

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
ÁREA DE ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

**Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento
da Demanda de Água na Escala de Bairro**

Dissertação de Mestrado

Tatiana Máximo Almeida Albuquerque

Campina Grande-PB

Fevereiro/2004

TATIANA MÁXIMO ALMEIDA ALBUQUERQUE

**Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento
da Demanda de Água na Escala de Bairro**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental – Geotecnia

Orientadora: Márcia Maria Rios Ribeiro.

Campina Grande – PB

Fevereiro/2004



A345s

Albuquerque, Tatiana Máximo Almeida

2004

Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de Bairro / Tatiana Máximo Almeida Albuquerque – Campina Grande: UFCG, 2004.

215p.: ilustr.

Inclui bibliografia.

Dissertação (mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)
UFCG/CCT/DEC.

1. Sustentabilidade dos Recursos Hídricos 2. Gerenciamento da Demanda de Água 3. Uso Racional de Água

CDU: 628.17 (1-21)

Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de Bairro

Aprovado em Fevereiro de 2004.

TATIANA MÁXIMO ALMEIDA ALBUQUERQUE

BANCA EXAMINADORA



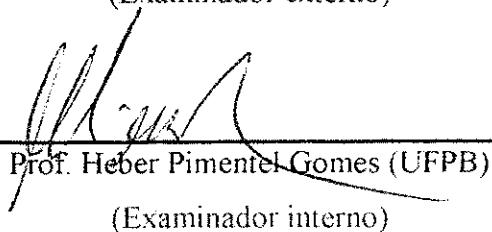
Prof. Márcia Maria Rios Ribeiro (UFCCG)

(Orientadora)



Prof. Kennedy Flávio Meira de Lucena (CEFET/PB)

(Examinador externo)



Prof. Heber Pimentel Gomes (UFPB)

(Examinador interno)

Dedico

Aos meus pais, Edagmar e Socorro;

Ao meu querido esposo, Fernando;

Aos meus irmãos, Samara e Anderson.

AGRADECIMENTOS

À Deus, causa maior de toda existência, grande fortaleza nos momentos difíceis, que sempre gera oportunidades de crescimento, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

Aos meus pais Edagmar e Socorro pelo amor, carinho, paciência e dedicação de toda uma vida e principalmente por me darem a oportunidade de crescer pessoalmente e profissionalmente.

Ao meu querido esposo Fernando, companheiro de todas as horas, que pacientemente com todo amor, incentivo e dedicação contribuiu bastante na realização deste trabalho.

Aos meus irmãos Anderson e Samara pelos momentos de descontração, pelo amor e incentivo dedicados.

À minha orientadora Márcia Maria Rios Ribeiro pela paciência, dedicação, orientação e ensinamentos, que enriqueceram este trabalho.

À bolsista PIBIC/CNPq Maria Josicleide Felipe Guedes e a estagiária Mirella L. Motta pela ajuda na realização das entrevistas.

Aos mestres da Área de Engenharia de Recursos Hídricos, em especial ao professor Vajapeyam S. Srinivasan, pelo seu exemplo de dedicação, sabedoria, conhecimento e principalmente de humildade.

Ao Prof. Carlos de Oliveira Galvão pelo apoio, atenção e dedicação no desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários do curso de pós-graduação em Engenharia Civil, Área de Recursos Hídricos: Raul, Ismael, Aroldo, Alzira, Vera e Josete, pelo disposição, apoio, paciência e momentos de descontração.

A Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), na pessoa de Adalberto Aragão de Albuquerque pela amizade, paciência, disposição e auxílio na aquisição de dados muito importantes para a dissertação.

Aos meus amigos Rosinete e Sérgio pelo apoio, incentivo e amizade.

A minha tia Sônia pela paciência e dedicação nas correções tão necessárias ao enriquecimento deste trabalho.

À CAPES pela bolsa concedida.

As pessoas que de alguma forma ajudaram na realização desta pesquisa.

*Na consciência o farol de tuas diretrizes
No amor a causa única de tua existência
Na ciência a chave dos mistérios materiais
Na observação a atitude louvável do conhecer
Na humildade as premissas de um novo amanhecer
No silêncio a atitude sublime de refletir
Em ti a porta sagrada de um universo desejável
No esforço a consolidação dos teus sonhos
E em Deus o reconhecimento de tua inteligência
e o bálsamo purificador da alma, diante da missão cumprida.*

Amigos.

RESUMO

Os problemas de abastecimento de água em cidades alertam para a necessidade de gerenciar estes recursos levando em consideração os aspectos econômicos, sociais e ambientais. A tradicional ótica da expansão da oferta, como única solução àqueles problemas, tem se mostrado falha no atendimento das premissas do desenvolvimento sustentável. Neste contexto, esta pesquisa avaliou, multicriterialmente, alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água para um bairro da cidade de Campina Grande –PB. Trata-se de um estudo da implantação hipotética das medidas (aparelhos hidrosaniários poupadores, captação de água de chuva, reúso de água e medição individualizada de água em edifícios), em casas e edifícios, para a redução de consumo de água do setor. Foram estudados e elaborados projetos para a implantação das medidas, calculando-se os custos, retorno do investimento e economia de água. Houve, também, a participação da sociedade através de entrevistas domiciliares para avaliar a aceitabilidade destas medidas pelos moradores do bairro. Com este estudo observou-se que a implantação das medidas estudadas gerará uma economia de 142.043,12 m³/ano, que corresponde a 0,615% da quantidade de água fornecida anualmente para a cidade de Campina Grande-PB e 74,5% do consumo anual de água do setor. Entre as medidas selecionadas pelo modelo multicriterial (desenvolvido nesta pesquisa) como aquelas que melhor atendem aos objetivos pré-definidos estão: bacia sanitária VDR e aparelhos poupadores.

Palavras-chave: Sustentabilidade dos Recursos Hídricos; Gerenciamento da Demanda de Água; Uso Racional de Água.

ABSTRACT

The problems of water supplying in cities alert to the necessity of manage water resources considering the economic aspects, socials and environmentals. The traditional optical of the supply management, for only solution of these problems, have showed mistake in the answer of the premises on sustainable development. Into this context this research valued, multicriterialy technological options of management of the water demand a neighbourhood of Campina Grande-PB city. It's about a study of the hypothetical measurement implantation (thrift water health appliances, water reuse, rainwater catchment system, water meter individual in buildings), in houses and buildings, to a reduction the water consumption in this sector. Were studied and developed projects to implement the measures, calculating the costs, investment return and water economy. Had also the participation of the society between home interview to value the measurement acceptability from the neighbourhoods resident. With this study watched that the implementation of the studied measurements will generate a economy of 142,043.12m³/year, that correspond 0,615% of the amount supplied annually to the Campina Grande-PB city and 74,5% of the annual water consumption in this sector. Between the better select measurements by the multiple criteria model (developed in this research) that serve the pre-definite objective are: toilet bowl VDR and thrift appliances.

Keys-words: sustainability; water demand management; ration water use.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE QUADROS	xiv
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE SIGLAS	xviii
CAPÍTULO 1	1
1. Introdução	2
CAPÍTULO 2	6
2. Sustentabilidade e gerenciamento da demanda de água e análise multicriterial	7
2.1. Sustentabilidade	7
2.1.1. Cidades e bairros sustentáveis.....	9
2.1.2. Sustentabilidade e recursos hídricos.....	14
2.2. Gerenciamento da demanda	15
2.3. Alternativas de gerenciamento da demanda de água	21
2.3.1. Reúso de água.....	22
2.3.2. Captação de água de chuva.....	32
2.3.3. Aparelhos poupadores.....	39
2.3.3.1. Bacia sanitária VDR.....	41
2.3.3.2. Torneiras de baixo consumo.....	43
2.3.3.3. Chuveiros de vazão reduzida.....	45
2.3.4. Medição individualizada em edifícios.....	47
2.3.4.1. Fatores determinantes.....	49
2.3.4.2. Ações necessárias.....	49
2.3.4.3. Modificações necessárias das instalações prediais de água.....	50
2.3.4.4. Etapas para as modificações necessárias das instalações de água fria.....	50
2.4. Análise multicriterial	53
2.4.1. Classificação das técnicas multiobjetivo.....	55
2.4.1.1. As técnicas multiobjetivo com um tomador de decisão.....	55
2.4.1.2. As técnicas multiobjetivo com mais de um tomador de decisão.....	56
CAPÍTULO 3	58
3. Metodologia	59
3.1. Identificação e caracterização do caso de estudo	59
3.1.1. Cidade de Campina Grande – Paraíba.....	59
3.1.2. O abastecimento de água em Campina Grande.....	60
3.1.3. A Crise no abastecimento de água de Campina Grande – PB.....	62
3.1.4. A Situação pós-crise do abastecimento de água em Campina Grande– PB.....	64
3.1.5. O bairro selecionado.....	66
3.2. Definição das meta, alternativas, objetivos e critérios	68

