


Figura 5.28 Distribuição percentual das categorias da *viabilidade legal/política* do grupo II para a alternativa *tarifação que estimule o uso eficiente*.

Tabela 5.12 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o grupo II (Usuários) representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas													
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Avaliação global	D/ED*	D/ED*	PD/D*	D/ED*	ED	D/ED*	PD/D*	PD/D*	I/D*	ED	D/ED*	I/ED*	ED	
Viabilidade econômica	MA	MA	B <sup>Δ</sup>	M/A*	A <sup>Δ</sup>	B/A*	M/A*	B/M*	M/A*	A/MA*	A <sup>Δ</sup>	B/A*	A/MA*	
Viabilidade técnica/operacional	PV	V	PV <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	PV <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	PV/V*	V <sup>Δ</sup>	
Redução de consumo	A	M	B/A*	M/A*	A <sup>Δ</sup>	B/A*	M <sup>Δ</sup>	B/M*	M <sup>Δ</sup>	M/A*	M/A*	M/A*	A <sup>Δ</sup>	
Viabilidade legal/política	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	PV <sup>Δ</sup>	PV/V*	PV/V*	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	PV/V*	V <sup>Δ</sup>	
Aceitabilidade	B	M	I/B*	A <sup>Δ</sup>	A <sup>Δ</sup>	B/A*	B/M*	I/A*	I/B*	M/A*	M <sup>Δ</sup>	I/M*	A <sup>Δ</sup>	

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica a ausência de consenso

As avaliações sem símbolo ao lado, indicam consenso relativo.

### 5.2.3. Grupo III – Sociedade Civil

Este grupo é formado por representantes da sociedade civil, com destaque ao comércio e indústria da construção civil que foram incluídos por sofrerem impactos diretos de algumas alternativas. A inclusão do Ministério Público deve-se a sua efetiva participação nas questões relacionadas com o abastecimento d'água na cidade de Campina Grande. Os representantes do Grupo III são:

- Câmara Municipal: Câmara de vereadores – Campina Grande;
- Entidade Comunitária: União Campinense de Equipes Sociais (UCES);
- Entidades Técnico-Científicas: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH Nacional); Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES/PB); Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA/PB);
- Organização Não Governamental: Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas às Comunidades (PATAAC);
- Comércio: Clube de Diretores Lojistas de Campina Grande (CDL);
- Ministério Público da Paraíba: Curadoria do Meio Ambiente – Campina Grande;
- Instituição de Ensino Superior: Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN);
- Indústria da Construção Civil: SG Incorporação e Construção Ltda, Sindicato da Indústria da Construção Civil da Paraíba (SINDUSCON).

Vários sub-grupos deste grupo possuem mais de um representante (Câmara, ABRH, ABES/PB, CREA/PB e UFPB) e para referenciá-los optou-se por numerá-los, sem que a numeração tenha qualquer ligação com um tipo de hierarquização.

Na Tabela 5.13 estão dispostas as avaliações globais e as avaliações das alternativas por todos os critérios estão dispostas no Anexo A (Tabelas A.11 a A.15).

Tabela 5.13 Matriz de avaliação global do grupo III (Sociedade Civil).

		Alternativas												
Decisores		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
Câmara	1	D/ED 2/8	D/ED 7/3	PD/D 7/3	D/ED 6/4	D/ED 2/8	D/ED 7/3	D/ED 2/8	D/ED 2/8	D/ED 7/3	PD/D 5/5	D/ED 7/3	PD/D 4/6	ED 10
	2	D 10	PD 10	PD 10	ED 10	ED 10	ED 10	D 10	D 10	PD 10	D 10	D 10	D 10	ED 10
	3	PD 10	PD 10	PD 10	D 10	ED 10	D 10	D 10	D 10	PD 10	PD 10	PD 10	PD 10	ED 10
	4	D 10	D 10	PD 10	D 10	ED 10	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10
UCES		D 10	D 10	PD 10	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10	PD 10	D 10	PD 10	PD 10	D 10
ABRH	1	ED 10	ED 10	D/ED 8/2	ED 10	ED 10	ED 10	D 10	D 10	PD/D 7/3	ED 10	D/ED 3/7	PD/D 7/3	ED 10
	2	D 10	D 10	D 10	ED 10	ED 10	D 10	D 10	D 10	ED 10	ED 10	D 10	D 10	ED 10
ABES/PB	1	PD/D 8/2	I 10	I 10	D/ED 2/8	D/ED 1/9	D/ED 1/9	ED 10	ED 10	PD/D 5/5	PD/D 2/8	PD/D/ED 1/8/1	I/PD 8/2	ED 10
	2	PD 10	I 10	I 10	D 10	D 10	D 10	ED 10	D 10	I 10	D 10	D 10	I 10	D 10
CREA/PB	1	ED 10	ED 10	PD 10	ED 10	D 10	D 10	ED 10	ED 10	PD 10	ED 10	I 10	PD 10	ED 10
	2	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10	D 10	PD 10	D 10	D 10	PD 10	ED 10
PATAC		D 10	D 10	PD/D 2/8	D/ED 2/8	D 10	PD/D 8/2	D 10	D/ED 8/2	PD/D 2/8	PD/D 3/7	PD/D 8/2	PD/D 2/8	ED 10

Tabela 5.13 Matriz de avaliação global do grupo III (Sociedade Civil) (Continuação).

		Alternativas												
		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
<b>Decisores</b>														
CDL		D 10	PD 10	I 10	ED 10	ED 10	PD 10	PD/D 2/8	PD/D 2/8	I 10	PD 10	PD 10	PD 10	ED 10
Curadoria		ED 10	D 10	PD 10	PD 10	D 10	I/PD 2/8	PD 10	I/PD 2/8	I/PD 8/2	PD/D 2/8	PD 10	I 10	ED 10
UFPB	1	D 10	D 10	PD/D 3/7	ED 10	ED 10	ED 10	ED 10	ED 10	D 10	ED 10	ED 10	ED 10	ED 10
	2	D 10	D/ED 6/4	PD 10	D 10	ED 10	ED 10	PD/D 5/5	D 10	PD/D 5/5	PD/D 4/6	PD/D 5/5	PD 10	ED 10
	3	ED 10	D 10	D 10	D 10	ED 10	D 10	D 10	D 10	D 10	PD 10	D 10	D 10	ED 10
UFRN		ED 10	D 10	PD/D/ED 2/5/3	D/ED 5/5	ED 10	D/ED 7/3	PD/D/ED 1/7/2	D 10	PD/D 5/5	D 10	PD/D/ED 2/5/3	PD/D/ED 3/5/2	D/ED 3/7
SG		D 10	PD 10	PD 10	ED 10	D 10	PD 10	D 10	D 10	PD 10	D 10	PD 10	PD 10	ED 10
SINDUSCON		D 10	ED 10	PD 10	D 10	D 10	ED 10	ED 10	ED 10	D 10	D 10	PD 10	PD 10	D 10

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Os números representam a ponderação.



Este grupo representa vários segmentos da sociedade, e, conforme a Tabela 5.13, apresenta uma predominância na *avaliação global* das categorias *desejável* e *extremamente desejável*. Tal comportamento evidencia o anseio da sociedade em solucionar os problemas de abastecimento d'água da cidade.

Para a maioria dos decisores do grupo III, a alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente* foi avaliada como *pouco desejável* (Tabela 5.13). Isto se deve ao fato de que esta alternativa penaliza diretamente a população da cidade.

Como elaborado para os grupo I e II, a Tabela 5.14 (baseada nas Tabelas 5.13, A.11 a A.15 em anexo) dispõe um quadro comparativo de alguns aspectos das avaliações dos decisores:

Tabela 5.14 Quadro comparativo das avaliações dos decisores do grupo III (Sociedade Civil).

Decisores	Análise Alternativa(s) mais desejável(s)	Alternativa(s) menos desejável(s)	Critério de maior influência	Critério de menor influência	Tipo de avaliação
Câmara 1	Educação ambiental	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Viabilidade legal/política	Redução de consumo	Ponderada
Câmara 2	Reuso industrial; Controle de vazamento - rede de abastecimento *	Reuso residencial	Acceptabilidade	Viabilidade econômica	Clássica
Câmara 3	Controle de vazamento - rede de abastecimento	Tarifa que estimule o uso eficiente	Acceptabilidade	Redução de consumo	Ponderada
Câmara 4	Controle de vazamento - rede de abastecimento	Reuso residencial	Viabilidade econômica	Viabilidade técnica/ operacional	Clássica
UCES	Controle de vazamento - rede de abastecimento	Reuso residencial	Viabilidade econômica	Redução de consumo	Clássica
ABRII 1	Vaso de descarga reduzida	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Redução de consumo	Acceptabilidade	Ponderada
ABRII 2	Tarifa que estimule uso eficiente	Reuso residencial	Redução de consumo	Viabilidade técnica/ operacional	Clássica
ABES 1	Medição individualizada.; Legislação que induza uso racional (medição individualizada); Educação ambiental*	Reuso residencial	Redução de consumo	Viabilidade legal/política	Ponderada
ABES 2	Medição individualizada	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Acceptabilidade	Viabilidade legal/política	Clássica
CREA/PB 1	Medição individualizada.; Legislação que induza uso racional (medição individualizada) *	Cobrança	Redução de consumo	Viabilidade técnica/ operacional	Clássica
CREA/PB 2	Educação ambiental	Tarifa que estimule o uso eficiente	Redução de consumo	Viabilidade técnica/ operacional	Clássica
PATAC	Educação ambiental	Outorga	Redução de consumo	Viabilidade econômica	Ponderada
CDL	Controle de vazamento - rede de abastecimento	Reuso residencial	Acceptabilidade	Viabilidade legal/política	Ponderada
Curadoria	Educação ambiental	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Acceptabilidade	Viabilidade econômica	Ponderada
UFPB 1	Reuso industrial	Reuso residencial	Redução de consumo	Viabilidade econômica	Ponderada
UFPB 2	Controle de vazamento - edificação	Reuso residencial	Redução de consumo	Viabilidade técnica/operacional	Ponderada
UFPB 3	Controle de vazamento - rede de abastecimento	Outorga	Redução de consumo	Viabilidade econômica	Ponderada
UFRN	Vaso de descarga reduzida	Cobrança	Viabilidade econômica	Acceptabilidade	Ponderada
SG	Controle de vazamento - rede de abastecimento	Reuso residencial	Redução de consumo	Viabilidade legal/política	Ponderada
SINDUSCON	Medição individualizada; Legislação que induza uso racional (medição individualizada); Captação de água de chuva	Reuso residencial	Redução de consumo	Viabilidade técnica/operacional	Clássica

Observação: \*As alternativas obtiveram a mesma avaliação pelos critérios e avaliação global.

Com base no quadro comparativo da Tabela 5.14, pode-se fazer as seguintes observações a respeito do grupo III:

- Dentre as alternativas mais desejáveis para este grupo, observa-se que a alternativa *controle de vazamento - rede de abastecimento* é a mais preferível entre os decisores, já que se apresenta como a alternativa mais desejável para a maioria dos decisores.
- A alternativa *reuso residencial* foi considerada menos preferível, visto que se insere na qualidade de menos desejável para dez decisores deste grupo.
- O perfil de avaliação deste grupo não segue um padrão constante, pois reflete uma predominância de avaliação do tipo *ponderada* em relação à *clássica*.
- Não há um completo consenso entre os representantes da sociedade civil, já que, observa-se algumas discordâncias nas avaliações das alternativas mais e menos desejáveis.
- Os decisores possuem interesses diferentes, refletidos pela variação entre os critérios de maior influência na análise.

Com base na matriz de *avaliação global* (Tabela 5.13) e na identificação do tipo de consenso entre os decisores, pode-se ordenar as alternativas de *extremamente desejável* a *indesejável*, para o grupo III (Tabela 5.15).

Tabela 5.15 Ordenamento das alternativas para o grupo III.

<b>Ordem de preferência</b>	<b>Alternativas</b>
1	Educação ambiental
2	Controle de vazamentos - rede de abastecimento
3	Reuso industrial
4	Medição individualizada
5	Controle de vazamentos - edificação
6	Vasos de descarga reduzida
7	Legislação que induza o uso racional
8	Outorga
9	Captação de água de chuva
10	Cobrança
11	Tarifação que estimule o uso eficiente
12	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento
13	Reuso residencial

Com base nas Tabelas A.11 a A.15 (em anexo), pode-se ordenar as alternativas com avaliação dos critérios da mais a menos favorável (Tabela 5.16).

Tabela 5.16 Ordenamento das alternativas por critério para o grupo III.

Ordem	Critérios				
	Viabilidade econômica	Viabilidade técnica/operacional	Redução de consumo	Viabilidade legal/política	Aceitabilidade
1	Educação ambiental	Medição individualizada	Controle de vazamentos – rede de abastecimento	Educação ambiental	Educação ambiental
2	Outorga	Educação ambiental	Reuso industrial	Controle de vazamentos – rede de abastecimento	Controle de vazamentos – rede de abastecimento
3	Legislação que induza o uso eficiente	Outorga	Vasos de descarga reduzida	Legislação que induza o uso eficiente	Medição individualizada
4	Controle de vazamentos – rede de abastecimento	Controle de vazamentos – rede de abastecimento	Legislação que induza o uso eficiente	Reuso industrial	Controle de vazamentos – edificação
5	Cobrança	Reuso industrial	Medição individualizada	Medição individualizada	Reuso industrial
6	Medição individualizada	Legislação que induza o uso eficiente	Educação ambiental	Vasos de descarga reduzida	Legislação que induza o uso eficiente
7	Controle de vazamentos – edificação	Controle de vazamentos – edificação	Tarifação q/ estimule o uso eficiente	Controle de vazamentos – edificação	Vasos de descarga reduzida
8	Captação de água de chuva	Cobrança	Outorga	Outorga	Captação de água de chuva
9	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso residencial	Captação de água de chuva	Outorga
10	Tarifação q/ estimule o uso eficiente	Vasos de descarga reduzida	Outorga + cobrança + tarifa c/ 10% de aumento	Cobrança	Cobrança
11	Reuso industrial	Tarifação q/ estimule o uso eficiente	Controle de vazamentos – edificação	Tarifação q/ estimule o uso eficiente	Reuso residencial
12	Outorga + cobrança + tarifa c/ 10% de aumento	Outorga + cobrança + tarifa c/ 10% de aumento	Captação de água de chuva	Outorga + cobrança + tarifa c/ 10% de aumento	Outorga + cobrança + tarifa c/ 10% de aumento
13	Reuso residencial	Reuso residencial	Cobrança	Reuso residencial	Tarifação q/ estimule o uso eficiente

A Tabela 5.16 reflete a ordem de preferência das alternativas por cada critério:

- Alternativa(s) com maior viabilidade econômica: educação ambiental;
- Alternativa(s) com maior viabilidade técnica/operacional: medição individualizada;
- Alternativa(s) com maior redução de consumo: controle de vazamentos - rede de abastecimento;
- Alternativa(s) com maior viabilidade legal/política: educação ambiental;
- Alternativa (s) com maior aceitabilidade: educação ambiental

A partir de uma análise estatística (conforme as Figuras 5.29 e 5.30) da Tabela 5.13 e das Tabelas A.11 a A.15 (em anexo); e da identificação do tipo de consenso entre os decisores, elaborou-se a matriz de avaliação multicriterial para o grupo III (Tabela 5.17). Assim como para os grupos I e II, a análise estatística foi realizada para todas as alternativas estudadas.

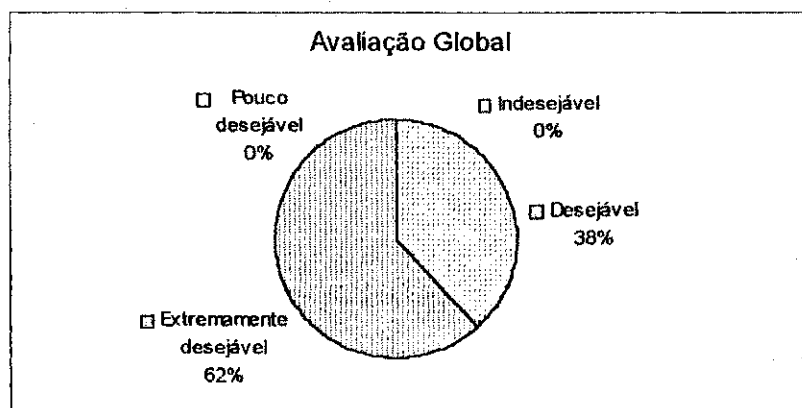


Figura 5.29 Distribuição percentual das categorias da *avaliação global* do grupo III da alternativa *controle de vazamentos - rede de abastecimento* (consenso relativo).

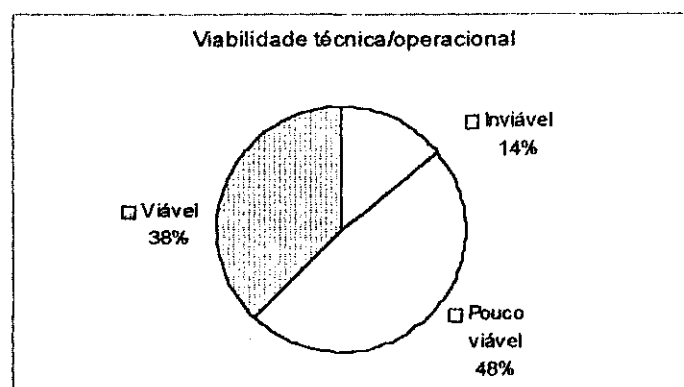


Figura 5.30 Distribuição percentual das categorias da *viabilidade econômica* do grupo III da alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento* (consenso relativo).

Este grupo caracteriza-se também pelo conflito nas avaliações, conforme mostram as Figuras 5.29 e 5.30. Entretanto, conflitos mais “suaves” levam a um consenso relativo como é o caso da Figura 5.29, onde a alternativa é considerada *extremamente desejável* (com pequena predominância) e *desejável*; e como neste caso as categorias não são conflitantes pode-se considerar que a alternativa é muito desejável para Campina Grande.

Em nenhuma das avaliações deste grupo observou-se um consenso absoluto. Tal fato deve-se ao grande número de representantes do grupo e ao alto nível de conflito de interesses. Contudo, a Tabela 5.17 reflete o consenso parcial entre os integrantes deste grupo, onde a única ausência de consenso é identificada na avaliação pelo critério *redução de consumo* da alternativa *outorga*, apesar do grande número de integrantes.

Tabela 5.17 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o grupo III (Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas													
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental-escolar	
Avaliação global	D	D	PD	D	ED	D	D	D	PD	D	D	PD	ED	
Viabilidade econômica	A	A	B	M	A	M	A	A	M	M	M	A	MA	
Viabilidade técnica/operacional	V	V	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	PV	V	
Redução de consumo	M	M	M	A	A	M	M	B	B	B/M*	M	M	M	
Viabilidade legal/política	V	V	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	PV	V	
Aceitabilidade	M	M	B	M	A	M	A	M	B	M		B	A	

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica ausência de consenso

As avaliações sem símbolo ao lado indicam consenso relativo.

### 5.2.3.1. Sub-Grupo Câmara Municipal de Campina Grande

Como dito anteriormente, este grupo é formado por um conjunto de quatro vereadores da Câmara Municipal de Campina Grande. A escolha dos representantes não possui cunho político-partidário, sendo estes escolhidos com base na história política da cidade. Espera-se que este grupo leve bastante em consideração o critério *aceitabilidade*, já que são os representantes da população.

Seguindo o mesmo procedimento de análise estatística aplicada ao grupo I (conforme, por exemplo, a Figura 5.31), elaborou-se a matriz de avaliação multicriterial para este sub-grupo (Tabela 5.18), com base na Tabela 5.13, nas Tabelas A.11 a A.15 (em anexo), e na identificação do tipo de consenso entre os decisores deste sub-grupo.

A *avaliação global* feita por este sub-grupo caracteriza-se pelo alto grau de consenso relativo, conforme mostrado na Figura 5.31. Para este grupo não houve o chamado consenso absoluto.

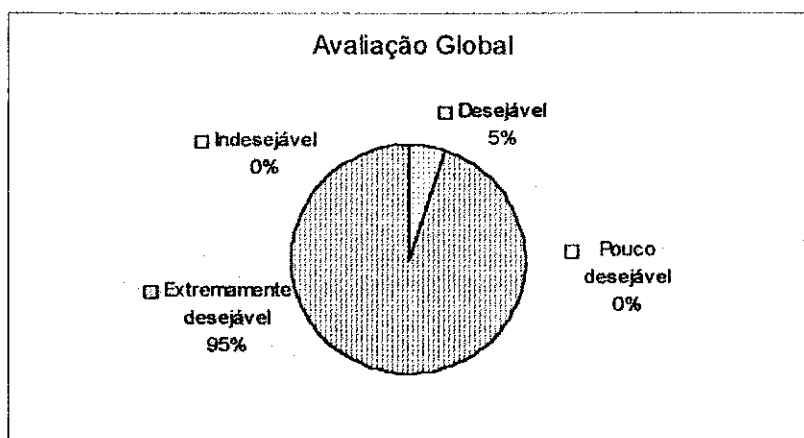


Figura 5.31 Distribuição percentual das categorias da *avaliação global* do sub-grupo Câmara Municipal para a alternativa *controle de vazamentos – rede de abastecimento* (consenso relativo).

A Tabela 5.18 reflete um grande consenso entre os integrantes deste sub-grupo, apesar de não se ter o consenso absoluto em nenhuma alternativa. A única ausência de consenso (conforme exemplo da Figura 5.32) é identificada na avaliação de apenas três alternativas: *tarifação que estimule o uso eficiente*, *vaso de descarga reduzida* e *controle de vazamentos na edificação*.



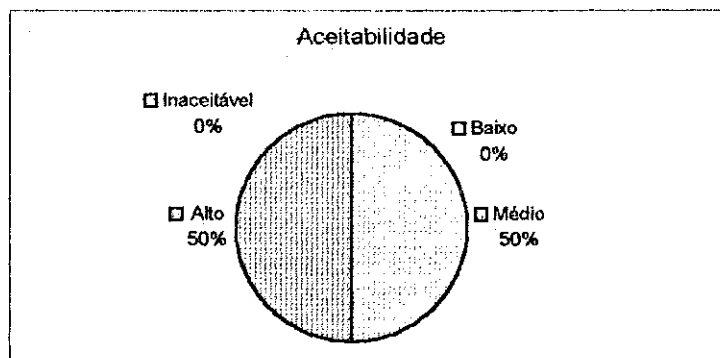


Figura 5.32 Distribuição percentual das categorias da *aceitabilidade* do sub-grupo Câmara Municipal para a alternativa *vaso de descarga reduzida* (ausência de consenso).

Tabela 5.18 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo Câmara Municipal (Grupo III: Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
Avaliação global	D	PD	PD	D	ED	D	D	D	PD	D	D	D	ED
Viabilidade econômica	M	B	B	M	A	M	A	A	M	M	A	A	M
Viabilidade técnica/operacional	V	V	V	V	V	V	V	V	PV/V*	V	V	V	V
Redução de consumo	M	M	M	A	A	B/M*	M	M	M	M	M	M	M
Viabilidade legal/política	V	V	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Aceitabilidade	M/A*	B	B	M	A	M	M	M	B	M	M	B	A

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica ausência de consenso

As avaliações sem símbolo ao lado indicam consenso relativo.

### 5.2.3.2. Sub-Grupo Entidades Técnico-Científicas

Este sub-grupo é formado pelas Entidades Técnico-Científicas Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH); Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES/PB); Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA/PB). Possui um total de seis integrantes.

Seguindo o mesmo procedimento de análise estatística aplicada ao grupo I (conforme, por exemplo, a Figura 5.33), elaborou-se a matriz de avaliação multicriterial para este sub-grupo (Tabela 5.19), com base na Tabela 5.13, nas Tabelas A.11 a A.15 (em anexo), e na identificação do tipo de consenso entre os decisores deste sub-grupo.

Este sub-grupo apresentou avaliações bem conflitantes, caracterizadas pela variável distribuição acentuada entre todas categorias, como se pode observar nas Figuras 5.33 e 5.34. Tal comportamento reflete um forte conflito de interesses entre as entidades, caracterizado pelo confronto extremo entre as categorias *indesejável* e *extremamente desejável* na avaliação global de algumas alternativas, como é o caso da *captação de água de chuva e reuso residencial* (Figura 5.33 e 5.34).

A Figura 5.33 indica ausência de consenso entre os decisores, visto que as avaliações estão enquadradas igualmente entre três categorias.

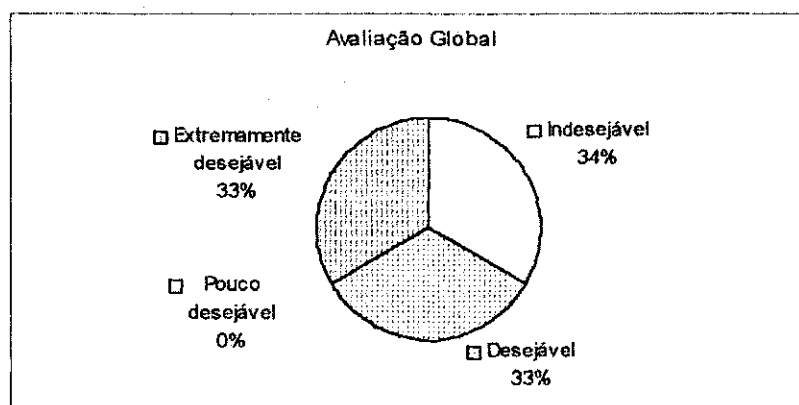


Figura 5.33 Distribuição percentual das categorias da avaliação global do sub-grupo Entidades Técnico-Científicas para a alternativa *captação de água de chuva* (ausência de consenso).

A Figura 5.34 indica um exemplo de consenso parcial visto que há uma pequena predominância da categoria *baixo* em relação às outras categorias, apesar de se considerar este tipo de consenso, verifica-se ainda um grande conflito entre as avaliações.

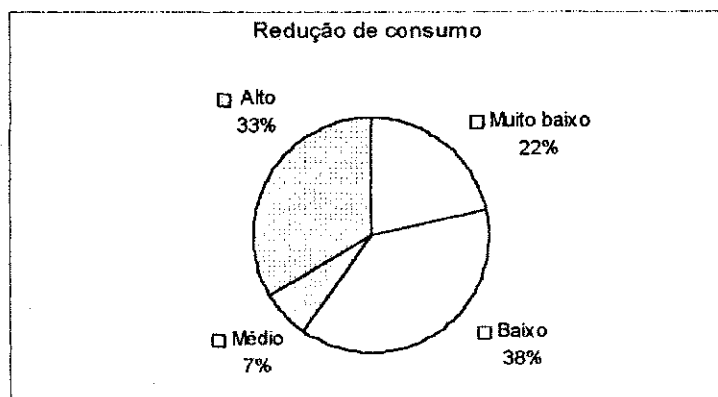


Figura 5.34 Distribuição percentual das categorias da *redução de consumo* do sub-grupo Entidades Técnico-Científicas para a alternativa *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente* (ausência de consenso).

Apesar dos conflitos conforme as Figuras anteriores o grupo também apresentou consenso absoluto, conforme o exemplo da Figura 5.35.

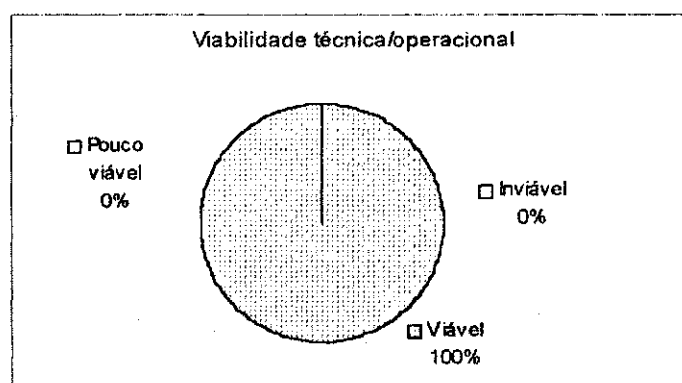


Figura 5.35 Distribuição percentual das categorias da *viabilidade técnica/operacional* do sub-grupo Entidades Técnico-Científicas para a alternativa *educação ambiental escolar* (consenso absoluto).

Na Tabela 5.19 pode-se identificar os poucos casos de ausência de conflito neste sub-grupo.

Tabela 5.19 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo Entidades Técnico-Científicas (grupo III: Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas													
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Avaliação global	D	I/D/ED*	D	ED	D	D	D/ED*	D	PD	ED	D	PD	ED	
Viabilidade econômica	A	A	B	A	M	A	A	M	B/M*	M	M	B	MA	
Viabilidade técnica/operacional	V	V	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	PV	V <sup>Δ</sup>	
Redução de consumo	A	M	M	M/A*	A	M	A	A	B	M	M	B	A	
Viabilidade legal/política	V	V	PV	V	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V	V	V	V	V	I	V <sup>Δ</sup>	
Aceitabilidade	M	M	B	M	A <sup>Δ</sup>	M	A	M	B	M	M	B	A <sup>Δ</sup>	

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica ausência de consenso

As avaliações sem símbolo ao lado indicam consenso relativo.

### 5.2.3.3. Sub-Grupo Instituições de Ensino Superior

Como dito anteriormente, este sub-grupo é formado por três integrantes da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e um integrante da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Seguindo o mesmo procedimento de análise estatística aplicada ao grupo I, (conforme, por exemplo, a Figuras 5.36 e 5.37), elaborou-se a matriz de avaliação para este sub-grupo (Tabela 5.20), com base na Tabela 5.13, nas Tabelas A.11 a A.15 (em anexo), e na identificação do tipo de consenso entre os decisores deste sub-grupo.

O exemplo da Figura 5.36 é o único caso de consenso perfeito na *avaliação global* deste sub-grupo.

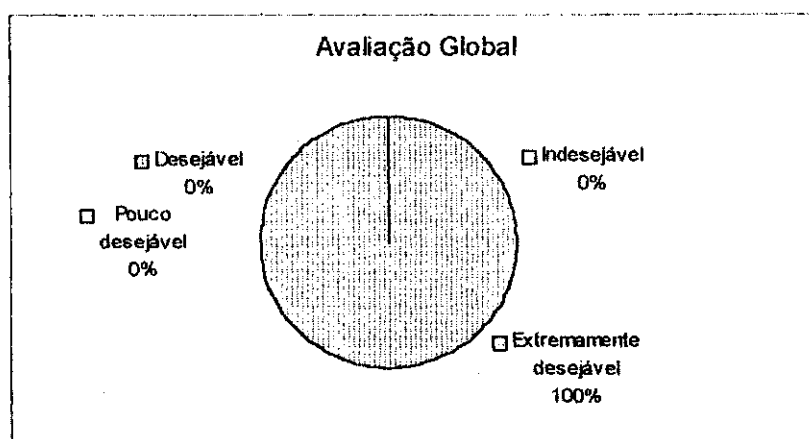


Figura 5.36 Distribuição percentual das categorias da *avaliação global* do sub-grupo Instituição de Ensino Superior para a alternativa *controle de vazamentos – rede de abastecimento* (consenso absoluto).

Observou-se em alguns casos de consenso parcial, tanto na *avaliação global* (Figura 5.37) como também na avaliação pelos critérios, um alto nível de conflito com uma pequena predominância de uma categoria, o que reflete uma divergência significativa entre as opiniões dos decisores integrantes deste sub-grupo.

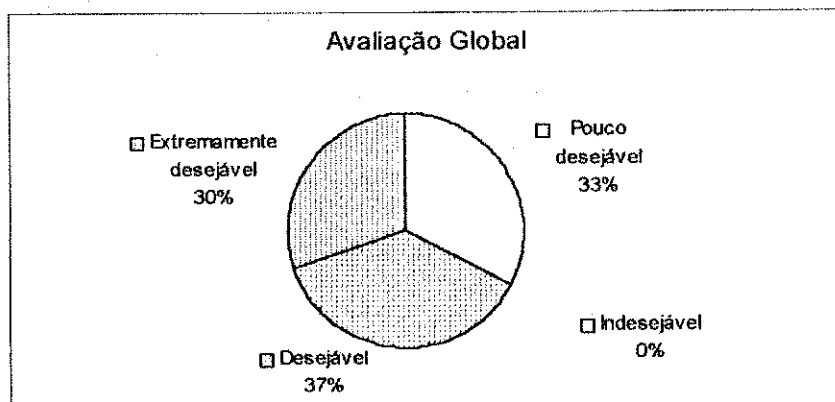


Figura 5.37 Distribuição percentual das categorias da *avaliação global* do sub-grupo Instituição de Ensino Superior para a alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento* (consenso relativo).

Tabela 5.20 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo Instituição de Ensino Superior (grupo III: Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif. indiv.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
Avaliação global	D/ED*	D	D	D	ED <sup>Δ</sup>	ED	D	D	D	D	D	D	ED
Viabilidade econômica	A	MA	B	M	A	A	A	MA	A	A	MA	A	MA
Viabilidade técnica/operacional	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Redução de consumo	A	M	B	A	A	B	M	B	B	B/M*	M	M	M
Viabilidade legal/política	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	PV	V
Aceitabilidade	M	M	B	A	A	A	B	M	B	M	M	B	A

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica ausência de consenso

As avaliações sem símbolo ao lado indicam consenso relativo.



#### 5.2.3.4. Sub-grupo Indústria da Construção Civil

Este sub-grupo é formado pela construtora SG Incorporação e Planejamento Ltda. e pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil da Paraíba (SINDUSCON).