3.2.1. Meta e alternativas.....	69
3.2.2. Objetivos.....	69
3.2.3. Critérios.....	69
3.2.4. Categorias dos critérios.....	71
3.3. Etapas de aquisição de dados para a seleção das alternativas.....	72
3.3.1. Entrevistas.....	72
3.3.1.1. Plano de amostragem.....	72
3.3.1.2. Aplicação dos questionários e metodologia da análise dos resultados da entrevistas.....	76
3.3.2. Projetos e pesquisa de mercado.....	77
3.3.2.1. Projeto de captação de água de chuva e troca de aparelhos.....	78
3.3.2.2. Projeto de reúso de água.....	80
3.3.2.3. Projeto de medição individualizada.....	81
3.3.2.4. Projeto UFCG.....	83
3.3.3. Custos totais e economia de água na implantação das alternativas... ..	85
3.3.3.1. Residências, edifícios e UFCG.....	85
3.3.3.2. Cálculo do consumo médio anual total de água do setor 37.....	89
3.3.3.3. Cálculos para cada alternativa.....	89
3.4. Desenvolvimento do modelo multicriterial.....	100
CAPÍTULO 4.....	108
4. Resultados e Discussão.....	109
4.1. Entrevistas.....	101
4.2. Custos e economia de água para cada alternativa.....	123
4.2.1. Edifícios.....	123
4.2.2. Residências.....	124
4.2.3. UFCG.....	125
4.3. Resultados quanto aos objetivos e critérios e seus respectivos pesos reais.....	125
4.3.1. Objetivo social.....	125
4.3.1.1. Resultados dos edifícios.....	126
4.3.1.2. Resultado das residências.....	127
4.3.2. Objetivo econômico.....	128
4.3.2.1. Resultados dos edifícios.....	128
4.3.2.2. Resultados das residências.....	129
4.3.3. Objetivo ambiental.....	129
4.3.3.1. Resultados dos edifícios.....	128
4.3.3.2. Resultados das residências.....	130
4.3.4. Objetivo técnico-operacional.....	130
4.3.4.1. Resultados para os edifícios e residências.....	131
4.3.5. Pesos totais reais das alternativas e suas associações.....	133
4.3.5.1. Resultados dos edifícios.....	133
4.3.5.2. Resultados das residências.....	140
4.4. Simulação do modelo multicriterial.....	143
4.4.1. Resultados dos edifícios.....	144
4.4.2. Resultados das residências.....	154
CAPÍTULO 5.....	164

5. Conclusões e recomendações	165
5.1. Conclusões.....	165
5.1.1. As entrevistas.....	165
5.1.2. Cálculos dos custos e economia de água para as alternativas.....	165
5.1.3. As simulações.....	166
5.2. Recomendações.....	168
BIBLIOGRAFIA	170
6. Bibliografia	171
6.1. Referências bibliográficas.....	171
6.2. Bibliografia consultada.....	179
ANEXOS	181
ANEXO A - Dados do sistema de abastecimento de água de Campina Grande.....	182
ANEXO B - Tabela do plano de amostragem.....	185
ANEXO C - Projeto e orçamento para a implantação da captação de água de chuva e da troca de aparelhos.....	187
ANEXO D - Projeto e orçamento para a implantação da medição individualizada nos edifícios.....	195
ANEXO E - Estrutura tarifária de abastecimento de água da CAGEPA (CAGEPA, 2003).....	203
ANEXO F - Detalhes dos cálculos dos custos e economia de água para a implantação de cada alternativa.....	205
ANEXO G - Detalhes das simulações do modelo multicriterial.....	220

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição dos usos da água doce no Brasil (Pegorin, 2001).....	18
Figura 2 – Uso doméstico da água no Brasil (Pegorin, 2001).....	19
Figura 3 – Perfil do consumo de água residencial (Deca, 2000).....	42
Figura 4 – Localização da cidade de Campina Grande-PB.....	60
Figura 5- Padrão do consumo de água em Campina Grande – PB (CAGEPA, 2001).....	61
Figura 6 – Bairros de Campina Grande (PMCG, 2003).....	67
Figura 7- Setor 37 (CAGEPA, 2003).....	67
Figura 8 – Meta, objetivos, critérios e alternativas de gerenciamento de demanda adotados nesta pesquisa.....	68
Figura 9- Questionário-padrão.....	77
Figura 10- Esquema do projeto de captação de água de chuva.....	79
Figura 11- Aspecto da sistema de placas padrão (Pedrosa, 2000).....	84
Figura 12- Sugestões dos entrevistados das residências para a solução dos problemas de abastecimento de água de Campina Grande-PB.....	110
Figura 13- Sugestões dos entrevistados dos apartamentos para a solução dos problemas de abastecimento de água de Campina Grande-PB.....	110
Figura 14- Opinião dos entrevistados das residências em relação à eficiência da CAGEPA no conserto de vazamentos da rede do bairro Conjunto dos Professores.....	111
Figura 15 - Opinião dos entrevistados dos apartamentos em relação à eficiência da CAGEPA no conserto de vazamentos da rede do bairro Conjunto dos Professores.....	112
Figura 16- Soluções adotadas pelos entrevistados das residências quando há racionamento na cidade de Campina Grande – PB.....	113
Figura 17- Soluções adotadas pelos entrevistados dos apartamentos quando há racionamento na cidade de Campina Grande – PB.....	113
Figura 18- Maiores consumos de água nas residências na opinião dos entrevistados.....	114
Figura 19 - Maiores consumos de água nos apartamentos na opinião dos entrevistados.....	114
Figura 20- Justificativa dos entrevistados das residências por não considerar o aumento na tarifa de água uma medida de redução de consumo.....	116
Figura 21-Justificativa dos entrevistados dos apartamentos por não considerar o aumento na tarifa de água uma medida de redução de consumo.....	116
Figura 22- Justificativas dos entrevistados das residências por não acharem justo que em um edifício a conta de água esteja incluída no valor do condomínio.....	117
Figura 23- Percentagem dos entrevistados das residências que têm conhecimento das alternativas de redução de consumo de água citadas.....	118
Figura 24- Percentagem dos entrevistados dos apartamentos que têm conhecimento das alternativas de redução de consumo de água citadas.....	119
Figura 25- Aceitabilidade geral dos entrevistados das residências em relação as alternativas de redução de consumo de água citadas.....	119
Figura 26- Aceitabilidade geral dos entrevistados dos apartamentos em relação as alternativas de redução de consumo de água citadas.....	120
Figura 27- Aceitabilidade econômica dos entrevistados das residências em relação às alternativas de redução de consumo de água citadas.....	121
Figura 28- Aceitabilidade econômica dos entrevistados dos apartamentos em relação às alternativas de redução de consumo de água citadas.....	121

Figura 29 -Aceitabilidade ambiental dos entrevistados das residências em relação às alternativas de redução de consumo de água citadas.....	122
Figura 30- Aceitabilidade ambiental dos entrevistados dos apartamentos em relação às alternativas de redução de consumo de água citadas.....	122
Figura 31- Resultados da 1ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	146
Figura 32- Resultados da 2ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	146
Figura 33- Resultados da 3ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	147
Figura 34- Resultados da 4ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	148
Figura 35- Resultados da 5ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	149
Figura 36- Resultados da 6ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	149
Figura 37- Resultados da 7ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	150
Figura 38- Resultados da 8ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	151
Figura 39- Resultados da 9ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	151
Figura 40- Resultados da 10ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	152
Figura 41- Resultados da 11ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	153
Figura 42- Resultados da 12ª simulação para as alternativas dos edifícios.....	153
Figura 43 -Resultados da 1ª simulação para as alternativas das residências.....	155
Figura 44 -Resultados da 2ª simulação para as alternativas das residências.....	156
Figura 45- Resultados da 3ª simulação para as alternativas das residências.....	156
Figura 46- Resultados da 4ª simulação para as alternativas das residências.....	157
Figura 47- Resultados da 5ª simulação para as alternativas das residências.....	158
Figura 48- Resultados da 6ª simulação para as alternativas das residências.....	159
Figura 49 - Resultados da 7ª simulação para as alternativas das residências.....	159
Figura 50- Resultados da 8ª simulação para as alternativas das residências.....	160
Figura 51- Resultados da 9ª simulação para as alternativas das residências.....	161
Figura 52- Resultados da 10ª simulação para as alternativas das residências.....	162
Figura 53- Resultados da 11ª simulação para as alternativas das residências.....	162
Figura 54- Resultados da 12ª simulação para alternativas das residências.....	163