A Tabela 5.21 mostra a avaliação multicriterial das alternativas conforme a identificação do tipo de consenso entre os decisores, a qual reflete um grande conflito entre estes visto que nenhuma alternativa atingiu o consenso absoluto em todos os critérios. Observa-se, também, que a alternativa *reuso industrial* foi altamente conflitante com consenso absoluto apenas no critério *aceitabilidade* (Figura 5.38).

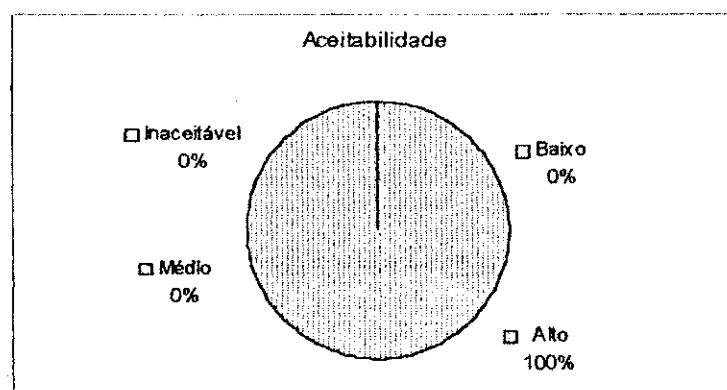


Figura 5.38 Distribuição percentual das categorias da *aceitabilidade* do sub-grupo Indústria da Construção Civil para a alternativa *reuso industrial* (consenso absoluto).

Os casos de ausência de conflito são do tipo mostrado na Figura 5.39 que indica um empate entre as opiniões dos decisores. A frequência desta situação deve-se também ao fato que este sub-grupo tem apenas dois decisores o que impossibilita o “desempate” das opiniões. Um outro aspecto importante da ausência do consenso é a grande frequência desta situação no critério *redução de consumo* (Tabela 5.21), e até mesmo entre categorias ditas não vizinhas, ou seja, mais antagônicas (Figura 5.40).

Este grande conflito demonstra diferenças significativas entre a postura da construtora e a entidade representativa do setor. E o torna o sub-grupo de maior conflito.

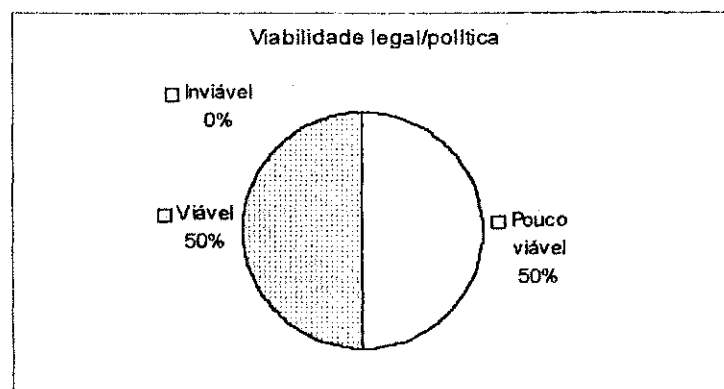


Figura 5.39 Distribuição percentual das categorias da *viabilidade técnica/operacional* do sub-grupo Indústria da Construção Civil para a alternativa *controle de vazamentos - rede de abastecimento* (ausência de consenso).

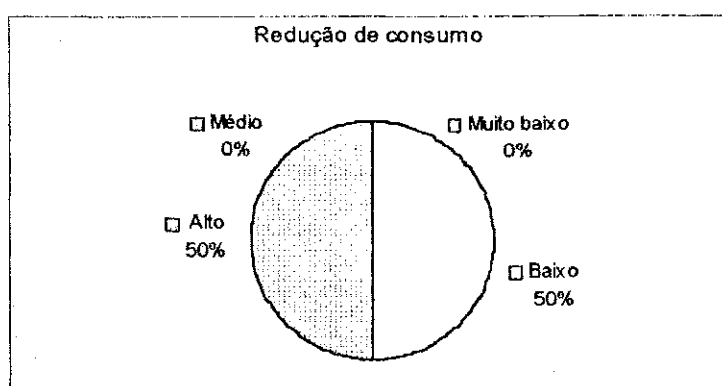


Figura 5.40 Distribuição percentual das categorias da *redução de consumo* do sub-grupo Indústria da Construção Civil para a alternativa *educação ambiental* (ausência de consenso).

Tabela 5.21 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o sub-grupo Indústria da Construção Civil (grupo III: Sociedade Civil) representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas													
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif. indiv.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Avaliação global	D <sup>Δ</sup>	PD/ED*	PD <sup>Δ</sup>	PD/D*	D <sup>Δ</sup>	PD/ED*	D/ED*	D/ED*	PD/D*	D <sup>Δ</sup>	D <sup>Δ</sup>	PD <sup>Δ</sup>	D/ED*	
Viabilidade econômica	A/MA*	A <sup>Δ</sup>	M	B/M*	M/A*	M/MA*	A <sup>Δ</sup>	A/MA*	M <sup>Δ</sup>	A/MA*	M/MA*	M/A*	A/MA*	
Viabilidade técnica/operacional	PV/V*	V <sup>Δ</sup>	PV <sup>Δ</sup>	PV/V*	PV/V*	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	PV/V*	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	PV	V <sup>Δ</sup>	
Redução de consumo	M <sup>Δ</sup>	B/A*	MB/B*	M/A*	A	B/M*	B/A*	B/A*	MB/M*	MB/M*	MB/M*	M	B/A*	
Viabilidade legal/política	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	PV <sup>Δ</sup>	PV/V*	PV/V*	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	V <sup>Δ</sup>	I/PV*	V <sup>Δ</sup>	I/PV*	I/PV*	PV/V*	
Aceitabilidade	B	M	I/B*	A <sup>Δ</sup>	A <sup>Δ</sup>	B/A*	M/A*	A	I/B*	A	I/B*	I/B*	A <sup>Δ</sup>	

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica ausência de consenso

As avaliações sem símbolo ao lado indicam consenso relativo.

### 5.3. Análise inter-grupos

Após a análise das avaliações dos grupos e respectivos sub-grupos, faz-se uma análise entre os grupos, com o objetivo de identificar a(s) alternativa(s) mais desejável(s) para Campina Grande. A identificação destas alternativas é o objetivo principal desta pesquisa. Elaborou-se uma análise estatística total das alternativas considerando todos os decisores, seguindo o mesmo procedimento observado para a análise intragrupo.

O grupo III pode ser considerado o mais “influente” no conjunto de decisores, já que possui maior número de participantes e a soma dos decisores dos outros grupos não ultrapassa o total deste grupo. Assim, a influência deste grupo no processo decisório é preponderante, visto que caso os grupos I e II se unam a favor de uma alternativa e o grupo III permaneça coeso em uma decisão contrária, a decisão do grupo III será a adotada pelo grupo decisor.

A “influência” do grupo III é evidenciada, por exemplo, pelas Figuras 5.41 e 5.42. A Figura 5.41 apresenta a distribuição percentual da *avaliação global* da alternativa *vaso de descarga reduzida* contabilizada as opiniões de todos os decisores. A Figura 5.42 expressa as porcentagens de decisores de cada grupo que adotaram a categoria *desejável* como *avaliação global* da alternativa *vaso de descarga reduzida*. Analisando as duas Figuras, observa-se que 65% dos decisores que acharam a alternativa *desejável* são do grupo III, a qual é a categoria predominante na avaliação da alternativa.

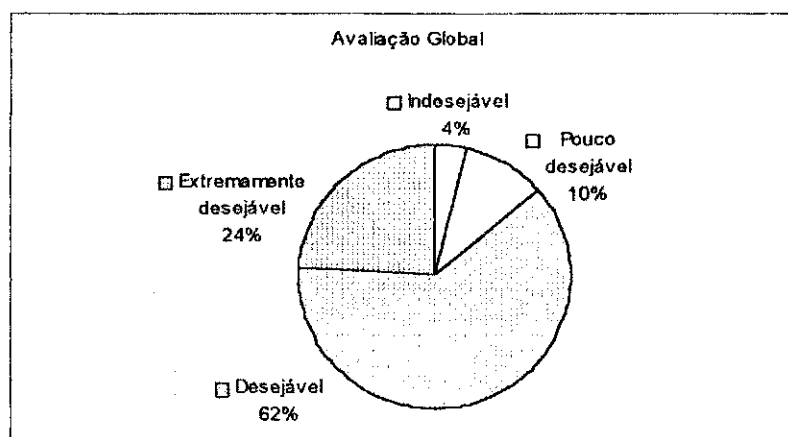


Figura 5.41 Distribuição percentual total das categorias da *avaliação global* da alternativa *vaso de descarga reduzida* para todos os decisores (consenso relativo).

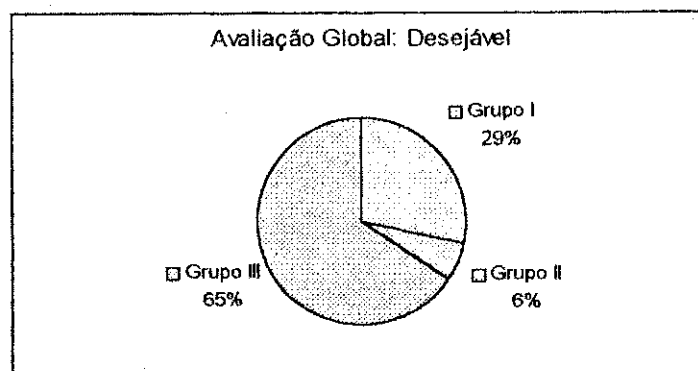


Figura 5.42 Distribuição percentual da *avaliação global desejável* por grupo, alternativa *vaso de descarga reduzida*.

Como identificado na análise intragrupo, há conflitos entre os interesses de um mesmo grupo, o que permite a barganha entre os grupos e divergências entre os decisores de um mesmo grupo. Tais conflitos e divergências podem restringir a influência do grupo III.

O exemplo das Figuras 5.43 a 5.45 demonstra a fragilidade da “influência” do grupo III. A avaliação deste grupo para o critério *redução de consumo* caracteriza-se pelo conflito entre duas categorias, com a predominância da categoria *média* (Figura 5.43), ou seja, o grupo não está coeso nesta avaliação; enquanto que na avaliação de todos os decisores pelo mesmo critério prevaleceu a categoria *alta* (Figura 5.44). Conforme a Figura 5.45, os decisores do grupo III que optaram pela categoria *alta* unidos aos decisores dos grupos I e II que, também, escolheram a mesma categoria, prevaleceram dentro do grupo decisor.

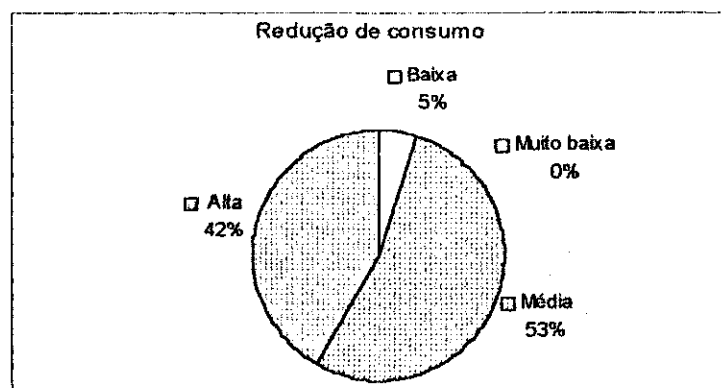


Figura 5.43 Distribuição percentual das categorias da *redução de consumo* da alternativa *vaso de descarga reduzida* para o grupo III (Sociedade Civil).

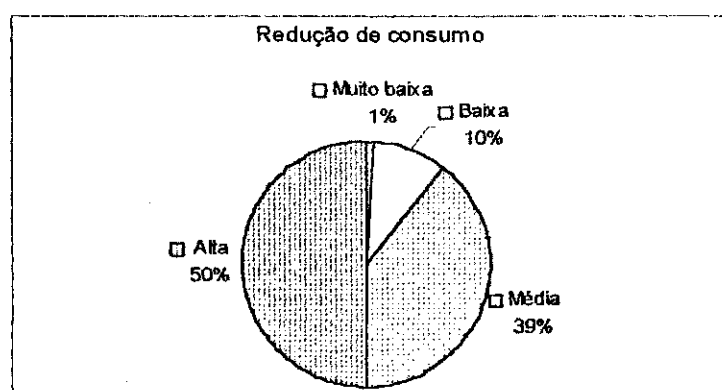


Figura 5.44 Distribuição percentual total das categorias da *redução de consumo* da alternativa *vaso de descarga reduzida* para todos os decisores (consenso relativo).

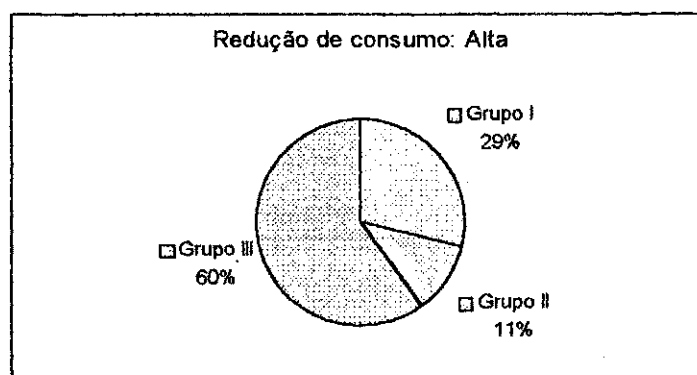


Figura 5.45 Distribuição percentual da *redução de consumo alta* por grupo para a alternativa *vaso de descarga reduzida*.

Na avaliação de algumas alternativas pelos critérios, observa-se um grande conflito de interesses e opiniões entre todos decisores. Este comportamento está bem expresso na Figura 5.46 com a avaliação pelo critério *viabilidade econômica* da alternativa *captação de água de chuva*, onde há um forte conflito (de mesma ordem de grandeza) entre as categorias, com uma pequena predominância da categoria *alta*. Tais conflitos são observados na distribuição total em todos os critérios (não para todas as alternativas).

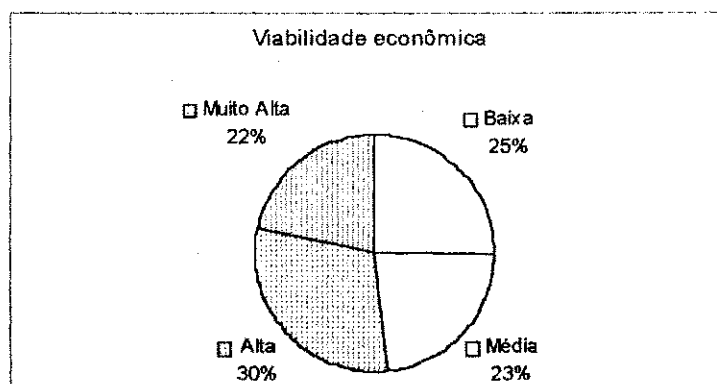


Figura 5.46 Distribuição percentual total das categorias da *viabilidade econômica* da alternativa *captação de água de chuva* para todos os decisores (consenso relativo).

A alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento* foi bem conflitante entre os grupos. Para esta alternativa observa-se consenso relativo em todos os critérios (exemplo, Figura 5.47) e na *avaliação global*, tal comportamento reflete as características desta alternativa, que tem grande impacto em todos os grupos.

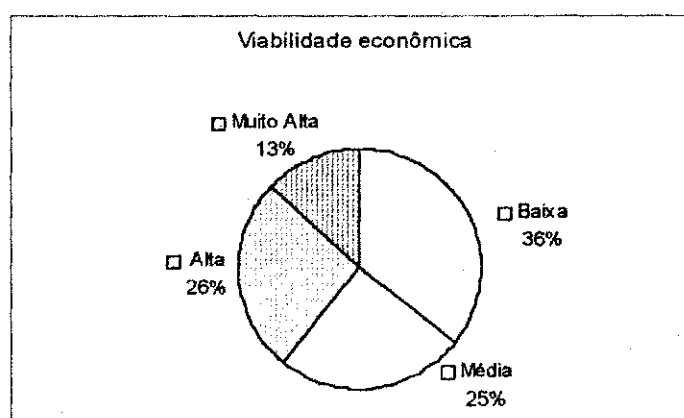


Figura 5.47 Distribuição percentual total das categorias *viabilidade econômica* da alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento* para todos os decisores (consenso relativo).

Com base na *avaliação global*, identificação do tipo de consenso entre todos decisores e das matrizes de avaliação multicriterial (através das Tabelas 5.3, 5.8, 5.13, A.1 a A.15, em anexo) elaborou-se a matriz de *avaliação global* (Tabela 5.22) e a matriz de avaliação multicriterial das alternativas (Tabela 5.23) considerando todos os decisores.

Na Tabela 5.22 alguns sub-grupos não apresentam os pesos de avaliação, pois as categorias adotadas por estes, apresentadas na matriz de *avaliação global*, foram fruto do consenso obtido na análise intragrupo.

Analisando as opiniões dos decisores conjuntamente, observou-se que não houve nenhuma situação de consenso absoluto. Tal fato poderia ser esperado devido ao grande número de decisores considerados pela subjetividade e incerteza inerentes ao processo decisório.