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Avaliação dos custos e economias de água para a captação de água de chuva em edifícios (adaptado de Sickermann, 2002).....	35
Quadro 2- Avaliação de tecnologias de bacias VDR (Gonçalves et alii, 1999).....	43
Quadro 3- Critérios de avaliação e categorias adotados na pesquisa.....	71
Quadro 4- Cálculos realizados para a obtenção dos custos totais e redução de consumo de cada alternativa.....	90
Quadro 5- Escala de pesos reais para o critério retorno do investimento.....	101
Quadro 6- Escala de pesos reais para o critério redução de consumo.....	101
Quadro 7- Escala de pesos reais para o critério dificuldade de implantação em edifícios existentes.....	102
Quadro 8- Escala de pesos reais para o critério nível tecnológico.....	102
Quadro 9- Escala de pesos reais para o critério disponibilidade de mercado.....	103
Quadro 10- Escala de pesos reais para o critério dificuldade de manutenção.....	103
Quadro 11- Escala de pesos reais para o critério aceitabilidade econômica.....	104
Quadro 12- Escala de pesos reais para o critério aceitabilidade ambiental.....	104
Quadro 13- Escala de pesos reais para o critério aceitabilidade geral.....	105
Quadro 14- Pesos preferenciais para os objetivos estudados.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Uso consuntivo da água (Km ³) em setores não irrigados (Rosegrant e Cai, 2002).....	17
Tabela 2 – Demanda doméstica de água e uso intensivo de água industrial, estimativa de 1995 e projeção para 2025, para regiões e países selecionados (Rosegrant e Cai, 2002).....	17
Tabela 3 – Economia de água com equipamentos economizadores (Fischer, 2001).....	40
Tabela 4 – Consumo interno de uma casa com conservação e sem conservação (Tomaz, 2001).....	41
Tabela 5 - Avaliação de tecnologias de torneiras (Gonçalves et alii., 1999).....	45
Tabela 6- Volume acumulado no Açude Epitácio Pessoa (LMRS, 2003).....	66
Tabela 7- Codificação de amostragem (NBR 5426/1985).....	74
Tabela 8 – Custos médios dos aparelhos poupadores (Campina Grande, agosto 2003)..	79
Tabela 9 – Custos médios para captação de água de chuva (Campina Grande, agosto de 2003).....	80
Tabela 10- Contabilização dos aparelhos hidrosanitários do Campus I da UFCG (Agosto, 2003).....	84
Tabela 11- Custos dos materiais e mão-de-obra para a confecção de uma cisterna de placas para a cidade de Campina Grande – PB (Janeiro de 2001).....	84
Tabela 12 – Consumo médio mensal (m ³) real de água por ligação com hidrômetro do setor 37 (CAGEPA, 2003).....	85
Tabela 13- Percentagem de consumo mensal doméstico de água no Brasil (Pegorin, 2001).....	86
Tabela 14- Vazão dos aparelhos convencionais (DECA, 2000).....	86
Tabela 15- Vazão dos aparelhos poupadores (DECA, 2000).....	87
Tabela 16- Distribuição de consumo por aparelho hidrosanitário na UFCG.....	88
Tabela 17- Exemplo do cálculo da média dos pesos para o objetivo social para a alternativa medição individualizada.....	105
Tabela 18- Exemplo do cálculo dos pesos para o objetivo social da alternativa associada Bacia VDR + reúso de água + medição individualizada.....	106
Tabela 19- Exemplos de pesos preferenciais dos objetivos estudados para duas simulações do modelo.....	107
Tabela 20- Exemplo do resultado de uma simulação em que foram avaliadas as medidas bacia VDR e reúso de água.....	107
Tabela 21- Custos e economia de água das alternativas por edifícios.....	123
Tabela 22- Custos e economia de água das alternativas por residências.....	124
Tabela 23- Custos e economia de água das alternativa para a UFCG.....	125
Tabela 24- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade econômica.....	126
Tabela 25- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade ambiental.....	126
Tabela 26- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade geral.....	126
Tabela 27- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade econômica.....	127
Tabela 28- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade ambiental.....	127
Tabela 29- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade geral.....	127
Tabela 30- Resultados gerais e pesos reais para o critério retorno do investimento.....	128
Tabela 31- Resultados gerais e pesos reais para o critério retorno do investimento.....	129

Tabela 32- Resultados gerais e pesos reais para o critério redução de consumo.....	129
Tabela 33- Resultados gerais e pesos reais para o critério redução de consumo.....	130
Tabela 34- Resultados gerais e pesos reais para o critério dificuldade de implantação em Edifícios existentes.....	131
Tabela 35- Resultados gerais e pesos reais para o critério nível tecnológico.....	132
Tabela 36- Resultados gerais e pesos reais para o critério disponibilidade de mercado..	132
Tabela 37- Resultados gerais e pesos reais para o critério dificuldade de manutenção...	132
Tabela 38- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 1: Bacia Sanitária VDR.....	133
Tabela 39- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 2: Torneiras e chuveiros econômicos.....	134
Tabela 40- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 3: Aparelhos poupadores.....	134
Tabela 41- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 4: Medição Individual.....	135
Tabela 42- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 5: Reúso de Água.....	135
Tabela 43 - Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 6: Reúso de Água +Bacia Sanitária VDR.....	136
Tabela 44- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 7: Reúso de Água +Torneiras e Chuveiros Econômicos.....	136
Tabela 45 - Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 8: Reúso de Água +Aparelhos Poupadores.....	136
Tabela 46 - Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 9: Reúso de Água +Medição Individual	137
Tabela 47- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 10: Bacia Sanitária VDR + Medição Individual.....	137
Tabela 48- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 11: Torneiras e Chuveiros Econômicos + Medição Individual.....	138
Tabela 49- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 12: Aparelhos Poupadores + Medição Individual.....	138
Tabela 50- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 13: Reúso de Água + Aparelhos Poupadores + Medição Individual.....	138
Tabela 51- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 14: Reúso de Água + Bacia Sanitária VDR+ Medição Individual.....	139
Tabela 52- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 15: Reúso de Água + Torneiras e Chuveiros Econômicos+ Medição Individual.....	139
Tabela 53- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 1: Captação de Água de Chuva.....	140
Tabela 54- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 2: Bacia Sanitária VDR.....	140
Tabela 55- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 3: Torneiras e Chuveiros Econômicos.....	141
Tabela 56- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 4: Aparelhos Poupadores.....	141
Tabela 57- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 5: Água de Chuva + Aparelhos Poupadores.....	142

Tabela 58- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 6: Água de Chuva + Bacia Sanitária VDR	142
Tabela 59- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 7: Água de Chuva + Torneiras e Chuveiro Econômicos.....	142
Tabela 60- Resultados das simulações do modelo multicriterial de acordo com a ordem preferencial dos objetivos.....	143

LISTA DE SIGLAS

- ABCMAC- Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva
- ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRH- Associação Brasileira de Recursos Hídricos
- CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior
- CAGEPA- Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
- MMA – Ministério do Meio Ambiente
- NBR – Norma Brasileira
- PMCG- Prefeitura Municipal de Campina Grande
- PNCDA- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
- PURA – Programa de Uso Racional de Água
- SABESP- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- SEMARH – Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais do Estado da Paraíba
- UFCG- Universidade Federal de Campina Grande
- VDR – Volume de Descarga Reduzido

Capítulo 1

1. INTRODUÇÃO

O aumento cada vez mais constante dos problemas de escassez hídrica mundial vem mostrando que a água não é mais um recurso ilimitado. Existem hoje 26 países com carência de água onde residem 262 milhões de pessoas. Este problema deriva-se do mau uso desses recursos e do alto crescimento da demanda de água, que de acordo com Appan (1999) é consequência de:

- Aumento da população (para 2025 prevê-se um aumento para 5 bilhões de habitantes nas grandes cidades, onde 2,7 bilhões de pessoas vão sofrer severa falta de água se o consumo prosseguir no ritmo atual);
- Aumento da demanda de água no setor industrial;
- 70% de demanda de água destinada para o setor da agricultura;
- Poluição intensa dos corpos de água.

Devido a estes fatores, esta escassez é bastante observada nos centros urbanos onde existem sérios problemas de abastecimento de água, tal fato alerta para a necessidade de um planejamento e gerenciamento nos recursos hídricos, de forma que os mesmos sejam usados eficientemente. A possibilidade de estresse hídrico tem incentivado, em âmbito mundial, pesquisas aplicadas ao mais alto nível tecnológico e científico. O Norte da África e países como o México, Japão, EUA, Canadá, entre outros, estão tomando sérias atitudes voltadas para a conservação da água, que variam da recuperação de corpos hídricos à criação de programas que induzam ao seu uso racional.

O Brasil é um país privilegiado por apresentar 14% de toda a água doce do planeta, porém a distribuição irregular, associado ao mau uso, o faz enfrentar sérios problemas de abastecimento em seus centros urbanos. Recentemente (outubro de 2003), o reservatório que abastece a cidade de São Paulo (cerca de 9 milhões de pessoas) chegou a apresentar 5,4% da capacidade, ocasionando um severo racionamento de água. Fato semelhante ocorreu na cidade de Campina Grande – PB, em meados 1998-2000, em que o manancial que a abastece, Açude Epitácio Pessoa, chegou a atingir 15% de sua capacidade.

Em reformulação à tradicional resolução para este tipo de problema (que seria inicialmente a expansão da oferta) surgiu no âmbito da gestão de recursos hídricos, o conceito do gerenciamento da demanda (o qual consiste, na prática, da adoção de medidas que incentivem o uso racional de água, sem prejuízo nos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais). Este conceito quando consolidado garantirá a sustentabilidade às gerações futuras, que já surgirão conscientes da importância de usar eficientemente os recursos naturais.

Considerando que as alternativas de gerenciamento da demanda precisam ser analisadas de forma mais detalhada que na escala macro (entendida aqui como um estudo de possíveis soluções a serem tomadas pelos tomadores de decisão – entre os quais o poder público e segmentos representantes da sociedade, sobre *o que fazer* para gerenciar a demanda urbana de água da cidade), esta pesquisa se dedica ao estudo destas medidas em uma escala micro (entendida aqui como a escala de bairro de uma cidade, que consiste, entre outros, no estudo de fatores técnicos, como: projetos viáveis tecnicamente, financeiramente e ambientalmente, para a solução da questão de *como fazer* para gerenciar a demanda urbana de água no bairro). Supõe-se, portanto, que o bairro a ser avaliado possa se tornar um “bairro sustentável” no aspecto hídrico, onde a água é, portanto, utilizada de forma racional.

Esta pesquisa aborda o estudo das alternativas de gerenciamento da demanda de água sob os aspectos econômicos, sociais, ambientais e técnicos. A seleção das alternativas é realizada segundo uma ótica multicritério. Dentre as dificuldades enfrentadas neste processo seletivo destacam-se a quantificação e qualificação dos critérios avaliados, bem como a consideração dos mesmos em uma única estrutura de avaliação, com seus vários níveis de satisfação.

Neste contexto, esta dissertação foi desenvolvida tendo como principal objetivo analisar, para posteriormente selecionar multicritério, alternativas de

gerenciamento de demanda de água, para um bairro da cidade de Campina Grande – PB. Os objetivos específicos são:

- Identificar as alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água para o caso de estudo;
- Definir os critérios a serem avaliados;
- Definir o bairro da cidade de Campina Grande-PB como caso de estudo e caracterizá-lo quanto ao padrão de uso da água;
- Analisar as alternativas isoladas de acordo com cada objetivo e critério;
- Identificar, via análise multicritério, as alternativas isoladas e as suas combinações, mais adequadas para o caso de estudo.

No processo de caracterização dos critérios, no que diz respeito à aceitabilidade das alternativas selecionadas (associado ao objetivo social), foi incluída a participação da sociedade, representada por alguns moradores de residências e apartamentos do bairro, através de entrevistas domiciliares em que foi aplicado um questionário padrão. Cada alternativa foi analisada separadamente de acordo com cada critério vinculado a cada objetivo.

O modelo multicritério foi desenvolvido para a avaliação das alternativas isoladas e agregadas, em que são atribuídos pesos preferenciais para os objetivos estudados. A alternativa selecionada é aquela que apresentar maior somatório de pesos para os objetivos preferenciais em questão.

A estrutura da dissertação consiste em 5 capítulos, incluindo este introdutório. O conteúdo dos demais capítulos está descrito a seguir:

- Capítulo 2: Sustentabilidade, Gerenciamento da Demanda de Água e Análise Multicritério

Trata-se de um capítulo de revisão bibliográfica que aborda os temas: sustentabilidade; cidades e bairros sustentáveis; experiências em bairros sustentáveis; gerenciamento da demanda e alternativas gerais; as alternativas selecionadas para esta pesquisa, bem como sua descrição e experiências no mundo e análise multicritério.

- Capítulo 3: Metodologia

Neste capítulo são apresentadas as etapas metodológicas descrevendo-se: a identificação e caracterização da área de estudo; a definição da meta, dos objetivos e critérios; a aquisição de dados para a seleção das alternativas, que incluem as entrevistas, os projetos, pesquisa de mercado; a exposição dos cálculos realizados para obtenção dos custos totais e economia de água na implantação das alternativas e por fim a seleção do modelo multicritério.

- Capítulo 4: Resultados e Discussão

Este capítulo concentra a análise dos resultados da entrevista, dos custos totais para a implantação das alternativas, da redução de consumo de água, e dos demais critérios avaliados. Apresenta a descrição das simulações do modelo multicritério, bem como a seleção das alternativas.

- Capítulo 5: Conclusões e recomendações

Neste capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa. As recomendações indicam itens que podem ser abordados para a continuidade da pesquisa realizada.

Capítulo 2

2. SUSTENTABILIDADE, GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA E ANÁLISE MULTICRITERIAL

2.1. Sustentabilidade

A deteriorização contínua do meio ambiente tem sido alvo de preocupação mundial. Esta realidade levou e tem levado à realização de vários debates, que apresentam como principal tema a preservação e conservação do meio ambiente. Nestes fóruns e debates, surgiu o conceito de *desenvolvimento sustentável*, a partir da Estratégia Mundial (World Conservation Strategy) lançada pela União Mundial para a Conservação (IUCN), e pelo Fundo Mundial para a Conservação (WWF), ambos apoiados pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) com o propósito de promover uma harmonização entre o desenvolvimento sócio-econômico e a conservação do meio ambiente, dando ênfase a preservação dos ecossistemas naturais e a diversidade genética, onde deve-se buscar a utilização racional dos recursos naturais (Franco, 2000).

O conceito de desenvolvimento sustentável se consolidou e popularizou-se através da elaboração do Relatório de Bruntland em 1987, pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Esta comissão foi criada pelas Nações Unidas, no processo preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano (a chamada Rio-92), com a missão de elaborar uma agenda global para mudança, a Agenda 21. De forma sistemática é concebido que “ *O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem*

comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades". Tal definição corresponde a um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estejam de acordo com as necessidades atuais e futuras, mostrando que é possível desenvolver sem destruir o meio ambiente (Agenda 21, 1996).

De acordo com Loucks (2000), o desenvolvimento sustentável apesar de estar relacionado à várias medidas de riscos e incertezas sobre o futuro desconhecido é algo que nós, seguramente, podemos influenciar. Trata-se de uma avaliação das práticas humanas em relação ao meio ambiente em que a saúde e o bem-estar da humanidade, a alimentação segura, o desenvolvimento industrial e o ecossistema do qual dependemos, estão em risco, a menos que os recursos da água e do solo sejam geridos mais eficientemente (Boehmer et alii., 2000).

Franco (2000) considera que a sustentabilidade se assenta em três princípios fundamentais:

1. conservação dos sistemas ecológicos sustentadores da vida e biodiversidade;
2. garantia da sustentabilidade dos usos que utilizam recursos renováveis;
3. manutenção das ações humanas dentro da capacidade de carga dos ecossistemas sustentadores.

Silva e Shimbo (2000) consideram que a noção de sustentabilidade está condicionada a quatro aspectos principais:

1. o compromisso das gerações atuais em garantir às gerações futuras o atendimento de suas necessidades básicas bem como todas as implicações que esse desafio representa;
2. a necessidade de um aporte de contribuição de diferentes áreas do conhecimento, na medida em que se apresenta de forma pluridimensional envolvendo complexos objetos de investigação;
3. está sujeita às influências do tempo e às especificidades do local em que está sendo abordada, exigindo que sua manutenção esteja sob

permanente investigação, para que possa perdurar temporal e espacialmente;

4. os sujeitos da ação ou os atores sociais devem estar presentes em implementações que visem se respaldar em seus postulados.

2.1.1. Cidades e bairros sustentáveis

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano foi formulada a Agenda 21, que “trata de acordo firmado entre os 179 países e se constitui num poderoso instrumento de reconversão da sociedade industrial rumo ao novo paradigma, que exige a reinterpretação do conceito de progresso, contemplando maior harmonia e equilíbrio holístico entre o todo e as partes, e promovendo a qualidade, não apenas a quantidade de crescimento” (MMA/IBAMA, 1996).

A Agenda 21 objetiva preparar o mundo para os desafios do próximo século, propondo uma reflexão consensual mundial e um compromisso político no nível mais alto no que diz respeito a desenvolvimento e cooperação ambiental (Agenda 21, 1996). Ela reúne o conjunto mais amplo de premissas e de recomendações sobre como as nações devem agir para alterar seu vetor de desenvolvimento em favor de modelos sustentáveis. A Agenda destaca, ainda, que o desenvolvimento sustentável exige o compromisso com gestão e políticas econômicas racionais, administração pública eficaz e previsível, além da integração entre as questões ambientais no processo de tomada de decisão (Mio et alii, 2001).