Tabela 5.22 Matriz de *avaliação global* das alternativas propostas com o consenso do grupo decisor.

Decisores	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
Gov. Federal	D	D/ED	D	D	PD/D	ED	D/ED	D	PD	PD	PD/D	PD	D
	10	9/1	10	10	6/4	10	9/1	10	10	10	5/5	10	10
Gov. Estadual	D	PD/D	D	D	ED	D	D	D	ED	ED	ED	D/ED	D
	10	5/5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8/2	10
Gov. Municipal	D	D	PD	ED	ED	ED	D/ED*	ED	I	ED	PD	I	ED
CAGEPA	ED	D	D	D	ED	ED	D	D	D	ED	ED	ED	ED
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
FIEP	D	ED	PD	ED	ED	D	PD	PD	I	ED	D	I	ED
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Câmara	D	PD	PD	D	ED	D	D	D	PD	D	D	D	ED
UCES	D	D	PD	D	D	D	D	D	PD	D	PD	PD	D
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Entidades técnico-científicas	D	I/D/ED*	D	ED	D	D	D/ED*	D	PD	ED	D	PD	ED
PATAC	D	D	PD/D	D/ED	D	PD/D	D	D/ED	PD/D	PD/D	PD/D	PD/D	ED
	10	10	2/8	2/8	10	8/2	10	8/2	2/8	3/7	8/2	2/8	10
CDL	D	PD	I	ED	ED	PD	PD/D	PD/D	I	PD	PD	PD	ED
	10	10	10	10	10	10	2/8	2/8	10	10	10	10	10
Curadoria	ED	D	PD	PD	D	I/PD	PD	I/PD	I/PD	PD/D	PD	I	ED
	10	10	10	10	10	2/8	10	2/8	8/2	2/8	10	10	10
Entidades de Ensino Superior	D/ED*	D	D	D	ED	ED	D	D	D	D	D	D	ED
Indústria da Construção Civil	D	PD/ED*	PD	PD/D*	D	PD/ED*	D/ED*	D/ED*	PD/D*	D	D	PD	D/ED*

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

\* Indica ausência de consenso

Tabela 5.23 Matriz de avaliação multicriterial das alternativas propostas para o grupo decisor representativa do consenso ou ausência do consenso.

Critérios	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
Avaliação global	D	D	PD	D/ED	ED	D	D	D	D	D	D	PD	ED
Viabilidade econômica	M	A	B	A	A	D	A	A	D	D	A	B	MA
Viabilidade técnica/operacional	V	V	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Redução de consumo	A	M	M	A	A	M	M	M	M	M	M	M	M
Viabilidade legal/política	V	V	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	PV	V
Aceitabilidade	M	M	B	M	A	A	A	M	B	M	M	B	A

Observação: Indesejável (I), Pouco Desejável (PD), Desejável (D) e Extremamente Desejável (ED)

Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Todas as avaliações constantes desta Tabela indicam consenso relativo

Δ Indica consenso absoluto

\* Indica ausência de consenso.

Seguindo a metodologia usada na análise intragrupo, construiu-se a Tabela 5.24 que indica a ordem de preferência das alternativas propostas considerando todos os decisores.

Tabela 5.24 Ordenamento das alternativas propostas com o consenso do grupo decisor.

<b>Ordem de preferência</b>	<b>Alternativas</b>
1	Educação ambiental
2	Controle de vazamentos - rede de abastecimento
3	Reuso industrial
4	Controle de vazamentos - edificação
5	Outorga
6	Legislação que induza o uso racional
7	Medição individualizada
8	Vaso de descarga reduzida
9	Cobrança
10	Captação de água de chuva
11	Tarifa que estimule o uso racional
12	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento
13	Reuso residencial

Assim com base na Tabela 5.25, pode-se dispor as alternativas mais desejáveis para implantação na cidade de Campina Grande (principal objetivo desta pesquisa). As três alternativas mais desejáveis para a cidade são: educação ambiental escolar, controle de vazamentos – rede de abastecimento e reuso industrial.

Seguindo também a metodologia da análise intragrupo, elaborou-se a Tabela 5.25 com o ordenamento das alternativas com base na avaliação dos critérios:

Tabela 5.25 Ordenamento das alternativas propostas por critério com o consenso do grupo decisor.

Ordem	Critérios				
	Viabilidade econômica	Viabilidade técnica/operacional	Redução de consumo	Viabilidade legal/política	Acceptabilidade
1	Educação ambiental	Educação ambiental	Controle de vazamentos - rede de abastecimento	Educação ambiental	Educação ambiental
2	Outorga	Outorga	Vaso de descarga reduzida	Controle de vazamentos - rede de abastecimento	Controle de vazamentos - rede de abastecimento
3	Legislação que induza o uso racional	Controle de vazamentos - rede de abastecimento	Reuso industrial	Legislação que induza o uso racional	Medição individualizada
4	Controle de vazamentos - edificação	Medição individualizada	Educação ambiental	Reuso industrial	Legislação que induza o uso racional
5	Cobrança	Reuso industrial	Legislação que induza o uso racional	Outorga	Controle de vazamentos - edificação
6	Captação de água de chuva	Legislação que induza o uso racional	Medição individualizada	Vaso de descarga reduzida	Reuso industrial
7	Controle de vazamentos - rede de abastecimento	Controle de vazamentos - edificação	Controle de vazamentos - edificação	Controle de vazamentos - edificação	Vaso de descarga reduzida
8	Medição individualizada	Captação de água de chuva	Tarifa que estimule o uso racional	Medição individualizada	Outorga
9	Vaso de descarga reduzida	Cobrança	Outorga	Cobrança	Captação de água de chuva
10	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Vaso de descarga reduzida	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Captação de água de chuva	Reuso residencial
11	Tarifa que estimule o uso racional	Tarifa que estimule o uso racional	Reuso residencial	Tarifa que estimule o uso racional	Cobrança
12	Reuso industrial	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Tarifa que estimule o uso racional
13	Reuso residencial	Reuso residencial	Captação de água de chuva	Reuso residencial	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento

A Tabela 5.25 reflete a ordem de preferência das alternativas do grupo decisor por cada critério:

- Alternativa(s) com maior viabilidade econômica: educação ambiental;

- Alternativa(s) com maior viabilidade técnica/operacional: educação ambiental;
- Alternativa(s) com maior redução de consumo: controle de vazamentos - rede de abastecimento;
- Alternativa(s) com maior viabilidade legal/política: educação ambiental
- Alternativa (s) com maior aceitabilidade: educação ambiental.

Com a Tabela 5.25 pode-se observar o desempenho de cada alternativa para cada critério, ou seja, pode-se comparar a colocação de cada alternativa na ordem de preferência para cada critério. Por exemplo, a alternativa *educação ambiental* foi a alternativa com a melhor avaliação entre todos os critérios, mas no critério *redução de consumo* ela ficou em 4º lugar, portanto o “ponto fraco” desta alternativa é a redução de consumo.

## 6. ANÁLISE DE RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DO MODELO: VALIDAÇÃO

De posse do modelo multicriterial via Lógica Difusa simulou-se a opinião, isto é a *avaliação global*, de cada decisor entrevistado a respeito das alternativas de gerenciamento da demanda propostas para a cidade de Campina Grande. Compararam-se as opiniões simuladas pelo modelo aos resultados derivados das entrevistas (apresentados no Capítulo 5 e em anexo), e após uma pré-análise desta comparação, fez-se necessário definir “graus” de validação a fim de enquadrar as várias formas de coincidência entre a *avaliação global* de cada decisor entrevistado e a *avaliação global* simulada pelo modelo. Os graus de validação adotados são os seguintes:

### a) Validação total (VT)

- Coincidência de todas as categorias atribuídas pelo modelo e pelo decisor;
- Coincidência de todas as pertinências atribuídas pelo modelo e pelo decisor.

### b) Validação parcial I (VPI):

- Coincidência da categoria de maior pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor;
- Coincidência da pertinência da categoria de maior pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor.

## c) Validação parcial 2 (VP2):

- Coincidência da categoria de maior pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor;
- NÃO coincidência da pertinência da categoria de maior pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor;
- Coincidência da pertinência das outras categorias atribuída pelo modelo e pelo decisor.

## d) Validação parcial 3 (VP3):

- Coincidência da categoria de maior pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor;
- NÃO coincidência das pertinências de todas as categorias atribuída pelo modelo e pelo decisor.

## e) Validação parcial 4 (VP4):

- Coincidência da categoria de maior pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor, no caso do modelo atribuir pertinência  $\geq 0,5$  iguais a duas ou mais categorias;
- Coincidência da pertinência da categoria de maior pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor;
- NÃO coincidência das pertinências das outras categorias atribuídas pelo modelo e pelo decisor.

## f) Validação parcial 5 (VP5):

- Coincidência da categoria de maior pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor, no caso do modelo atribuir pertinência  $\geq 0,5$  iguais a duas ou mais categorias;
- NÃO coincidência das pertinências das outras categorias atribuída pelo modelo e pelo decisor.

Dentre os casos não validados há duas situações interessantes que refletem dúvidas, definidas por:

- a) Dúvida 1(D1): O modelo atribui pertinência 0,5 a todas categorias;  
 b) Dúvida 2 (D2): O modelo atribui pertinência  $< 0,5$  a todas categorias.

A Tabela 6.1 exemplifica cada caso de grau de validação adotado:

Tabela 6.1 Graus de validação adotados nesta pesquisa.

Grau de validação		Avaliação global			
		Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
VT	S	1	0	0	0
	E	1	0	0	0
VP1	S	0	0,2	0,2	0,8
	E	0	0	0,2	0,8
VP2	S	0	0	0	0,5
	E	0	0	0	1
VP3	S	0	0	0,7	0,3
	E	0	0	0,8	0,2
VP4	S	0	1	1	0
	E	0	0	1	0
VP5	S	0	0,5	0,5	0
	E	0	0	1	0
Não validado	S	0	0	1	0
	E	0	1	0	0
D1	S	0,5	0,5	0,5	0,5
	E	0	1	0	0
D2	S	0	0,3	0,4	0,3
	E	0	0	1	0

Observação: Simulação do modelo (S); Entrevista do decisor (E).

Validação total (VT); Validação parcial 1 (VP1); Validação parcial 2 (VP2); Validação parcial 3 (VP3); Validação parcial 4 (VP4); Validação parcial 5 (VP5); Dúvida 1(D1); Dúvida 2 (D2).

As Tabelas 6.2 e 6.3 resumem os resultados dos vários tipos de validação por decisor e por alternativa para um total de 364 (13 alternativas X 28 decisores) opiniões (*avaliação global*) simuladas.



Tabela 6.2 Resultados da validação por decisor.

Decisor	VT	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	Total	%	Não validado		
									Não validado	D1	D2
DNOCS	3	0	1	1	1	1	7	53,85	6	1	
SEMARH	0	0	1	5	0	1	7	53,85	6		1
Secretaria da Educação	10	0	0	0	0	0	10	76,92	3		
Secretaria de Planejamento	9	0	0	2	0	0	11	84,62	2		
Secretaria de Meio Ambiente	8	0	1	1	1	0	11	84,62	2		
Secretaria de Infraestrutura	9	0	0	2	0	0	11	84,62	2		
Câmara 1	0	0	0	7	0	2	9	69,23	4		
Câmara 2	10	0	0	0	0	0	10	76,92	3		
Câmara 3	8	0	0	0	0	0	8	61,54	5		
Câmara 4	8	0	0	0	1	0	9	69,23	4		
CAGEPA	12	0	0	0	0	0	12	92,31	1		
FIEP	8	0	0	0	0	0	8	61,54	5		2
UCES	12	0	0	0	0	0	12	92,31	1		
ABRH 1	0	0	0	3	0	3	6	46,15	7		
ABRH 2	6	0	0	0	0	0	6	46,15	7		
ABES 1	5	1	2	3	0	0	11	84,62	2		
ABES 2	10	0	0	0	0	0	10	76,92	3		
CREA/PB 1	9	0	0	0	0	0	9	69,23	4		
CREA/PB 2	11	0	0	0	0	0	11	84,62	2		
PATAC	1	2	1	4	0	0	8	61,54	5		
CDL	6	0	1	0	1	0	8	61,54	5		
Curadoria	1	0	1	3	0	1	6	46,15	7		
UFPB 1	2	0	4	5	0	1	12	92,31	1		
UFPB 2	1	0	2	4	0	5	12	92,31	1		
UFPB 3	1	0	3	7	0	0	11	84,62	2		
UFRN	1	0	0	4	1	4	10	76,92	3		
SG	4	0	1	0	1	0	6	46,15	7		
SINDUSCON	9	0	1	0	0	0	10	76,92	3		
Total	164	3	19	51	6	18	261	71,70	103	1	3
Percentuais (%)	45,05	0,82	5,22	14,01	1,65	4,95	71,70		28,30	0,97	2,91

Observação: Validação total (VT); Validação parcial 1 (VP 1); Validação parcial 2 (VP2); Validação parcial 3 (V3); Validação parcial 4 (V4); Validação parcial 5 (V5); Dúvida 1 (D1); Dúvida 2 (D2).

A porcentagem de não validado engloba as dúvidas D1 e D2.

Tabela 6.3 Resultados da validação por alternativa.

Alternativa	VT	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	Total	%	Não validado		
									Não validado	D1	D2
Vasos de descarga reduzida	8	0	1	5	0	1	15	53,57	13		1
Captação de água de chuva	9	0	3	1	0	3	16	57,14	12		1
Reuso de água - Residencial	12	0	3	1	0	2	18	64,29	10		
Reuso de água - Industrial	15	1	1	5	1	1	24	85,71	4		
Controle de vazamentos - rede de abastecimento	11	0	4	2	0	2	19	67,86	9		
Controle de vazamentos - edificação	14	0	1	3	1	1	20	71,43	8		1
Medição individualizada	13	0	0	8	0	0	21	75,00	7		
Legislação	15	1	0	6	0	2	24	85,71	4		
Tarifação	13	0	0	2	1	2	18	64,29	10		
Outorga	11	0	4	5	0	1	21	75,00	7		
Cobrança	10	0	0	3	3	2	18	64,29	10		
Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	15	1	0	6	0	0	22	78,57	6		1
Educação ambiental escolar	18	0	2	4	0	1	25	89,29	3		
<b>Total</b>	<b>164</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>51</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>261</b>	<b>71,70</b>	<b>103</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Percentuais (%)</b>	<b>45,05</b>	<b>0,82</b>	<b>5,22</b>	<b>14,01</b>	<b>1,65</b>	<b>4,95</b>	<b>71,70</b>		<b>28,30</b>	<b>0,97</b>	<b>2,91</b>

Observação: Validação total (VT); Validação parcial 1 (VP 1); Validação parcial 2 (VP2); Validação parcial 3 (V3); Validação parcial 4 (V4); Validação parcial 5 (V5); Dúvida 1 (D1); Dúvida 2 (D2).

A porcentagem de não validado engloba as dúvidas D1 e D2.

As Figuras 6.1 e 6.2 retratam a distribuição da validação conforme os dados das Tabelas 6.2 e 6.3. A porcentagem de dados considerados validados de 72% representa um ótimo resultado, frente à dificuldade subjetiva de simular o comportamento humano e apesar da validação total atingir menos da metade dos casos simulados (45%).

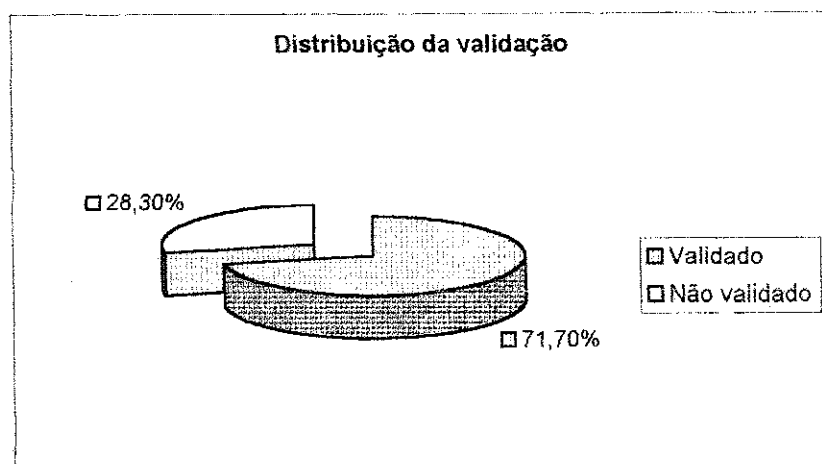


Figura 6.1 Distribuição percentual da validação da simulação.

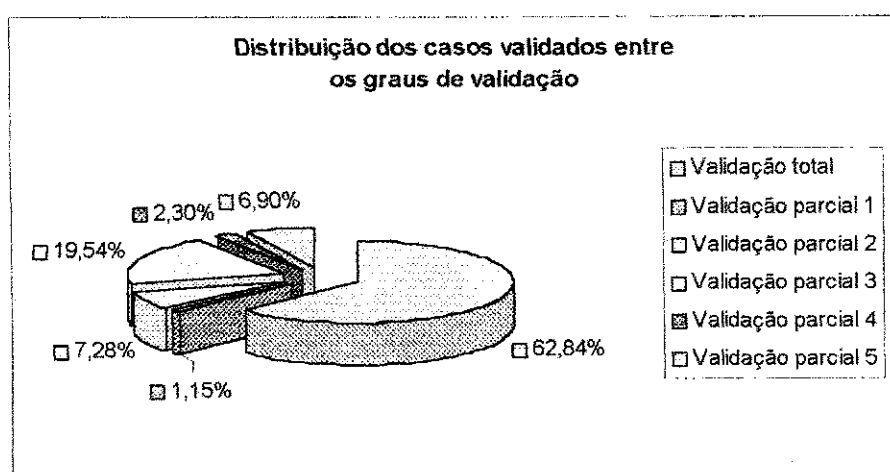


Figura 6.2 Distribuição percentual dos casos validados entre os graus de validação considerados.

Alguns casos de validação refletem a capacidade do modelo de conseguir expressar a(s) categoria(s) de avaliação escolhida pelo decisor e a sua pertinência (Figura 6.3). Tal situação, denominada anteriormente de validação total, representa o tipo de validação mais preferível, visto que o modelo simula completamente a *avaliação global* do decisor e corresponde a uma simulação bastante robusta da alternativa.

Os casos de validação tipo VP1 (Figura 6.4), de um total de 3 (Tabelas 6.2 e 6.3), foram pouco representativos no universo de 364 casos simulados. Contudo, pode-se considerá-los como um caso especial da validação VT, já que há a coincidência da categoria de maior pertinência e sua pertinência atribuída pelo modelo e pelo decisor.

<b>Decisor:</b> DNOCS				
<b>Alternativa:</b> Vasos de descarga reduzida				
<b>Grau de Validação:</b> Validação total				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	1	0	0	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	1	0	0	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Acceptabilidade</b>				
Inaceitável	Baixo	Médio	Alto	
0	0	0	1	
<b>Avaliação global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0	1	0
<b>Entrevista</b>	0	0	1	0

Figura 6.3 Exemplo de validação total (VT) (decisor DNOCS, alternativa vaso de descarga reduzida).

<b>Decisor:</b> PATAC				
<b>Alternativa:</b> Legislação que induza o uso racional (medição individualizada)				
<b>Grau de Validação:</b> Validação parcial I				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0	0	1	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,2	0,8		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	0	0,2	0,8	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Acceptabilidade</b>				
Inaceitável	Baixo	Médio	Alto	
0	0	1	0	
<b>Avaliação Global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0,2	0,8	0
<b>Entrevista</b>	0	0	0,8	0,2

Figura 6.4 Exemplo de validação VPI (decisor PATAC, alternativa legislação que induza o uso racional (medição individualizada)).

A categoria de maior pertinência expressa a categoria em que mais se enquadra a avaliação do decisor. Neste sentido, este parâmetro é bastante importante na simulação, já que o pré-requisito básico considerado para validação do modelo é a coincidência da categoria de maior pertinência, que foi atingido em 72% dos casos simulados. Assim, as validações tipo VP2 e VP3 expressam a essência da *avaliação global*, apesar do modelo não conseguir simular também a pertinência. Tal situação consiste no limite mais representativo do modelo.

Os casos mais freqüentes de VP2 e VP3 ocorrem quando o decisor pondera a avaliação pelos critérios e não pondera a *avaliação global* (Figuras 6.5 e 6.6). A VP3 ainda é mais penalizada que VP2, em virtude da não coincidência entre todas as categorias atribuídas pelo modelo e pelo decisor, assim casos classificados neste tipo de validação refletem um outro limite do modelo.

<b>Decisor:</b> Secretaria de Meio Ambiente				
<b>Alternativa:</b> Outorga				
<b>Grau de Validação:</b> Validação parcial 2				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0	0	1	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	0	0,5	0,5	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Accitabilidade</b>				
Inacitável	Baixo	Médio	Alto	
0	0	0	1	
<b>Avaliação Global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0	0	0,5
<b>Entrevista</b>	0	0	0	1

Figura 6.5 Exemplo de validação parcial 2 (VP2) (decisor Secretaria do Meio Ambiente, alternativa outorga).

<b>Decisor:</b> SEMARH				
<b>Alternativa:</b> Vasos de descarga reduzida				
<b>Grau de Validação:</b> Validação parcial 3				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0,6	0,4	0	0	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0,3	0,7	0	0	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,4	0,6		
<b>Accitabilidade</b>				
Inacitável	Baixo	Médio	Alto	
0	0,3	0,7	0	
<b>Avaliação global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0,4	0,6	0
<b>Entrevista</b>	0	0	1	0

Figura 6.6 Exemplo de validação parcial 3 (VP3) (decisor SEMARH, alternativa vaso de descarga reduzida).

Nos casos de validação VP4 e VP5 o modelo atribui peso  $\geq 0,5$  a duas ou mais categorias vizinhas, tais situações ocorrem devido à:

- A(s) regra(s) ativada(s) pelo decisor na avaliação da alternativa pelos critérios é uma regra duplicada (duas regras com antecedentes iguais, mas com conseqüentes diferentes) e/ou
- Na avaliação pelos critérios, as regras ativadas pelo decisor possuem *avaliação global* diferente, e em virtude disto o modelo atribui pertinências maiores que zero a todas as *avaliações globais* propostas pelo modelo para as regras ativadas.

No caso da Figura 6.7 a avaliação multicriterial, isto é pelos critérios, ativou apenas uma regra, mas como esta é uma regra duplicada, o modelo atribuiu pesos iguais para as duas categorias.

No exemplo da Figura 6.8 identifica-se validação do tipo VP5, devido à regra duplicada e às regras com *avaliação global* diferente.

<b>Decisor:</b> Câmara 4				
<b>Alternativa:</b> Tarifação que estimule o uso eficiente da água				
<b>Grau de validação:</b> Validação parcial 4				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0	1	0	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	1	0		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	0		0	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Accitabilidade</b>				
Inacitável	Baixo	Médio	Alto	
0	0	1	0	
<b>Avaliação Global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	1	1	0
<b>Entrevista</b>	0	0	1	0

Figura 6.7 Exemplo de validação parcial 4 (VP4) (decisor Câmara 4, alternativa tarifação que estimule o uso eficiente da água).

<b>Decisor:</b> UFRN				
<b>Alternativa:</b> Captação de água de chuva				
<b>Grau de validação:</b> Validação parcial 5				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0,5	0,5	0	0	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,5	0,5		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	0	0,5	0,5	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Accitabilidade</b>				
Inacitável	Baixo	Médio	Alto	
0	1	0	0	
<b>Avaliação Global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0,5	0,5	0
<b>Entrevista</b>	0	0	1	0

Figura 6.8 Exemplo de validação parcial 5 (VP5) (decisor UFRN, alternativa captação de água de chuva).

Em apenas um caso do estilo da validação tipo VP4 eVP5 o modelo conseguiu simular a categoria e a pertinência atribuídas pelo decisor (Figura 6.9).

<b>Decisor:</b> UFRN				
<b>Alternativa:</b> Tarifação que estimule o uso eficiente da água				
<b>Grau de validação:</b> Validação total				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0,5	0,5	0	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,5	0,5		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	0,5	0,5	0	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,5	0,5		
<b>Aceitabilidade</b>				
Inaceitável	Baixo	Médio	Alto	
0	1	0	0	
<b>Avaliação Global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0,5	0,5	0
<b>Entrevista</b>	0	0,5	0,5	0

Figura 6.9 Exemplo de validação total (VT) com estilo semelhante aos de validação parcial VP4 e VP5 (decisor UFRN, alternativa tarifação que estimule o uso eficiente da água).

Os casos não validados do tipo D1 e D2 refletem um grande conflito do decisor, ou até mesmo, indecisão na avaliação. No caso de D1 (Figura 6.10) a *avaliação global* (fruto da avaliação dos critérios) atribuída pelo modelo não representa a opinião do decisor, portanto a simulação não foi validada. Contudo, neste caso o modelo apresenta um comportamento conflitante, pois ativou todas as categorias da *avaliação global*. Tal fato ocorreu porque as regras ativadas pelo decisor na avaliação têm *avaliação global* diferentes e algumas são regras duplicadas.

No caso D2 o modelo não atribuiu pertinência  $\geq 0,5$  a nenhuma categoria da *avaliação global* (Figura 6.11), indicando que esta quase não pertence a nenhuma das categorias adotadas. Todos os casos de D2 justificam-se pela indecisão do decisor na avaliação pelo critério *aceitabilidade*, ocasionada possivelmente pela falta de uma categoria intermediária às adotadas de tal forma que possibilitasse melhor enquadrar a avaliação do decisor para este critério.



<b>Decisor:</b> DNOCS				
<b>Alternativa:</b> Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento				
<b>Grau de Validação:</b> Não validado – Dúvida 1				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0	0,5	0,5	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	0	0,5	0,5	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Accitabilidade</b>				
Inacitável	Baixo	Médio	Alto	
0,5	0,5	0	0	
<b>Avaliação global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Entrevista</b>	0	1	0	0

Figura 6.10 Exemplo não validado referente ao tipo Dúvida (D1) (decisor DNOCS, alternativa outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento).

<b>Decisor:</b> SEMARH				
<b>Alternativa:</b> Controle de vazamentos - edificação				
<b>Grau de Validação:</b> Não validado – Dúvida 2				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0,5	0,5	0	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0,4	0,6	0	0	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,6	0,4		
<b>Accitabilidade</b>				
Inacitável	Baixo	Médio	Alto	
0	0,33	0,33	0,33	
<b>Avaliação global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0,33	0,33	0,33
<b>Entrevista</b>	0	0	1	0

Figura 6.11 Exemplo não validado referente ao tipo Dúvida (D2) (decisor SEMARH, alternativa Controle de vazamentos – edificação).

Com a comparação das opiniões dos decisores obtidas das entrevistas e simuladas pelo modelo, observam-se alguns casos interessantes caracterizados por peculiaridades na simulação.

O exemplo da Figura 6.12 apresenta uma situação onde as categorias de maior pertinência atribuídas pelo modelo não são categorias vizinhas, e por conseguinte antagônicas. Tal comportamento deve-se às regras ativadas na avaliação possuírem *avaliação global* diferente; isto corresponde a uma falha do modelo que admite tal conflito entre categorias tão adversas, como é o caso da Figura 6.12 entre *pouco desejável* e *extremamente desejável*.

<b>Decisor:</b> DNOCS				
<b>Alternativa:</b> Cobrança				
<b>Grau de Validação:</b> Validação parcial 4				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0	0	1	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	0	0,7	0,3	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Accitabilidade</b>				
Inaceitável	Baixo	Médio	Alto	
0	0,5	0,5	0	
<b>Avaliação global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0,5	0,3	0,5
<b>Entrevista</b>	0	0,5	0,5	0

Figura 6.12 Exemplo de validação parcial 4 (VP4) (decisor DNOCS, alternativa cobrança).

O caso mais favorável da validação do tipo VP5 é o da Figura 6.13, visto que o modelo conseguiu simular as categorias usadas na avaliação do decisor Câmara 1, exceto as pertinências atribuídas por ele. Portanto, tal simulação representa a essência da *avaliação global* do decisor. E pode-se até considerar esta validação (Figura 6.13) como um caso especial da validação tipo VP2.

<b>Decisor:</b> Câmara 1				
<b>Alternativa:</b> Outorga				
<b>Grau de validação:</b> Validação parcial 5				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0	0	1	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,3	0,7		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0,3	0,7	0	0	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,7	0,3		
<b>Accitabilidade</b>				
Inacitável	Baixo	Médio	Alto	
0	0,3	0,7	0	
<b>Avaliação Global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0	0,7	0,7	0
<b>Entrevista</b>	0	0,5	0,5	0

Figura 6.13 Exemplo de validação parcial 5 (VP5) (decisor Câmara 1, alternativa outorga).

No caso da Figura 6.14 o modelo atribuiu pertinência maior que 0 a todas as categorias devido à distribuição da avaliação dos critérios adotada pelo decisor ABRH 1. Contudo, na *avaliação global* o referido decisor optou por ponderar e enquadrar sua avaliação em apenas uma categoria.

<b>Decisor:</b> ABRH 1				
<b>Alternativa:</b> Vaso de descarga reduzida				
<b>Grau de Validação:</b> Validação parcial 3				
<b>Viabilidade econômica</b>				
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
0	0	0,4	0,6	
<b>Viabilidade técnica/operacional</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0	1		
<b>Redução de consumo</b>				
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	
0	0	0	1	
<b>Viabilidade legal/política</b>				
Inviável	Pouco viável	Viável		
0	0,3	0,7		
<b>Accitabilidade</b>				
Inacitável	Baixo	Médio	Alto	
0,2	0,5	0,3	0	
<b>Avaliação global</b>				
	Indesejável	Pouco desejável	Desejável	Extremamente desejável
<b>Simulação</b>	0,2	0,4	0,5	0,5
<b>Entrevista</b>	0	0	0	1

Figura 6.14 Exemplo de validação parcial 3 (VP3) (decisor ABRH 1, alternativa vaso de descarga reduzida).

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A avaliação multicriterial e multidecisória aplicada a um problema de gerenciamento de recursos hídricos, como realizado nesta dissertação, permitiu atender aos requisitos de sustentabilidade, levando em consideração objetivos técnico, sócio-econômico, ambiental e político, e aos pressupostos da gestão participativa e descentralizada preconizada pela legislação brasileira de recursos hídricos. Os critérios adotados na avaliação, estritamente qualitativos, permitiram considerar a subjetividade inerente ao processo, introduzindo aspectos qualitativos do processo decisório.

A metodologia proposta através de entrevistas e a avaliação das alternativas sob critérios e *avaliação global*, ambos expressos através de categorias, mostrou-se capaz de captar o perfil de comportamento dos decisores em relação às alternativas propostas. O uso de categorias lingüísticas inspiradas na Lógica Difusa proporcionou levar em conta a subjetividade do julgamento humano, identificando o grau de satisfação da alternativa em cada categoria.

A *avaliação global* forneceu uma visão geral do comportamento do decisor quanto ao grau de desejo de implementação de uma certa alternativa, isto é, representa o quanto o decisor deseja que a alternativa seja implementada. A avaliação pelos critérios permitiu identificar os aspectos menos e mais favoráveis da alternativa do ponto de vista

do decisor. Uma vez identificados os aspectos desfavoráveis de cada alternativa, o gestor pode corrigi-los ou amenizá-los tornando a alternativa mais atraente para implementação.

Uma vez concluída a etapa das entrevistas, seguiu-se a análise individual, intra e inter-grupos. A análise individual identificou aspectos interessantes na avaliação dos decisores como:

- Formulação de “regras” de avaliação para expressar a *avaliação global* dentre as categorias disponíveis;
- Repetição da mesma regra de avaliação para várias alternativas pelo mesmo decisor;
- *Avaliações globais* incoerentes;
- Ponderação de categorias para expressar a avaliação;
- A grande maioria dos decisores se baseou na avaliação pelos critérios para expressar sua *avaliação global*;
- A avaliação pelos critérios e a *avaliação global* da alternativa *medição individualizada e legislação que induza o uso racional da água (medição individualizada)* em muitos casos foram iguais.

A análise intragrupo permitiu identificar as convergências e divergências de interesses dos decisores de cada grupo. Nesta etapa da análise elaborou-se um ordenamento das 13 alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água propostas para a cidade de Campina Grande. Isto foi feito de acordo com o consenso das preferências dos decisores de cada grupo, indicando-se das alternativas mais desejáveis àquelas menos desejáveis.

O grupo I (Poder Público) formado por representantes do governo federal, estadual e municipal, apresentou consenso na maioria das avaliações das alternativas, expressando suas *avaliações globais* em grande parte entre *desejável* e *extremamente desejável*. Pelo consenso, a alternativa considerada mais desejável foi o *controle de vazamentos - rede de abastecimento* e a menos desejável foi a *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento*. As quatro alternativas escolhidas como mais desejáveis por este grupo são de responsabilidade do poder público, o que reflete consciência deste grupo

frente ao problema e a disposição de propor as alternativas de sua responsabilidade para resolvê-lo.

Apesar das alternativas serem de gerenciamento da demanda de água, o critério *redução de consumo* não foi de maior influência para o grupo I, e sim, o critério *aceitabilidade*, refletindo a grande preocupação deste grupo para com a população. Dentro do grupo I considerou-se um subgrupo formado pelos representantes do governo municipal, o qual caracterizou-se pelo consenso com baixo índice de divergências entre as avaliações.