Com o objetivo de subsidiar a formulação da Agenda 21 brasileira com propostas que introduzam a questão e dimensão ambiental nas políticas urbanas vigentes, ou que venham a ser adotadas, foi criado o documento *Cidades Sustentáveis*, construído com a participação qualificada de atores relevantes do governo e da sociedade, por meio de diferentes formas de consulta e debate. Este documento apresenta as principais estratégias para o combate aos problemas relacionados às questões urbanas e ambientais, tais como: integração setorial e espacial das políticas e das ações urbanas; planejamento estratégico; descentralização; incentivo à inovação; custos ambientais e sociais dos projetos econômicos e de infra-estrutura; novos padrões de consumo dos serviços urbanos e fortalecimento da sociedade civil e dos canais de participação. Dentre estas estratégias,

quatro são identificadas como prioritárias para o desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras (Bezerra e Fernandes, 2000):

1. aperfeiçoar a regulamentação do uso da ocupação do solo urbano e promover o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população, considerando a promoção da equidade, a eficiência e a qualidade ambiental;
2. promover o desenvolvimento institucional e o fortalecimento da capacidade de planejamento e de gestão democrática da cidade, incorporando ao processo a dimensão ambiental urbana e assegurando a efetiva participação da sociedade;
3. promover mudanças nos padrões de produção e de consumo da cidade, reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis;
4. desenvolver e estimular a aplicação de instrumentos econômicos no gerenciamento dos recursos naturais visando à sustentabilidade urbana.

a) Bairros sustentáveis

A necessidade de uma melhor qualidade de vida urbana para população, obtida através da transformação de padrões insustentáveis de produção e consumo que causam a degradação dos recursos naturais e afetam as condições de sobrevivência da sociedade, tem como o ponto de partida o bairro (uma escala micro no âmbito da escala macro que é a cidade).

Observa-se que nas grandes cidades o alto crescimento populacional tem gerado aglomerações urbanas nas periferias, ou seja, um desenfreado adensamento demográfico. A dificuldade de acesso a terra urbanizada tem levado a população a construir moradias em condições precárias, são locais sem infra-estrutura como: serviços de saneamento básico, coleta de lixo, transporte, energia etc. Há a geração da poluição ambiental, desemprego, violência e marginalização. De acordo com Pessoa (2001), em nível de Brasil, o crescimento de moradores destas comunidades foi de 2.248.336 habitantes em 1980 para 5.020.517 habitantes em 1991.

Uma séria consequência desse crescimento populacional é o elevado índice de poluição hídrica, principalmente nas grandes metrópoles, resultantes de despejos domésticos (águas servidas e depósito de lixo) diretamente nos mananciais, favorecendo o surgimento de doenças, tais como: parasitológicas, hepatite, dengue (as doenças de veiculação hídrica apresentaram, em 2000, cerca de 239.000 casos no Brasil, sendo 254 casos por mil habitantes identificados no Nordeste) entre outras. Segundo a SABESP (2000), pesquisas realizadas pela Organização Mundial de Saúde comprovam que 80% das doenças e 30% dos óbitos registrados são causados por água contaminada.

Um bairro tido como sustentável deve contemplar ações no âmbito de uma gestão participativa com a colaboração da sociedade e das autoridades locais, de forma a manter um desenvolvimento urbano baseado no uso racional dos recursos naturais. Trata-se da redução de custos e desperdícios, e desenvolvimento de práticas sociais bem como tecnológicas urbanas sustentáveis em um bairro, tais como (adaptado do documento *Cidades Sustentáveis*) (Bezerra e Fernandes, 2000) :

1. combate ao desperdício e adoção do consumo sustentável;
2. busca da eficiência energética, implicando na redução significativa nos níveis de consumo atual, sobretudo dos combustíveis fósseis e de fontes energéticas renováveis;
3. redução da produção de resíduo, de detritos e a emissão de poluentes;
4. ampliação das áreas verdes;
5. recuperação das áreas degradadas e reposição do estoque dos recursos estratégicos (solo, água, cobertura vegetal);
6. manutenção da biodiversidade existente;
7. aproveitamento de materiais recicláveis;
8. realização de um planejamento urbano, arbitrando padrões e indicadores para monitorar as práticas de produção e de consumo sustentáveis, tanto por parte do setor público como privado.

Como já comentado, a presente pesquisa, considerando o conceito de “bairro sustentável”, dedica-se a análise e posterior seleção de alternativas de gerenciamento da demanda de água para um bairro da cidade de Campina Grande na Paraíba.

b) Experiências em cidades e bairros sustentáveis

A preocupação em relação a sustentabilidade nas cidades não é recente, no final da década de setenta, o Ministério de Desenvolvimento Urbano e Proteção Ambiental de Berlim na Alemanha realizou estudos através de especialistas, onde detectou que era possível recuperar, em menos de 30 anos, entre 50 e 60% da energia empregada na calefação, com a conseqüente remoção de emissões nocivas em cerca de 70%. Para isso foram necessárias as seguintes medidas (Franco, 2000):

- aplicar a proteção térmica aos edifícios;
- optar massivamente pelo gás;
- introduzir zonas intermediárias de compensação de temperatura;
- utilizar a energia solar;
- recuperar 20% da água potável, com investimentos tecnológicos amortizáveis em um ano;
- conseguir uma economia de 50%, com a introdução de tecnologias de recuperação das águas residuais e implementando o uso descentralizado de água de chuva (evitando a escassez e contaminação da água);
- recobrir com vegetação, os pátios, telhados e fachadas, diminuindo a poluição do ar e as temperaturas locais urbanas.

Posteriormente em meados de 1984 e 1989 foram elaborados projetos de ecologia urbana no nível de edifício e de bairro, como é o caso do bairro Moritzplatz de Kreuzberg em Berlim na Alemanha. Baseado nessas experiências, o Centro Científico de Berlim organizou projetos de demonstração como marco de um projeto de investigação internacional comparada no âmbito de reestruturação urbana ecológica. Foram comparadas as estratégias em nível de bairro aplicadas na Polônia e na antiga Tchecoslováquia, de acordo com a comprovação de transferibilidade de conceitos e o desenvolvimento de uma teoria baseada na prática em uma estratégia de ação, obtendo dentre vários resultados o conceito de “reestruturação urbana ecológica”, em que estão incluídos para este conceito quatro elementos essenciais (Franco, 2000):

1. oito pontos de orientação ambiental → que servem como orientação e base para debates sobre projetos específicos;
2. campos de atuação e módulos → que constituem a estrutura para o desenvolvimento das estratégias políticas específicas, aplicáveis aos projetos e às diferentes medidas integradas e de grande alcance;
3. importância do desenvolvimento econômico do bairro → que se baseia na consideração do mesmo nível próximo de quem o habita e, por conseguinte, apropriado para realizar a ação fundamental da reestruturação urbana ecológica, em particular a referente à criação de medidas adequadas do ponto de vista técnico, social, de planificação e de desenho urbano;
4. conceito de ecoestação → que representa um importante requisito para a proposta em andamento da reestruturação urbana ecológica.

Um bom exemplo brasileiro de “cidade-bairro sustentável” é o condomínio Rivera de São Lourenço localizado no litoral Norte de São Paulo (Ciocchi, 2003b). Este condomínio consta de aproximadamente 2.000 casas prontas e mais de 140 em construção, 127 edifícios de seis pavimentos, um shopping center com 50 lojas, escolas e consultórios médico e dentário. No local são realizados trabalhos de conservação ambiental, como sistema de captação e tratamento de água e esgotos, laboratório de controle ambiental para o monitoramento das águas, sistema de coleta, triagem e venda de lixo reciclável, compostagem de podas de vegetação para fabricação de adubo natural, coleta e destino de pilhas para a construção de guias e sarjetas, como também central de reaproveitamento de materiais de construção. O custo anual para manter o projeto é de R\$12.000.000– incluindo água, esgoto e segurança.

Estes exemplos têm mostrado a importância de um eficiente planejamento urbano e ambiental nas cidades, como forma de adquirir a sustentabilidade dos recursos do planeta, o que inclui o gerenciamento dos recursos hídricos. Tal gerenciamento, inevitavelmente, envolve negociações com múltiplos objetivos em processo de tomada de decisão multi-disciplinar e multi-participativa (Loucks, 2000).

2.1.2. Sustentabilidade e recursos hídricos

Segundo Golubev apud Boehmer et alii. (2000), a gestão de recursos hídricos sustentável engloba ações para assegurar o presente funcionamento da água sem por em risco os interesses das gerações futuras.

Loucks (2000), apresenta importantes diretrizes para o planejamento e gerenciamento de sistemas sustentáveis de recursos hídricos, tais como:

- desenvolvimento de uma visão partilhada de metas para benefícios presentes e futuros relacionados a sociedade, economia e meio ambiente;
- desenvolvimento de abordagens coordenadas entre todas as agências interessadas na realização destas metas, com a colaboração de todas as partes interessadas no reconhecimento das preocupações mútuas;
- utilização de abordagens que restaurem ou mantenham a vitalidade econômica, a qualidade ambiental, e a saúde da biodiversidade dos ecossistemas naturais;
- suporte de ações que incorporem a manutenção de metas econômicas, sócio culturais e comunitárias;
- respeito e promoção dos direitos de propriedade privada enquanto se obtém as metas da comunidade, trabalho cooperativo com as partes interessadas privadas para alcançar as metas comuns e partilhadas;
- reconhecimento de que economia, ecossistema e instituições são complexos, dinâmicos, e tipicamente heterogêneos no tempo e no espaço, e desenvolvimento de abordagens de gerenciamento que levem em conta e se adaptem a estas características;
- integração da melhor ciência possível em processo de tomada de decisão, dando continuidade à pesquisa científica para a melhoria do conhecimento;
- estabelecimento de condições com base no funcionamento dos sistemas e para a sustentabilidade prevendo a medição de mudanças;

- monitoramento e avaliação das ações para determinar se as metas e objetivos estão sendo atingidos.