O grupo II (Usuários de água), formado por representantes dos grandes usuários, é o grupo com menor número de representantes (dois). Para este grupo foi atingido consenso em alguns casos. Entretanto, identificaram-se conflitos neste grupo, pois foram observados interesses divergentes em virtude de que algumas alternativas penalizam mais um integrante do grupo do que outro. Caso, por exemplo, da alternativa *outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento*, que a concessionária considerou a alternativa *extremamente desejável* e o representante das indústrias considerou *indesejável*, visto que a indústria seria mais penalizada com a implementação desta alternativa. De acordo com o consenso, para este grupo considerou-se a alternativa mais desejável o *programa de educação ambiental escolar* e a menos desejável a *tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente*.

O grupo III (Sociedade Civil) é o maior grupo, formado por representantes da sociedade civil organizada. Mostrou-se o grupo mais complexo e de maior influência na avaliação final das alternativas a partir do consenso de todos os grupos, em virtude do seu maior número de representantes. De acordo com o consenso entre os decisores deste grupo, tem-se como a alternativa mais desejável o *programa de educação ambiental escolar* e a menos desejável o *reuso residencial*. Considerou-se neste grupo, quatro sub-grupos: câmara municipal, entidades técnico-científicas, instituições de ensino superior e indústria da construção civil. Após a análise de todos os sub-grupos, o sub-grupo indústria da construção civil apresentou-se como o mais conflitante. O menos conflitante é representado pela instituição de ensino superior. Em nenhuma das avaliações do grupo III observou-se o chamado consenso absoluto. Tal fato se deve ao grande número de representantes do grupo e ao alto nível de conflito de interesses.

Por possuir cerca de 71% dos representantes do grupo decisor, o grupo III é o mais “forte” e de maior influência na avaliação final do grupo decisor. Contudo, esta influência torna-se “fragilizada” quando não há um consenso absoluto entre seus integrantes.

A análise inter-grupos proporcionou comparar os interesses e o perfil de comportamento de cada grupo, possibilitando identificar as divergências entre estes. Nesta análise, também elaborou-se o ordenamento das alternativas de acordo com o consenso das avaliações de todos os decisores, que consideraram as seguintes alternativas como as mais desejáveis: *programa de educação ambiental escolar, controle de vazamento – rede de abastecimento e reuso industrial*. As alternativas menos desejáveis são: *tarifa que estimule o uso racional, outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento, reuso residencial*.

O modelo multicritério via Lógica Difusa desenvolvido neste trabalho mostrou-se bem representativo, pois simulou a opinião completa do decisor em 45% dos casos. Conforme os graus de validação adotados, o modelo foi validado em 71% dos casos. O sistema difuso de regras mostrou-se robusto na representação das regras de avaliação criadas pelos decisores para avaliar as alternativas. Assim, o modelo consiste em uma ferramenta capaz de simular a opinião do decisor frente a alternativas de gerenciamento da demanda de água, ou seja, é capaz de imitar a maneira pela qual os decisores usualmente formulam as regras de decisão ou análise do problema; de forma tal que representa e combina avaliações do grau de satisfação de alternativas a critérios e das inter-relações entre estas no gerenciamento de demanda.

O maior limite do modelo consiste na não representação em todos os casos da pertinência de todas as categorias, e principalmente, no caso de não simular a pertinência da categoria de maior pertinência. Esta categoria é de suma importância pois indica a essência da avaliação do decisor. O referido limite deve ser investigado em trabalhos posteriores para que o modelo consiga melhor simular a opinião do decisor.

Uma outra recomendação é calibrar um modelo para cada grupo decisório (poder público, usuários, sociedade civil), pois as divergências intragrupo são menores, o que permite uma maior representatividade do modelo. Uma vez montados os modelos para cada grupo deve-se compará-los para verificar se as divergências justificam a necessidade de modelo para cada grupo decisor.



O grande consenso entre todos os participantes considerados nesta pesquisa é que a implementação de alternativas de gerenciamento da demanda é extremamente desejável para a cidade de Campina Grande. Isto sugere a continuidade e aprofundamento desta pesquisa, com uma atenção especial ao perfil de consumo da cidade. A definição de tal perfil permitirá melhor identificar a aplicação de medidas de uso racional da água. Recomenda-se que a continuidade desta pesquisa possa incluir outras alternativas de gerenciamento da demanda de água aplicadas na cidade de Campina Grande.

Recomenda-se a aplicação do modelo multicriterial via Lógica Difusa na análise de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água semelhantes às estudadas por esta pesquisa, investigando-se se o modelo responde bem a mudanças de categorias na avaliação dos critérios. Apesar de não testado nesta pesquisa, espera-se que outros problemas em gerenciamento de recursos hídricos possam ser adequadamente modelados pela abordagem multicriterial e multidecisória via Lógica Difusa. Recomenda-se que sejam realizados estudos neste sentido.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHTTIENRIBBE, G. E. 1993 Household water consumption in Netherlands *Journal of Water Supply Research and Technology – Aqua*, v.42, n.6, p. 347-350.
- AL-KLOUB, B., ABU-TALEB, M. F. 1998 Application of multicriteria decision aid to rank the Jordan-Yarmouk basin co-riparian according to Helsinki and its rules. *Water International*, v.23, n.17, p. 164-173.
- ALMEIDA, T. M. 2001 *Avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água*. Relatório Parcial de Projeto de Iniciação Científica (PIBIC). Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba.
- APPAN, A. 1999 Trends in water demands and role of rainwater catchment systems in the next millennium. In: *9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva*. Anais: ... (Cd-rom) Petrolina/PE: ABCMAC.
- BANCO MUNDIAL 1998 *Gerenciamento de recursos hídricos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.
- BÁRDOSSY, A., DUCKSTEIN, L. 1995 *Fuzzy rule-based modelling with applications to geophysical, biological and engineering systems*. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- BARRETO, D., ROCHA, A. L., NOGUEIRA, S. M. 1999 Caracterização do consumo de água de aparelhos sanitários economizadores de água. In: *20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Anais: ... (Cd-rom). Rio de Janeiro: ABES.
- BENAYON, R., MONTGOLFIER, J. TERGNY, J., LARITCHEV, O. 1971 Linear programming with multiple objective functions: Step Method. *Mathematical Programming*, v.1, n.3.

- BENDER, M. J., SIMONOVIC, S. P. 1997 Consensus as the measure of sustainability. *Hydrological Sciences*, v.42, n.4, p. 493-500.
- BENDER, M. J., SIMONOVIC, S. P. 2000 A fuzzy compromise approach to water resource systems planning under uncertainty. *Fuzzy Sets and Systems*, v.115, n.1, p. 35-44.
- BILLINGS, R. B., JONES, C. V. 1996 *Forecasting urban water demand*. Denver: American Water Works Association
- BRANS, J. P., VINCKE, P. A. 1985 A preference ranking organization method. *Management Science*, v.31, n.6.
- BRASIL 1997 *Agenda 21*. Brasília: Senado Federal.
- BRASIL 2000 *Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água*. Secretaria de Política Urbana. Disponível on-line em: <http://www.pncda.gov.br> (25 Jan 2000).
- BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF ENVIROMENT, LANDS & PARKS 1999 *Water Conservation Strategy*. Disponível on-line em: [www.elp.gov.bc.ca/wat/wrs/strategy](http://www.elp.gov.bc.ca/wat/wrs/strategy) (9 Mar 2001).
- BROOKS, D. B., RACHED, E., SAADE, M. (Ed.) 1997 *Management of water demand in Africa and the Middle East*. International Development Research Centre. Disponível on-line em <http://www.idrc.ca/books/focus/844.html> (4 Ago 2000).
- CAGEPA 2001 Estrutura tarifária de abastecimento de água da CAGEPA. João Pessoa: Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba.
- CHAHIN, R. R., FIGUEIRA NETTO, C. A. M., MESSUTI, E., RIBEIRO, L. A. 1999 Sistema de reaproveitamento de água para edificações. In: *20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Anais: ... (Cd-rom). Rio de Janeiro. ABES.
- CHANKONG, V., HAIMES, Y. 1983 *Multiobjective decision making: Theory and methodology*. New York – North-Holland: Academic Press Inc.
- CITY OF SEATTLE 2001 *1% Water conservation*. Disponível on-line em: <http://www.ci.seattle.wa.us/util/onepercent> (20 Fev 2001).
- COELHO, A. C., MAYNARD, J. C. B. 1999 *Medição individualizada de água em apartamentos*. Recife: Ed. Dos Autores.
- COHON, J. L., MARKS. D. H. 1975 A review and evaluation of multiobjective programming techniques. *Water Resources Research*, v.11, n.2, p. 208 -220.
- COMPESA 2001 Companhia Pernambucana de Saneamento. Disponível on-line: [www.compesa.com.br](http://www.compesa.com.br) (14 Fev 2001)
- CONEJO, J. G. L. 1993 A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos. *Revista de Administração Pública*, v. 27, abril/junho, p. 28-62.

- CORDEIRO NETTO, O., PARENT, E. DUCKESTEIN, L. 1996 Multicriterion Design of long term water supply in southern France. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v.122, n.6, p. 403-413.
- COSTA, C. F. L., BRAGA, A. C. M. F., GALVÃO, C. O. 2000 Avaliação de alternativas para gerenciamento de demanda urbana de água via análise multiobjetivo e lógica difusa. In: *XIX Congresso Latino-americano de Hidráulica*. Córdoba. Anais: ... v. 1, p. 671-625.
- COX, E. 1994 *The fuzzy systems handbook*. Boston: AP Professional.
- DAMÁZIO, J. M., MALTA, V. F., MAGALHÃES, P. C. 2000 Uso do modelo gráfico para resolução de conflitos em problemas de recursos hídricos no Brasil. *RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.5, n.4, p. 93-105.
- DECA 2000 Deca - Uso racional da água. Disponível on-line: [www.deca.com.br](http://www.deca.com.br) (11 Dez 2000).
- DRIANKOV, D., HELLENDORRN, H., REINFRANK, M. 1993 *An introduction to fuzzy control*. Berlin: Springer-Verlag.
- DUCKSTEIN, L., OPRICOVIC, S. 1980 Multiobjective optimization in water quality and land management. *Water Resources Research*, v.16, n.1, p. 14-20.
- FALKENMARK, M., WIDSTRAND, C. 1992 *Population and water resources: A delicate balance*. Population Bulletin. Population Reference Bureau. [citado por Lanna 1999]
- FANG, L., HIPEL, K. W., KILGOUR, M. D. 1993 *Interactive decision making, the graph model for conflict resolution*. New York: John Wiley e Sons, Inc.
- FONTANE, D. G., GATES, T. K., MONCADA, E. 1997 Planning reservoir operations with imprecise objectives *Journal of Water Resources Planning and Management* v.123, n.3, p. 154-162.
- FRAGA, A. S., SAMUEL, P. R. S. 1996 Experiência do DMAE no combate as perdas através de implantação de distrito pitométrico. In: *Exposição de Experiências Municipais na Área de Saneamento Belo Horizonte*. Anais: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMEAE) Belo Horizonte.
- FRASER, N. M., HIPEL, K. W. 1984 *Conflict analysis: Models and resolutions*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc.
- GALVÃO, C.O. 1999. Introdução à teoria dos conjuntos difusos. In: GALVÃO, C.O., VALENÇA, M.J.S. (Org.) *Sistemas inteligentes; aplicações a recursos hídricos e ciências ambientais*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos e Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 167-191.
- GALVÃO, C.O., VALENÇA, M.J.S. (Org.) 1999 *Sistemas inteligentes; aplicações a recursos hídricos e ciências ambientais*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos e Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- GALVÃO, C. O., RÊGO, J. C., RIBEIRO, M. M. R., ALBUQUERQUE, J. P. T. 2001 Sustainability characterization and modeling of water supply management practices. *Regional Management of Water Resources* (Proceedings of a symposium held during the Sixth IAHS Scientific Assembly at Maastricht, The Netherlands, July 2001). IAHS Publ. n. 268, p. 81-88.
- GOICOECHEA, A., DUCKSTEIN, L. FOGEL, M. M. 1979 Multiple objectives under uncertainty: An illustrative application of Protrade. *Water Resources Research*, v.15, n.2, p. 241-260.
- GONÇALVES, O. M., IOSHIMOTO, E., OLIVEIRA, L. H. 1999 *Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais*. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA – Documento Técnico de Apoio FI. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano.
- GRIGG, N. S. 1996 *Water resources management: principles, regulations and cases*. New York: McGraw-Hill.
- GUY, S., MARVIN, S. 1996 Managing water stress: the logic of demand side infrastructure planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, v.39, n.1, p.123-128.
- HAÍMES, Y. Y.; HALL, W.A. 1974 Multiobjective in water resources system analysis: The surrogate worth trade off method. *Water Resources Research*, v.10, n.4.
- HAZIN, L. S. 1997 Toward more efficient urban water management in Mexico. *Water International*, v.22, n.3, p. 153-158.
- HISSL, H. DUCKESTEIN, L. PLATE, E. J. 1985 Multiobjective Q-analysis with concordance and discordance concepts. *Applied Mathematics and Computation*, v. 17.
- HIPEL, K. W. 1992 Multiple objective decision making in water resources. *Water Resources Bulletin*, v.28, n.1, p. 3-12.
- HOBBS, B. F., CHANKONG, V., HAMADEH, W., STAKHIV, E. Z. 1992 Does choice of multicriteria method matter? An experiment in water resources planning. *Water Resources Research* v.28, n.7, p. 1767-1779.
- HOLLANDA, M. 2000 Pelo Ralo. *Meturgia & Materiais*. n. Junho/2000 p. 366-380.
- HOWARD, N. 1971 *Paradoxes of rationality*. Cambridge: MIT Press.
- IBGE 2000 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível on-line em: <http://www.ibge.gov.br> (02 Mar 2001)
- JARDIM, S. B. 1999 *Aplicabilidade de algumas técnicas de análise multiobjetivo ao processo decisório no âmbito de comitês de gerenciamento de bacias hidrográficas*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: IPH/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- KEENEY, R., RAIFFA, H. 1976 *Decisions with multiple objectives: Preferences and value trade-offs*. New York.: John Wiley.
- KLEMES, V. 1986 Operational testing of hydrological simulation models. *Hydrol.*, v.17, p. 347-362.
- KUNCHEVA, L. 1994 Pattern recognition with a model of fuzzy neuron using degree of consensus. *Fuzzy Sets and Systems*, v.66, p. 241-260.
- LANNA, A. E. 1993 Gerenciamento de bacia hidrográfica: conceitos, princípios e aplicações no Brasil. Porto Alegre: IPH/Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Recursos Hídricos n 29).
- \_\_\_\_\_. 1999 Hidroeconomia In: Rebouças, A., Braga, B., Tundisi, J. *Águas doces no Brasil*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados do Brasil.
- \_\_\_\_\_. 1995 *Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- LANNA, A. E., PEREIRA, J. S. 1996 Panorama da cobrança pelo uso da água no Brasil. *Workshop sobre Cobrança pelo Uso da Água*. Belo Horizonte.
- LANNA, A. E., RIBEIRO, M. M. R. 1996 Cobrança pelo uso da água para irrigação na bacia do rio Curu, CE. In: *III Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*. Anais: ... p. 441-447. Salvador: ABRH.
- LARICHEV, O. I. 2001 Ranking multicriteria alternatives: The method ZAPROS III. *European Journal of Operational Research*, v.131, p. 550-558.
- LARSEN, T. A., GUJER W. 1997 The concept of sustainable urban water management. *Water Sciences Technology*, v.35, n.9, p.3-10.
- LEAL, U. 2000 Ataque em duas frentes. Especial água e tecnologia. *Revista Tecnológica da Construção – Téchine*, n. 48, ano 9, set/out 2000. Ed. Pini.
- LEVINE, D. K. 2000 *Economic and game theory, what is it?* Disponível on-line em: <http://levine.sscnet.ucla.edu/general.htm>. (6 Jun 2000).
- LOUCKS, D. P. 1997 Quantifying trends in system sustainability. *Hydrological Sciences Journal*, v.42, n.4, p. 513-530.
- MADDAUS, W. 1987 *Water conservation*. Denver: AWWA. [citado por Tomaz 2000]
- MADEIRA, M. M. 1999 *Opiniões e divergências entre os segmentos sociais do comitê de gerenciamento de bacia hidrográfica do rio Santa Maria (RS)*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: IPH/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MADEIRA, M. M., LANNA, A. E. L. 2000 A autoavaliação de um comitê de gerenciamento de bacia hidrográfica: O caso do rio Santa Maria (RS). *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos* v.5, n.4, p. 25-39.