A declaração de Dublin (Irlanda, 1992) que antecedeu a Rio-92, identifica em ordem de atingir a sustentabilidade e proteção do meio ambiente no contexto de gestão de recursos hídricos, quatro princípios básicos para guiar ações em nível local, nacional e internacional (Boehmer et alii., 2000):

- uma abordagem integrada;
- uma abordagem participativa;
- envolvimento explícito da mulher;
- água como um bem econômico.

A Agenda 21 apresenta um capítulo sobre a água e também menciona este tema em outros capítulos. Entre os aspectos discutidos salienta-se que (Boehmer et alii., 2000),:

1. o planejamento deve ser informado, sistemático e rigoroso;
2. maior atenção deve ser dada a equidade de questões futuras;
3. a conscientização do apoio à necessidade de grande descentralização em planejamento, gestão e desenvolvimento como um único caminho para assegurar que a tomada de decisão ocorra em nível adequado.

Observa-se que todos os caminhos que levam à sustentabilidade dos recursos hídricos estão diretamente ligados a vários fatores, principalmente ao gerenciamento da oferta e da demanda de água. Este último é discutido a seguir.

2.2. Gerenciamento da demanda

O uso desordenado dos recursos hídricos e sua conseqüente escassez têm causado grandes pressões nos sistemas de abastecimento de água nas grandes cidades.

De acordo com Lanna (1997), as principais categorias de demandas da água são inseridas em três classes:

1. infra-estrutura social: referente às demandas gerais da sociedade nas quais a água é um bem de consumo final.
2. industrial: referente às demandas para as atividades de processamento industrial e energético nas quais a água entra como bem de consumo intermediário;
3. agricultura e aquicultura: referente às demandas de água como bem de consumo intermediário visando a criação de condições ambientais adequadas para o desenvolvimento de espécies animais ou vegetais de interesse para a sociedade.

Quanto à natureza da utilização são consideradas três categorias (Lanna, 1997):

1. uso consuntivo: referente aos usos que retiram a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades quantitativas, espacial e temporariamente;
2. uso não-consuntivo: referente aos usos que retornam à fonte de suprimento, praticamente a totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no seu padrão temporal de disponibilidade quantitativa;
3. local: referente aos usos que aproveitam a disponibilidade de água em sua fonte sem qualquer modificação relevante, temporal ou espacial, de disponibilidade quantitativa.

A Tabela 1 a seguir apresenta a estimativa do uso consuntivo da água em setores não irrigados (km³) do ano de 1995 e a projeção para 2025, para determinados países e regiões.

Tabela 1- Uso Consuntivo da água (km³) em setores não irrigados (Rosegrant e Cai, 2002).

Países/ Regiões	Doméstico		Industrial		Criação de animais		Total não irrigado	
	1995	2025	1995	2025	1995	2025	1995	2025
China	30,0	59,3	13,1	31,2	3,4	7,4	46,5	97,9
Índia	21,0	41,0	7,2	15,8	3,3	8,2	31,5	64,7
USA	24,2	29,2	32,6	36,2	4,4	5,7	61,3	71,1
Sul da Ásia	28,0	57,7	9,1	20,5	5,1	12,1	42,1	90,3
Sudeste da Ásia	13,9	30,4	11,2	20,9	1,7	4,1	26,8	55,3
Sub-Saara África	9,5	23,8	0,9	2,4	1,6	4,1	12,0	30,4
América Latina	18,2	30,8	17,9	30,0	6,9	12,5	43,0	73,3
WANA*	7,1	13,1	4,6	8,6	1,8	3,3	13,5	25,0
Desenvolvidos	58,7	68,6	94,7	113,9	15,3	18,1	168,6	200,6
Em desenvolvimento	110,6	221,7	62,2	121,8	21,8	45,4	194,5	388,9
Mundo	169,2	290,2	156,9	235,7	37,0	63,6	363,1	589,5

* Oeste da Ásia e Norte da África.

A demanda doméstica de água (que inclui usos domésticos urbanos e rurais) no mundo era de 169km³ em 1995 e o valor previsto para 2025 é de 290km³, mostrando um aumento de 75% no decorrer destes anos. Observa-se que o maior percentual (cerca de 92%) foi projetado para países em desenvolvimento, resultado do alto crescimento populacional. Cerca de 97% da população aumentará em países em desenvolvimento e o consumo per capita, apresentado na Tabela 2, foi projetado para aumentar de 73 ℓ/dia em 1995 para 102 ℓ/dia previstos para 2025. Os países desenvolvidos são um grupo que apresenta apenas 4,6% do crescimento populacional entre 1995 e 2025 e um relativo aumento no uso per capita (de 132 a 145 ℓ/dia), este uso per capita doméstico é projetado para diminuir em países desenvolvidos com alta demanda per capita devido a conservação e desenvolvimento de tecnologias reparadoras (Rosegrant e Cai, 2002).

Tabela 2 – Demanda doméstica de água e uso intensivo de água industrial, estimativa de 1995 e projeção para 2025, para regiões e países seleccionados (Rosegrant e Cai, 2002).

Países/ Regiões	Demanda Per Capita Doméstica de Água (ℓ/pessoa/dia)		Uso Intensivo de Água Industrial (m ³ por \$1000 GDP**)	
	1995	2025	1995	2025
China	67	109	16,0	6,2
Índia	62	86	19,6	7,9
USA	250	242	4,7	2,1
Sul da Ásia	62	85	19,3	8,0
Sudeste da Ásia	82	126	16,3	8,7
Sub-Saara	50	64	6,3	5,8

Países/ Regiões	Demanda Per Capita Doméstica de Água (ℓ/pessoa/dia)		Uso Intensivo de Água Industrial (m ³ por \$1000 GDP ^{**})	
	1995	2025	1995	2025
África				
América Latina	107	124	10,6	5,9
WANA*	60	67	8,4	5,1
Desenvolvidos	132	145	4,3	2,5
Em desenvolvimento	73	102	13,2	6,4
Mundo	86	109	5,9	3,6

* Oeste da Ásia e Norte da África **GDP = gross domestic product (produção doméstica bruta).

Para o Brasil, segundo Pegorin (2001), a distribuição da água doce disponível e do seu uso doméstico pode ser demonstrado conforme o exposto nas Figuras 1 e 2.

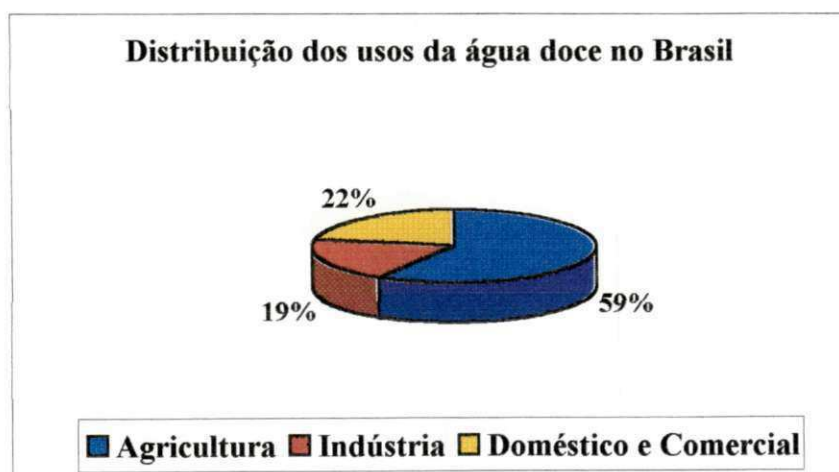


Figura 1 – Distribuição dos usos da água doce no Brasil (Pegorin, 2001).

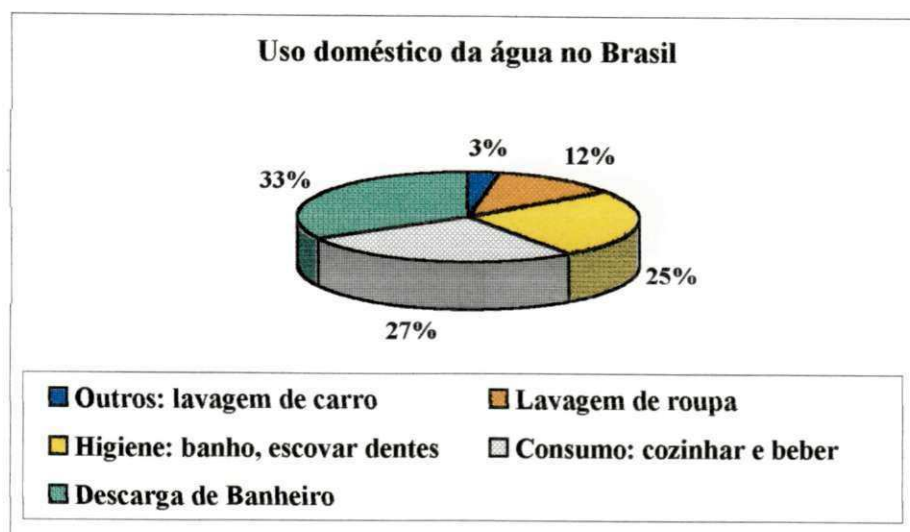


Figura 2 – Uso doméstico da água no Brasil (Pegorin, 2001).

Diante destes dados, nas grandes cidades brasileiras, medidas emergenciais têm sido tomadas de forma que a população não venha a sofrer com o problema da falta de água. Entre estas medidas está a expansão da oferta de água, na qual são construídos reservatórios, perfurados poços, realizadas as transposições das águas para atender as demandas da cidade. Esta expansão contínua da oferta tem se mostrado inviável do ponto de vista econômico, financeiro e ambiental.

Outra medida bastante comum e utilizada pelas concessionárias de água que abastecem os centros urbanos, é o racionamento de água. Esta alternativa reduz o consumo de água temporariamente, entretanto, não produz mudanças permanentes na conduta do usuário. Geralmente, em situação de racionamento, a população de baixa renda (que não tem condições de estocar água para o consumo nos dias faltosos) é a mais prejudicada.

Para as cidades de grande e médio porte, além dos crescimentos da demanda em relação a oferta de água, são identificados os seguintes problemas: os sistemas de abastecimento apresentam um alto nível de perdas; as bacias hidrográficas apresentam a disponibilidade reduzida com a finalidade de servirem como novos mananciais de abastecimento para áreas urbanas; os investimentos na implantação de novos sistemas de reservação, captação, tratamento, adução e distribuição de água são reduzidos e há um alto grau de desperdício de água pelo usuário final.

Observa-se, portanto, a necessidade de gerenciamento dos recursos hídricos, que de acordo com o Banco Mundial (1998), deve ser realizado no contexto de uma estratégia que reflita os objetivos sociais, econômicos e ambientais da nação, incluindo na

análise uma previsão realística das demandas de água, baseada no crescimento estimado da população e no desenvolvimento econômico.

A gestão da demanda é entendida como toda e qualquer medida voltada para reduzir o consumo de água final dos usuários, sem prejuízo dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais. Essa redução pode ser obtida através de mudanças de hábitos no uso da água ou mediante a adoção de aparelhos ou equipamentos poupadores (PNCDA, 2000). Ao economizar-se água, ter-se-á a sua conta reduzida. A concessionária reduzirá a sua liberação de água e conseqüentemente o manancial será preservado, ou seja, a gestão da demanda está diretamente ligada a gestão da oferta.

Savenije e Van der Zaag (2002) mostram que o gerenciamento da demanda pode ser obtido através de estratégias que influenciem a demanda, de modo a obter o uso eficiente e sustentável. A aplicação de programas de gerenciamento da demanda compreende a adoção de medidas técnicas e políticas, que resultam em ações socialmente benéficas e consistentes, tais como as relacionadas por Tate (2001):

- alto nível de benefício, chegando a razões superiores à 10:1 em relação aos custos;
- alta eficiência econômica na implantação de medidas de gerenciamento, com curto período de retorno do investimento;
- aumento da consciência das questões relacionadas a água;
- melhoria na qualidade de água e redução da necessidade de ampliação de estações de tratamento de esgoto.

Para concretizar tais ações há necessidade de um modelo de gerenciamento de águas com capacidade de abordar como um todo os problemas e oportunidades de desenvolvimento (crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental). Os instrumentos legais e econômicos necessários, devem ser aplicados integrando e articulando as instituições públicas, privadas e comunitárias interessadas, dentro de uma concepção sistêmica e por isso multissetorial e intersectorial (Lanna, 1997).

A aplicação do gerenciamento da demanda com a idéia de conservação, uso eficiente e economia de água deve estar na conduta do usuário, para que estes conceitos sejam bem assimilados (Braga, 2001).

Yoshimoto e Oliveira (1999), ressaltam que a preocupação com o futuro suprimento e a redução das demandas de água, associadas a consciência de seu uso final e ao desenvolvimento de tecnologias que promovam economias através do emprego de produtos mais eficientes, tem motivado a implantação de Programas de Uso Racional de Água em Edifícios. Os benefícios de uma economia proveniente de redução dos volumes de água a serem fornecidos aos consumidores urbanos, são:

- a redução do consumo enfocada como alternativa à expansão da oferta, aumentando o número de usuários atendidos;
- a diminuição dos investimentos na captação de água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas;
- a prorrogação da vida útil dos mananciais existentes, ou seja preservando os recursos hídricos disponíveis;
- a diminuição das demandas horárias de água, e na otimização dos sistemas – equipamentos e redes – implantados ou a serem implantados;
- a diminuição da geração de esgotos com necessidade de investimentos em redes e estações de tratamento;
- a diminuição da demanda de energia elétrica para operação dos sistemas de abastecimentos, coleta e tratamento de água que tem na matriz energética uma participação de aproximadamente 3%, implicando na otimização e redução dos investimentos na infra-estrutura energética.

2.3. Alternativas de gerenciamento da demanda de água

Várias são as alternativas de gerenciamento da demanda ou ações que podem viabilizar o alcance do uso racional da água, entre estas são:

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

- b) ações 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) ações 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; e
- d) ações regulatórias/institucionais: 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, outorga pelo uso da água, criação de comitês de bacias, entre outros.

Esta pesquisa se dedica ao estudo de quatro ações classificadas como “tecnológicas”:

1. reúso de água;
2. captação de água de chuva;
3. aparelhos poupadores;
4. medição individualizada em edifícios.

2.3.1. Reúso de água

O reúso de água é uma alternativa que cada vez mais vem sendo utilizada para compatibilizar a relação demanda/oferta de água e que constantemente vem apresentando tecnologias avançadas e adequadas para sua utilização. Através desta alternativa firma-se um novo conceito de que a água depois de utilizada não pode ser mais

descartada, sua adaptação a um novo uso (mediante um tratamento adequado) pode colaborar na redução de escassez hídrica.

Cecil (apud Lavrador, 1985), define reúso de água como sendo “ o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original ”.

A classificação de reúso de água adotada pela ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental) e apresentada por Westershoff (1984) é a seguinte:

- reúso potável:
 - direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável;
 - indireto: caso em que o esgoto, após o tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

- reúso não potável:
 - para fins agrícolas: com o objetivo de irrigar plantas alimentícias, como árvores frutíferas, cereais, etc., e plantas não alimentícias, tais como pastagens e forragens, além de ser aplicável para a dessedentação de animais;
 - para fins industriais: tais como: refrigeração, águas de processo, utilização em caldeiras etc.;
 - para fins recreacionais: classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentadas, recreacionais etc.;
 - para fins domésticos: para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização deste tipo de água em grandes edifícios;
 - para manutenção de vazões: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a

uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima de estiagem.

De acordo com o objetivo específico do reúso e com a qualidade da água utilizada, serão estabelecidos: os níveis de tratamento recomendados; os critérios de segurança a serem adotados; os custos de capital, operação e manutenção associados. Segundo as características, condições e fatores locais, tais como decisões políticas, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais, são selecionadas as possibilidades e formas de reúso (Hespanhol, 2002).

Costa (2001) apresenta os tipos de tratamento de efluentes a serem reutilizados:

- tratamento preliminar: remoção de sólidos grosseiros, flutuantes e matéria mineral sedimentável. Destacam-se os seguintes processos:
 - gradeamento;
 - peneiramento;
 - desarenação (caixas de areia);
 - retenção de óleos e gorduras.

- tratamento primário: remoção de sólidos em suspensão e sedimentáveis e remoção parcial da matéria orgânica em suspensão. Os principais processo de tratamento são:
 - sedimentação primária;
 - flotação;
 - precipitação química;
 - neutralização.

- tratamento secundário: remoção da matéria orgânica dissolvida e em suspensão presente nas águas residuárias. Os processos de tratamento são os seguintes:

- processos biológicos nos quais se destacam lodos ativados, lagoas aeradas, filtros biológicos e reatores anaeróbios;
 - processos físico-químicos: precipitação química.
- tratamentos terciário: é empregado para a obtenção de um efluente final de alta qualidade, ou quando é necessária a remoção de substâncias específicas do efluente líquido gerado na linha de processos de indústria. Destacam-se os seguintes processos:

- remoção de nutrientes (processos biológicos ou físico-químicos);
- torres de arraste com ar ou vapor;
- absorção em carvão ativado;
- resinas trocadoras de ions;
- filtração em areia;
- osmose reversa;
- eletrodialise;
- remoção de organismos patogênicos.