- MALCZEWSKI, J. 1999 *Gis and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Sons, Inc., USA.
- MARCHI, B., FUNTOWICZ, S. O., CASCIO, S., MUNDA, G. 2000 Combining participative and institutional approaches with multicriteria evaluation: An empirical study for water issues in Troina, Sicily. *Ecological Economics*, n.34, p. 267-282.
- McCAIN, R. A. 1999 Strategy and conflict: An introductory sketch of game theory Disponível on-line: <http://www.lebow.drexel.edu/economics/mccain/game/game> (2 Jun 2000).
- MITALI DE, HIPEL, K. W. 1987 A fuzzy multicriteria model for comparing energy projects. *Energy*, v.12, n.7, p. 599-613.
- MORAES, R. C. 1995 Noções de teoria dos jogos In: *Introdução à Economia*. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MOROSINE, M. F. M. 2000 *Instrumentos e práticas de educação ambiental*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1995 *Mexico City's water supply*: Improving the outlook for sustainability. Washington, D. C: Academia Nacional de la Investigación científica, A. C. Academia Nacional de Ingeniería, A. C. National Academy Press.
- NIIDA, O. I., KELM, M. A. C. 1999 Controle e redução de perdas - estudo de caso setor Santo Amaro - R.M.S.P. – SABESP. In: *20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Anais: ... (Cd-rom). Rio de Janeiro: ABES.
- OKADA, N., HIPEL, K. W., OKA, Y. 1985 Hypergame analysis of the lake Biwa conflict. *Water Resources Research*, v.21, n.7, p. 917-926.
- PAULA SOBRINHO, A., LEITE, J. E. F., PEREZ, M. F., MINDRISZ, M. M. 1999 Reuso de água para o abastecimento público industrial no município de Santo André (SP): “A viabilidade econômica e as dificuldades institucionais para implantação na região metropolitana de São Paulo”. In: *20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Anais: ... (Cd-rom) Rio de Janeiro: ABES.
- PDRH -PB 1997 *Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba*. Estudos de Abastecimento Urbano de Água e de Esgotamento Sanitário. Tomo 2, v. 4. Governo do Estado da Paraíba.
- PEDROSA, V. A. 1999 Instrumentos econômicos no gerenciamento da demanda de água para sistemas urbanos domiciliares. In: *XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 1999. Anais: ... (Cd-rom). Belo Horizonte: ABRH.
- PEDROSA, H. C. 2000 *Capacitação de recursos humanos para construção de cisternas de placas no meio rural*. Campina Grande: Programa de Estudos e Ações para o Semi-Árido. Universidade Federal da Paraíba.
- PEREIRA, C. G. 1995 *Análise de crédito bancário: Um sistema especialista com técnicas difusas para os limites da agência*. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.

- PERKINS, J. C. 1999 Water demand management – our key to survival. Meeting report. *Ground Association of Kwazulu Nata*. Disponível on-line em : <http://www.gakzn.co.za/meetings/meetreports/meetwaterdemand.htm>. (09 Mar 2001).
- PETROVIC, R., PETROVIC, D. 2001 Multicriteria ranking of inventory replenishment policies in the presence of uncertainty in costumer demand. *International Journal of Production Economics*, v.71, p. 439-446.
- POSTEL, S. 1992 *The last oasis*; facing water scarcity. London: Earthscan. (Worldwatch Environmental Alert Series).
- PHILIP, J. 1972 Algorithms for the vector maximization problem. *Mathematical Programming*, v.2.
- QASIM, S. R. 1994 *Wastewater treatment plants*. Lancaster: Technomic Publishing. [citado em Tomaz 2000]
- REGIONAL MUNICIPALITY OF WATERLOO 2000 *Regional water services*. Disponível on-line em: <http://www.region.waterloo.on.ca/water> (04 Mar 2000).
- RÊGO, J. C., RIBEIRO, M. M. R., ALBUQUERQUE, J. P. T. 2000 Uma análise da crise de 1998-2000 no abastecimento d'água de Campina Grande – PB. In: *V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*. Anais: ... (Cd-rom). Natal: ABRIL.
- 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 de Campina Grande-PB, Brasil. In: *IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento das Águas*. Foz do Iguaçu. [Aceito para publicação]
- RIBEIRO, M. M. R. 1992 Análise de conflitos em recursos hídricos baseada na teoria dos jogos. In: *I Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*. Anais ... v.2, p. 57-65. Recife: ABRH.
- RIBEIRO, M. M. R., LANNA, A. E., 1997 Bases para cobrança de água bruta: Discussão de algumas experiências. In: *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1997*. Anais: ... v.1, p. 1-8. Vitória: ABRH.
- RIBEIRO, M. M. R., LANNA, A. E., PEREIRA, J. S. 1999 Elasticidade-preço da demanda e a cobrança pelo uso da água. In: *XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999*. Anais: ... (Cd-rom). Belo Horizonte: ABRH.
- ROY, B. 1971 Problems and methods with multiple objective function. *Mathematical Programming*, n.1.
- SAATY, T.L. 1977 A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, v.15.
- SAATY, T.L. 1980 *The Analytic Hierarchy Process*. New York. McGraw-Hill. p.283.
- SABESP 2001 Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível on-line em: [www.sabesp.com.br/uragua](http://www.sabesp.com.br/uragua) (23 Abr 2001)



- SALATI, E., LEMOS, H. M., SALATI, E. 1999 Água e o desenvolvimento sustentável. In: Rebouças, A., Braga, B., Tundisi, J. *Águas doces no Brasil*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados do Brasil.
- SHRESTHA, B. P., DUCKSTEIN, L., STAKHIV, E. Z. 1996 Fuzzy rule-based modelling of reservoir operation. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v.122, n.4, p. 262-269.
- SCHURINGA, M. W.- 2001 *Water demand management and the urban poor*. International Water and Sanitation Centre. Disponível on-line em: <http://www.irc.nl/themes/urban/demand.html> (09 Mar 2001)
- SILVA, R. T. 1996 Inserção dos programas de uso racional e conservação da água nas políticas regionais, urbanas e setoriais. In: *Encontro Técnico Sobre Uso e Conservação dos Recursos Hídricos*. Brasília.
- SILVA, R. T., CONEJO, J. G. L., GONÇALVES, O. M. 1999 *Apresentação do programa*. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA – Documento Técnico de Apoio nº A1. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano.
- SIMONOVIC, S. P., BENDER, M. J. 1996 Collaborative planning-support system: an approach for determining evaluation criteria. *Journal of Hydrology*, v.177, n.3-4, p. 237-251.
- SIMONOVIC, S. P. 1997 Sustainable development of water resources: introduction. *Hydrological Sciences Journal*, v.42, n.4, p. 449-450.
- STILES, G. 1997 Developing a research network for water demand management in Africa and the Middle East. In: BROOKS, D. B., RACHED, E., SAADE, M. (Ed.) 1997 *Management of water demand in Africa and the Middle East: Current practices and future needs*. International Development Research Centre. Disponível on-line em: <http://www.idrc.ca/books/focus/844.html> (04 Ago 2000).
- TATE, D. 2001 An overview of water demand management and conservation. *Vision 21: Water for People*. Disponível on-line: <http://www.wsscc.org/vision21/docs/doc25> (09 Mar 2001)
- TKACH, R. J., SIMONOVIC, S. P. 1997 A new approach to multi-criteria decision making in water resources. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, v.1, n.1, p. 25-43.
- TOMAZ, P. 2000 *Previsão de consumo de água*: Interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. São Paulo: Ed. Navegar.
- U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 1998 *Water conservation plan guidelines*. Disponível on-line em: <http://www.epa.gov/own> (12 Dez 2000)
- VINCKE, P. 1989 *Multicriteria decision aid*. Chichester: John Wiley & Sons.
- WANG, J. R. 2001 Ranking engineering design concepts using a fuzzy outranking preference model. *Fuzzy Sets and Systems*, n.199, p. 161-170.

- WINPENNY, J. 1994. *Managing water as an economic resource*. London: Routledge.
- WEN, C.-G., LEE, C.-S. 1998 A neural network approach to multiobjective optimization for water quality management in a river basin. *Water Resources Research* v.34, n.3, p. 427-436.
- YEH, C.H., LABADIE, J. W. 1997 Multiobjective watershed-level planning of storm water detention systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 123, n. 6, p. 336-343.
- YIN, Y. Y., HUANG, G. H., HIPEL, K. W. 1999 Fuzzy relation analysis for multicriteria water resources management. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v.125, n. 1, p. 41-47.
- YU, P. A. 1973 Case of decision problems for group decision problems. *Management Science*, n.19.
- ZADEH, L.A. 1963 Optimality and no scalar valued performance criteria. *IEEE Transactions and Automatic Control*, v.59, n.8.
- \_\_\_\_\_. 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control*, v.8, p. 338-353.
- \_\_\_\_\_. 1973. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, v. SMC-3, n.1, p.28-44.
- ZIMMERMANN, H. J. 1996. *Fuzzy set theory and its applications*. 3rd ed., Boston: Kluwer Academic Publishers.

## **9. ANEXOS**

Tabela A.1 Matriz de avaliação do critério *viabilidade econômica* do grupo I (Poder Público).

Decisores	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
DNOCS	M 10	MA 10	B/M 6/4	A 10	A 10	MA 10	A/MA 8/2	MA 10	MA 10	MA 10	MA 10	A/MA 5/5	MA 10
SEMARH	B/M 6/4	B/M 6/4	B/M 8/2	M 10	M/A 7/3	M/A 5/5	M/A 7/3	M/A 5/5	A 10	A/MA 7/3	A 10	M/A 7/3	A 10
Secretaria de Educação	B 10	B 10	M 10	M 10	M 10	A 10	A 10	A 10	B 10	M 10	B 10	B 10	A 10
Secretaria de Planej. e Gestão	A 10	M 10	B 10	A 10	MA 10	MA 10	A 10	A 10	A 10	MA 10	MA 10	MA 10	MA 10
Secretaria de Meio Ambiente	M 10	MA 10	B/M 2/8	MA 10	M/A 5/5	MA 10	MA 10	MA 10	B 10	MA 10	B/M 5/5	B 10	MA 10
Secretaria de Infra-estrutura	B 10	M/A 6/4	B 10	M/A 2/8	MA 10	MA 10	A/MA 8/2	MA 10	B 10	MA 10	A/MA 8/2	MA 10	A 10

Observação: Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Os números representam a ponderação.

Tabela A.2 Matriz de avaliação do critério *viabilidade técnica/operacional* do grupo I (Poder Público).

	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
<b>Decisores</b>													
DNOCS	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10
SEMARH	V 10	I/PV 2/8	PV 10	PV/V 6/4	PV/V 3/7	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10
Secretaria de Educação	V 10	PV 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10
Secretaria de Planej. e Gestão	V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10
Secretaria de Meio Ambiente	V 10	V 10	I/PV 4/6	V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	I 10	V 10	PV/V 5/5	I 10	V 10
Secretaria de Infra-estrutura	I 10	PV/V 5/5	PV/V 8/2	V 10	V 10	V 10	PV/V 4/6	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10

Observação: Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)  
Os números representam a ponderação.

Tabela A.3 Matriz de avaliação do critério *redução de consumo* do grupo I (Poder Público).

Decisores	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
DNOCS	B 10	B/M 4/6	MB/B 5/5	MB/B 9/1	A 10	M 10	M 10	M/A 7/3	M/A 2/8	MB 10	M/A 7/3	M/A 5/5	M/A 4/6
SEMARH	MB/B 3/7	MB/B 6/4	B/M 3/7	B/M 6/4	M/A 7/3	MB/B 4/6	B/M 4/6	B/M 4/6	M/A 3/7	M/A 8/2	M/A 7/3	M/A 8/2	B/M 9/1
Secretaria de Educação	A 10	M 10	M 10	M 10	A 10	A 10	M 10	A 10	M 10	M 10	B 10	B 10	M 10
Secretaria de Planej. e Gestão	A 10	M 10	B 10	M 10	A 10	A 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	A 10	A 10
Secretaria de Meio Ambiente	A 10	M 10	M/A 8/2	A 10	A 10	B/M 5/5	A 10	A 10	MB 10	M/A 5/5	B/M 5/5	MB 10	A 10
Secretaria de Infra-estrutura	A 10	B/M 8/2	B/M 2/8	M/A 2/8	A 10	A 10	M/A 8/2	A 10	B 10	M 10	MB/B 8/2	B 10	M 10

Observação: Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Os números representam a ponderação.

Tabela A.4 Matriz de avaliação do critério *viabilidade legal/política* do grupo I (Poder Público).

Decisores	Alternativas												
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
DNOCS	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10
SEMARH	PV/V 4/6	PV 10	PV 10	PV/V 4/6	V 10	PV/V 6/4	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10
Secretaria de Educação	V 10	V 10	I 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10	PV 10	I 10	V 10
Secretaria de Planej. e Gestão	V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10
Secretaria de Meio Ambiente	V 10	V 10	PV/V 2/8	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	I 10	V 10	PV 10	I 10	V 10
Secretaria de Infra-estrutura	I 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	I 10	V 10	V 10	I 10	V 10

Observação: Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)

Os números representam a ponderação.

Tabela A.5 Matriz de avaliação do critério *aceitabilidade* do grupo I (Poder Público).

Decisores	Alternativas													
	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
DNOCS	A 10	I/B 6/4	M/A 1/9	M/A 2/8	B/M 5/5	A 10	A 10	A 10	I/B 9/1	B 10	B/M 5/5	I/B 5/5	A 10	
SEMARH	B/M 3/7	B 10	B 10	B/M 2/8	M/A 2/8	B/M/A 3,3/3,3/3,3	M/A 7,5/2,5	M/A 7,5/2,5	M/A 6/4	M/A 8/2	M/A 7/3	M/A 7/3	B/M 7/3	
Secretaria de Educação	A 10	M 10	B 10	M 10	A 10	A 10	A 10	A 10	B 10	M 10	M 10	I 10	A 10	
Secretaria de Planej. e Gestão	M 10	M 10	B 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	M 10	A 10	
Secretaria de Meio Ambiente	B/M 2/8	M 10	B/M 2/8	A 10	A 10	M 10	A 10	A 10	I 10	A 10	A 10	I 10	A 10	
Secretaria de Infra-estrutura	I 10	B/M 8/2	B/M 8/2	M/A 2/8	A 10	A 10	M/A 8/2	A 10	I 10	A 10	I/B 8/2	I 10	A 10	

Observação: Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)

Os números representam a ponderação.



Tabela A.6 Matriz de avaliação do critério *viabilidade econômica* do grupo II (Usuários).

Alternativas		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
<b>Decisores</b>														
CAGEPA	MA 10	MA 10	B 10	M 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	MA 10
FIEP	M/A 4/6	M/A 4/6	B 10	A 10	A 10	B 10	M 10	B 10	M 10	MA 10	A 10	B 10	A 10	A 10

Observação: Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)  
Os números representam a ponderação.

Tabela A.7 Matriz de avaliação do critério *viabilidade técnica/operacional* do grupo II (Usuários).

Alternativas		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
<b>Decisores</b>														
CAGEPA	PV 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10
FIEP	PV/V 1/9	PV/V 5/5	PV 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10

Observação: Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)  
Os números representam a ponderação.

Tabela A.8 Matriz de avaliação do critério *redução de consumo* do grupo II (Usuários).

Alternativas													
Decisores	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
CAGEPA	A 10	M 10	A 10	A 10	A 10	A 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	A 10
FIEP	M/A 4/6	B/M/A 2/4/4	B 10	M 10	A 10	B 10	M 10	B 10	M 10	A 10	A 10	A 10	A 10

Observação: Muito Baixo (MB). Baixo (B). Médio (M) e Alto (A).  
Os números representam a ponderação.

Tabela A.9 Matriz de avaliação do critério *viabilidade legal política* do grupo II (Usuários).

Alternativas													
Decisores	Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
CAGEPA	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10
FIEP	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	PV 10	PV 10	V 10	V 10	PV 10	V 10

Observação: Inviável (I), Pouco Viável (PV) e Viável (V)  
Os números representam a ponderação.

Tabela A.10 Matriz de avaliação do critério *aceitabilidade* do grupo II (Usuários).

Alternativas		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar
<b>Decisores</b>														
CAGEPA	B 10	M 10	B 10	A 10	A 10	A 10	M 10	A 10	B 10	M 10	M 10	M 10	A 10	
FIEP	B/M/A 3/4/3	B/M/A 2/4/4	I 10	A 10	A 10	A 10	B 10	I 10	I 10	A 10	M 10	I 10	A 10	

Observação: Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)  
Os números representam a ponderação.

Tabela A.11 Matriz de avaliação do critério *viabilidade econômica* do grupo III (Sociedade Civil).

		Alternativas													
Decisores		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Câmara	1	B/M 5/5	B/M 3/7	B/M 7/3	A/MA 7/3	A/MA 7/3	A/MA 8/2	M/A 3/7	M/A 3/7	M/A 5/5	MA 10	M/A 4/6	B/M 4/6	A/MA 2/8	
	2	MA 10	MA 10	B 10	A 10	A 10	A 10	A 10	A 10	M 10	A 10	A 10	A 10	MA 10	
	3	M 10	B 10	M 10	M 10	M 10	M 10	A 10	A 10	M 10	M 10	A 10	M 10	M 10	
	4	M 10	A 10	A 10	M 10	A 10	M 10	A 10	A 10	A 10	M 10	M 10	A 10	M 10	
UCES		M 10	B 10	B 10	M 10	A 10	M 10	M 10	M 10	B 10	A 10	B 10	B 10	M 10	
ABRH	1	A/MA 4/6	A/MA 3/7	B/M/A 4/4/2	A 10	B/M 4/6	M/A 4/6	M/A 4/6	M 10	B/M 3/7	B/M 3/7	B/M 5/5	B/M 7/3	B/M 3/7	
	2	A 10	A 10	B 10	M 10	M 10	M 10	A 10	M 10	A 10	M 10	A 10	M 10	M 10	
ABES/PB	1	B 10	B 10	B 10	M/A 2/8	A/MA 1/9	A/MA 1/9	MA 10	MA 10	M/A 6/4	A/MA 1/9	MA 10	B/M 3/7	MA 10	
	2	M 10	B 10	B 10	A 10	M 10	A 10	A 10	A 10	B 10	M 10	M 10	B 10	A 10	
CREA/PB	1	A 10	A 10	M 10	A 10	MA 10	A 10	MA 10	MA 10	M 10	A 10	B 10	B 10	MA 10	
	2	B 10	M 10	M 10	M 10	A 10	M 10	A 10	M 10	B 10	M 10	M 10	B 10	MA 10	
PATAC		B/M 8/2	A 10	B/M 5/5	MA 10	MA 10	B/M 2/8	M 10	A 10	MA 10	M 10	M/A 2/8	MA 10	M/A 2/8	

Tabela A.11 Matriz de avaliação do critério *viabilidade econômica* do grupo III (Sociedade Civil) (Continuação).

		Alternativas													
		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
<b>Decisores</b>															
CDL		A 10	M 10	B 10	A 10	MA 10	M 10	MA 10	MA 10	B 10	MA 10	M 10	M 10	MA 10	
Curadoria		M/A 7/3	M/A 5/5	B 10	A 10	A/MA 2/8	B/M 8/2	M/A 4/6	M/A 4/6	M/A 5/5	A/MA 2/8	M/A 8/2	M/A 7/3	MA 10	
UFPB	1	B/M 7/3	B/M 7/3	M/A 4/6	MA 10	A 10	A/MA 3/7	MA 10	MA 10	A/MA 5/5	MA 10	MA 10	A 10	M/A 5/5	
	2	M/A 6/4	MA 10	B/M 6/4	M/A 5/5	MA 10	A/MA 7/3	A 10	MA 10	MA 10	MA 10	MA 10	B 10	MA 10	
	3	A 10	A/MA 6/4	B 10	B/M 3/7	A/MA 3/7	A 10	A 10	A/MA 3/7	A 10	A 10	A/MA 3/7	A 10	A/MA 4/6	
UFRN		A 10	B/M 5/5	B/M 5/5	M/A 5/5	M/A 5/5	B/M/A 3/5/2	B/M/A 2/5/3	M/A 5/5	M/A 5/5	M/A 5/5	B/M/A 3/5/2	B/M/A 2/5/3	A 10	
SG		MA 10	A 10	M 10	B 10	A 10	MA 10	A 10	MA 10	M 10	MA 10	MA 10	A 10	MA 10	
SINDUSCON		A 10	A 10	B/M 5/5	M 10	M 10	M 10	A 10	A 10	M 10	A 10	M 10	M 10	A 10	

Observação: Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA)

Os números representam a ponderação.

Tabela A.12 Matriz de avaliação do critério *viabilidade técnica/operacional* do grupo III (Sociedade Civil).

		Alternativas													
Decisores		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Câmara	1	V	PV/V	PV/V	PV/V	V	PV/V	PV/V	PV/V	V	PV/V	V	I/PV	V	
		10	2/8	5/5	3/7	10	2/8	3/7	3/7	10	3/7	10	4/6	10	
	2	V	PV	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	3	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	PV	V	V	V	V
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	4	V	V	V	V	V	V	V	V	V	PV	V	V	V	V
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
UCES	V	PV	PV	V	V	V	V	V	V	PV	V	PV	PV	V	
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
ABRH	1	V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	
		10	3/7	6/4	4/6	3/7	3/7	3/7	5/5	10	3/7	5/5	6/4	3/7	
	2	V	PV	PV	V	V	PV	V	PV	V	PV	V	PV	PV	
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
ABES/PB	1	I	I	I	PV/V	PV/V	PV/V	V	V	V	PV/V	V	I/PV	V	
		10	10	10	2/8	2/8	1/9	10	10	10	1/9	10	3/7	10	
	2	PV	V	I	V	V	V	V	V	I	V	V	I	V	
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
CREA/PB	1	V	V	PV	V	V	V	V	V	PV	V	I	I	V	
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	2	PV	V	V	V	V	V	V	V	I	V	V	PV	V	
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
PATAC	V	PV/V	PV/V	V	PV/V	PV	V	PV/V	PV/V	PV/V	V	V	PV/V		
	10	2/8	4/6	10	4/6	10	10	2/8	4/6	2/8	10	10	2/8		

Tabela A.12 Matriz de avaliação do critério *viabilidade técnica/operacional* do grupo III (Sociedade Civil) (Continuação).

		Alternativas													
		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
<b>Decisores</b>															
CDL		PV/V 8/2	V 10	I 10	V 10	V 10	PV 10	PV/V 2/8	PV 10	I 10	V 10	V 10	PV 10	V 10	
Curadoria		PV 10	V 10	PV/V 8/2	PV/V 2/8	V 10	PV/V 2/8	PV/V 2/8	PV/V 4/6	V 10	V 10	V 10	PV/V 7/3	V 10	
UFPB	1	PV/V 6/4	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	
	2	V 10	V 10	V 10	PV/V 5/5	PV/V 5/5	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV/V 4/6	
	3	PV 10	PV 10	PV 10	PV/V 2/8	PV/V 2/8	PV/V 3/7	PV/V 3/7	PV/V 2/8	PV 10	PV/V 3/7	PV/V 3/7	PV 10	PV/V 3/7	
UFRN		V 10	PV/V 5/5	PV/V 5/5	PV/V 3/7	I/PV/V 2/3/5	I/PV/V 2/5/3	V 10	I/PV/V 3/5/2	PV/V 5/5	V 10	I/PV/V 2/5/3	PV/V 3/7	V 10	
		V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	PV/V 5/5	V 10	
SG		V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	PV/V 5/5	V 10	
SINDUSCON		PV 10	V 10	PV 10	PV 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10	PV 10	PV 10	V 10	

Observação: Inviável (I), Pouco Viável (PV), e Viável (V)

Os números representam a ponderação.

Tabela A.13 Matriz de avaliação do critério *redução de consumo* do grupo III (Sociedade Civil).

		Alternativas													
Decisores		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Câmara	1	M/A 6/4	B/M 4/6	B/M 5/5	M/A 6/4	M/A 7/3	B/M 4/6	B/M 3/7	B/M 3/7	M/A 3/7	MB/B 3/7	B/M 4/6	M/A 3/7	B/M 4/6	
	2	M 10	B 10	B 10	A 10	A 10	M 10	A 10	M 10	M 10	A 10	M 10	M 10	M 10	
	3	M 10	M 10	M 10	A 10	A 10	B 10	M 10	M 10	M 10	M 10	A 10	M 10	M 10	
	4	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	B 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	
UCES		M 10	B 10	B 10	M 10	M 10	M 10	B 10	B 10	B 10	B 10	B 10	B 10	B 10	
ABRH	1	A 10	B/M 4/6	M/A 3/7	M/A 8/2	A 10	M/A 3/7	M/A 7/3	M/A 7/3	B/M 6/4	B/M 6/4	B/M 6/4	B/M 6/4	B/M 2/8	
	2	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	A 10	M 10	M 10	M 10	M 10	
ABES/PB	1	A 10	MB 10	MB 10	M/A 2/8	M/A 2/8	M/A 1/9	A 10	A 10	MB/B 3/7	A 10	A 10	MB/B 4/6	A 10	
	2	M 10	M 10	B 10	A 10	M 10	M 10	A 10	A 10	A 10	M 10	M 10	MB 10	M 10	
CREA/PB	1	A 10	A 10	M 10	A 10	A 10	M 10	A 10	A 10	B 10	A 10	MB 10	B 10	A 10	
	2	A 10	B 10	M 10	M 10	A 10	M 10	M 10	M 10	MB 10	M 10	M 10	A 10	A 10	
PATAC		A 10	M 10	A 10	A 10	A 10	M 10	M 10	M/A 2/8	A 10	B 10	M 10	A 10	M 10	



Tabela A.13 Matriz de avaliação do critério *redução de consumo* do grupo III (Sociedade Civil) (Continuação).

		Alternativas													
		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
<b>Decisores</b>															
CDL		A 10	B 10	M 10	A 10	A 10	B 10	A 10	A 10	B 10	B 10	M 10	B 10	M 10	
Curadoria		M 10	M 10	M/A 6/4	M 10	B/M 2/8	MB/B 4/6	M/A 2/8	M/A 4/6	M/A 6/4	MB/B 8/2	B/M 4/6	B/M 2/8	A 10	
UFPB	1	A 10	B 10	M 10	A 10	A 10	B/M 7/3	M/A 6/4	M/A 6/4	A 10	M 10	M 10	M 10	M 10	
		2	A 10	M/A 5/5	B 10	M/A 5/5	A 10	A 10	M/A 5/5	A 10	B/M 6/4	A 10	B/M 5/5	M/A 4/6	M/A 5/5
	3	B 10	M 10	B 10	M 10	B 10	B 10	B 10	B 10	B 10	B 10	B 10	B 10	M 10	B 10
		UFRN	M 10	B/M 5/5	M/A 5/5	M/A 3/7	B/M 5/5	B/M 3/7	B/M 5/5	B/M 5/5	B/M 5/5	B/M 5/5	B/M/A 3/5/2	B/M/A 2/5/3	B/M 5/5
	SG	M 10	B 10	MB 10	A 10	A 10	B 10	B 10	B 10	B 10	MB 10	MB 10	MB 10	B/M 5/5	A 10
	SINDUSCON	M 10	A 10	M 10	M 10	M/A 5/5	M 10	A 10	A 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	B 10

Observação: Muito baixo (MB), Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).  
Os números representam a ponderação.

Tabela A.14 Matriz de avaliação do critério *viabilidade legal política* do grupo III (Sociedade Civil)

		Alternativas													
Decisores		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Câmara	1	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	I/PV	V	
		3/7	3/7	3/7	3/7	10	3/7	3/7	2/8	5/5	7/3	3/7	4/6	10	
	2	V	PV	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	3	V	V	V	V	V	PV	V	V	V	PV	V	PV/V	PV	
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5/5	10	
	4	V	V	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
UCES	V	V	PV	PV	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
ABRH	1	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	V	V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	PV/V	V	
		3/7	3/7	5/5	3/7	10	10	2/8	5/5	6/4	3/7	5/5	5/5	10	
2	V	V	V	V	V	V	V	PV	V	PV	V	V	V		
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
ABES/PB	1	V	V	I	PV/V	V	V	V	V	V	I/PV/V	I/PV/V	I/PV	V	
		10	10	10	2/8	10	10	10	10	10	10	2/6/2	2/6/2	6/4	
2	V	I	I	V	V	V	V	V	V	I	V	V	I		
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
CREA/PB	1	V	V	PV	PV	V	V	V	V	PV	V	I	I	V	
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
2	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	PV		
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
PATAAC	V	V	V	V	V	PV/V	V	V	V	V	PV/V	V	PV/V		
	10	10	10	10	10	8/2	10	10	10	10	2/8	10	2/8		

Tabela A. 14 Matriz de avaliação do critério *viabilidade legal política* do grupo III (Sociedade Civil) (Continuação).

		Alternativas													
Decisores		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
CDL		PV/V 8/2	I 10	I 10	V 10	V 10	PV 10	PV/V 2/8	V 2/8	PV 10	I 10	PV 10	PV 10	V 10	
Curadoria		PV 10	I/PV/V 5/3/2	PV 10	V 10	V 10	PV/V 4/6	PV/V 2/8	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	
UFPB	1	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV/V 3/7	PV/V 3/7	PV/V 3/7	V 10	
	2	V 10	V 10	V 10	V 10	PV/V 5/5	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10	
	3	PV 10	PV 10	I 10	PV/V 3/7	PV/V 2/8	PV 10	PV 10	PV/V 2/8	PV/V 3/7	PV/V 3/7	PV/V 2/8	PV 10	PV/V 2/8	
UFRN		V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	PV/V 3/7	PV/V 5/5	V 10	PV/V 5/5	V 10	V 10	PV/V 3/7	V 10	
SG		V 10	V 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	V 10	V 10	I 10	V 10	I 10	I 10	PV 10	
SINDUSCON		V 10	V 10	PV 10	PV 10	PV 10	V 10	V 10	V 10	PV 10	V 10	PV 10	PV 10	V 10	

Observação: Inviável (I), Pouco Viável (PV), e Viável (V)

Os números representam a ponderação.

Tabela A.15 Matriz de avaliação do critério *aceitabilidade* do grupo III (Sociedade Civil).

		Alternativas													
Decisores		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
Câmara	1	A 10	B/M 6/4	B/M 7/3	M/A 4/6	M/A 7/3	B/M 3/7	M/A 2/8	M/A 2/8	B/M 6/4	B/M 3/7	M/A 3/7	I/B/M 3/5/2	A 10	
	2	M 10	B 10	B 10	A 10	A 10	M 10	M 10	M 10	B 10	M 10	M 10	M 10	A 10	
	3	M 10	M 10	M 10	M 10	A 10	B 10	M 10	M 10	B 10	M 10	B 10	B 10	A 10	
	4	A 10	A 10	B 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	M 10	A 10	
UCES		M 10	B 10	B 10	M 10	M 10	M 10	B 10	M 10	B 10	M 10	B 10	B 10	M 10	
ABRH	1	I/B/M 2/5/3	B/M 6/4	B/M 7/3	B/M 7/3	A 10	B/M 4/6	B/M 5/5	B/M 5/5	B/M 6/4	B/M 2/8	B/M 6/4	B/M 6/4	A 10	
	2	A 10	M 10	M 10	M 10	A 10	M 10	A 10	M 10	M 10	M 10	M 10	B 10	A 10	
ABES/PB	1	B/M 7/3	B/M 8/2	I 10	M/A 2/8	A 10	A 10	A 10	A 10	I/B 4/6	B/M 2/8	B/M 6/4	I/B 8/2	A 10	
	2	B 10	I 10	I 10	M 10	A 10	A 10	A 10	M 10	I 10	M 10	M 10	I 10	M 10	
CREA/PB	1	M 10	A 10	B 10	M 10	A 10	A 10	A 10	A 10	B 10	A 10	I 10	B 10	A 10	
	2	M 10	M 10	M 10	M 10	A 10	M 10	M 10	M 10	B 10	M 10	M 10	B 10	A 10	
PATAC		A 10	M/A 2/8	B/M 2/8	M/A 2/8	B/M 2/8	B/M 8/2	A 10	M 10	B/M 2/8	B 10	B 10	M 10	A 10	

Tabela A.15 Matriz de avaliação do critério *aceitabilidade* do grupo III (Sociedade Civil) (Continuação).

		Alternativas													
		Vasos de descarga reduzida	Captação de água de chuva	Reuso Res.	Reuso Ind.	Controle de vaz. rede de abastec.	Controle de vaz. edif.	Medição indiv.	Legislação	Tarifação	Outorga	Cobrança	Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento	Programa de educação ambiental escolar	
<b>Decisores</b>															
CDL		M 10	B/M 5/5	I 10	M 10	A 10	M 10	M/A 2/8	M/A 2/8	I 10	B 10	B 10	B 10	A 10	
Curadoria		I/B/M 4/3/3	B/M 2/8	B 10	B/M 7/3	A 10	B/M 9/1	B/M 6/4	B/M 6/4	I/B 2/8	M/A 5/5	I/B 5/5	I/B 1/9	A 10	
UFPB	1	B/M 5/5	M 10	B 10	A 10	A 10	A 10	M 10	M 10	B 10	M 10	B/M 4/6	B/M 4/6	A 10	
		2	M/A 4/6	M/A 5/5	B/M 7/3	A 10	A 10	A 10	B/M 6/4	M/A 6/4	B/M 7/3	M/A 5/5	B/M 6/4	B 10	A 10
	3		M/A 3/7	M/A 2/8	B 10	M 10	A 10	M/A 2/8	B 10	M/A 2/8	B 10	M 10	M 10	B 10	M/A 2/8
		UFRN	M 10	B 10	I/B/M 3/4/3	M/A 5/5	A 10	B/M/A 3/5/2	B/M/A 3/4/3	M/A 5/5	B 10	B/M/A 3/5/2	I/B/M 2/5/3	I/B/M 2/5/3	M/A 5/5
	SG	A 10	B 10	M 10	A 10	A 10	B 10	M 10	A 10	A 10	I 10	M/A 5/5	I 10	I 10	A 10
		SINDUSCON	M 10	A 10	B 10	M 10	M 10	A 10	A 10	A 10	B 10	A 10	B 10	B 10	A 10

Observação: Inaceitável (I), Baixa (B), Média (M) e Alta (A)  
Os números representam a ponderação.