O reúso de água para fins potáveis é uma alternativa associada a riscos muito grandes, porque se torna na maioria das vezes inviável do ponto de vista econômico-financeiro, devido aos altos custos dos sistemas de tratamento avançados que seriam necessários. Este reúso é praticado, apenas, no caso de esgotos exclusivamente domésticos como matéria prima básica.

Moreira (2001) ressalta a importância do incentivo da prática do reúso em regiões de escassos recursos hídricos, devido as seguintes razões: constitui uma fonte de suprimento de água; proporciona a liberação da água disponível, para outros fins (menos os nobres, como o abastecimento humano); evita o lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgoto em corpos d'água, os quais em grande parte, são intermitentes, com vazão nula durante certo período do ano; e o esgoto doméstico tratado contém nutrientes, úteis às culturas irrigadas com o mesmo.

Apesar do Brasil não apresentar atualmente nenhuma forma de lei ou norma que oriente as atividades de reúso, apresenta leis que induzem indiretamente esta atividade

através da utilização de tecnologias voltadas para o uso racional de água, preservação e conservação do meio ambiente. Algumas dessas leis são apresentadas a seguir (Hespanhol, 2002; Fink e Santos 2003):

- lei nº6938/81 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, onde em seu Art. 2º, incisos VI e II, trata de “incentivos ao estudo e pesquisa de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais”, bem como a “racionalização do uso da água”. Os objetivos da lei a serem alcançados na execução da política são “o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais” e a “preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas a sua utilização racional e disponibilidade permanente concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida”;
- lei nº9433/ 97 que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, apresenta em seus objetivos, artigo 2º, inciso II: a “utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável”. No artigo 7º, os “Planos dos Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo”, apresenta no inciso IV: “metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis”. No artigo 19º a Cobrança pelo uso dos recursos hídricos apresenta nos seus objetivos, inciso II, “incentivar a racionalização do uso da água”.

O instrumento da outorga de direitos do uso dos recursos hídricos, previsto na Lei nº9.433/97, tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Este instrumento é importante para o reúso devido ao fato de que a partir da implantação do reúso direto no processo produtivo, fica o usuário automaticamente dispensado de qualquer autorização por parte do poder público para usar novamente a água, uma vez que sua reutilização não se enquadra neste tipo de concessão. A cobrança da água, outro instrumento previsto nesta mesma lei,

materializa o princípio usuário pagador, sendo um instrumento de bastante incentivo ao reúso de água através de uma captação cada vez menor e um maior reaproveitamento dos efluentes. Como instrumento da política de recursos hídricos, tem como um dos objetivos: incentivar a racionalização do uso da água por meio de cobrança pelo uso como instrumento econômico, incentivar direta ou indiretamente o reúso de água, esgotos ou efluentes, como forma de racionalizar o reaproveitamento dos recursos hídricos, ensejando a diminuição de sua demanda (Fink e Santos, 2003).

Os sistemas de reúso quando são adequadamente planejados e administrados, apresentam melhorias ambientais e de saúde, bem como (Hespanhol, 2002):

- evita a descarga de esgotos nos corpos de água;
- preserva recursos subterrâneos, principalmente em áreas onde a utilização excessiva de aquíferos provoca intrusão de cunha salina ou subsistência de terrenos;
- permite a conservação do solo, através da acumulação de “humus” e aumenta a resistência à erosão;
- contribui, principalmente em países em desenvolvimento, para o aumento da produção de alimentos, elevando assim os níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais de populações associadas aos esquemas de reúso;
- apresenta pequeno efeito poluente de nitratos nos aquíferos subterrâneos, utilizados para abastecimento de água, quando praticado numa camada profunda e homogênea, capaz de reter os nitratos;
- o acúmulo de contaminantes químicos no solo pode ocorrer, no entanto o mesmo pode ser evitado através da irrigação efetuada com esgotos de origem predominantemente doméstica.

Para que os planos de reúso de água sejam bem sucedidos, devem ser consideradas as seguintes ações (Hespanhol, 2002):

- critérios adotados para avaliar as alternativas de reúso propostas;
- escolha de estratégias de uso único ou uso múltiplo dos esgotos.

- provisões gerenciais e organizacionais estabelecidas, para administrar os esgotos, e para selecionar e implementar o plano de reúso;
- importância dada às considerações de saúde pública, e os riscos correspondentes;
- nível de apreciação da possibilidade de estabelecimento de um recurso florestal, através de irrigação com esgotos disponíveis.

A participação da sociedade é muito importante para o desenvolvimento de um projeto ou programa de reúso, visto que a mesma pode impulsionar o sucesso ou o fracasso do programa. Quanto melhor for o nível de informação dada, maior será a aceitação da população. De acordo com Asano (1998) os pontos de consideração importantes para o desenvolvimento de um projeto ou programa de reúso são:

- maior sensibilidade da população hoje do que no passado aos problemas de interesse público;
- necessidade de desenvolver um eficiente programa de divulgação e educação;
- necessidade de descobrir o que a população pensa do empreendedor;
- conveniência de se organizar um conselho consultor para cidadãos;
- necessidade de preencher o vácuo de informações;
- eficácia em demonstrar projetos semelhantes que foram bem sucedidos;
- importância em solicitar a contribuição dos cidadãos;
- conveniência de criar pequenos grupos de estudos;
- o direito de opor-se deve ser associado à obrigação de sugerir soluções.

De acordo com Santos e Mancuso (2003) foi realizada uma pesquisa com a população norte-americana durante os anos de 1975 a 1985, sobre a aceitação dos programas de reúso, e o resultado obtido revelou que a resistência do público em aceitar o reúso é diretamente proporcional à sua proximidade ou contato com a água objeto do programa, donde, muito naturalmente, o reúso potável mereceu a maior rejeição. Outro resultado foi que a aceitação do programa é crescente de acordo com o nível de educação e renda da população.

Experiências em reúso de água já foram realizadas em vários locais do Brasil e do mundo. Algumas dessas são detalhadas nas seções seguintes.

1. Experiências no Brasil:

a) Rio Grande do Norte

Foi implantado na cidade de Natal em um edifício residencial em construção, constituído de 05 pavimentos, um sistema de reaproveitamento das águas provenientes de chuveiros, lavatórios, tanques e máquinas de lavar roupa, e também as águas pluviais decorrentes das calhas, como forma de reciclagem de água servida para uso em descarga de bacias sanitárias, após o tratamento primário dessas águas clarificadas. A economia de água final do mês para este edifício é em torno de 36% e o investimento destinado a implantação do sistema, para o caso específico, ficou em torno de 0,58% do valor da construção. O período de retorno deste investimento é de aproximadamente 3 anos, sem considerar a redução da taxa de esgotamento sanitário público (Moreira, 2001).

b) São Paulo

A estação de tratamento de esgotos Dr. João Pedro de Jesus Netto no município de São Paulo trata 60 l/s de esgotos sanitários, 20 l/s são fornecidos para a indústria Coats Corrente, que se insere dentro do programa de Reúso de água da SABESP. Após sua adesão a este programa, a indústria passou a consumir água proveniente do tratamento de esgotos para beneficiamento de fios; mercerização; alvejamento; tingimento e lavagem de fios. O consumo crescente de água de reúso em base anual é satisfatório às necessidades da indústria conforme indica a ampliação de sua utilização para novas linhas de produção (fio branco, por exemplo) e outras atividades industriais (Pádua Filho, 2003).

Na cidade de Guarulhos existem três regiões prioritárias para estabelecimento de uma rede dual de abastecimento público, com rede de água potável e não potável (água industrial). As regiões são: a Cidade Satélite Industrial de Cumbica. Região de Bom Sucesso e Jardim Santo Afonso. No aeroporto de Guarulhos, próximo à

cidade de São Paulo, há reciclagem da água do terceiro terminal, para utilização em descargas sanitárias e sistemas de resfriamento (Tomaz, 2001).

O Movimento Habitacional Casa Para Todos, de São Paulo, colocou em funcionamento um sistema de reaproveitamento de água para fins domésticos, pioneiro em edifícios residenciais. O sistema capta água utilizada nos chuveiros e lavatórios e a deposita em um reservatório no subsolo das torres dos residenciais, a partir daí a água é submetida a um tratamento de filtração por areia e cloração e retorna já tratada para uma caixa especial implantada no teto das torres, para aproveitamento exclusivo nas caixas de descarga dos vasos sanitários (Oliveira e Brasil, 2001).

c) Paraná

Em Curitiba foi aprovada a lei municipal que cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações, prevendo que todos os edifícios a serem construídos na capital deverão ter sistemas de captação da água usada no chuveiro para reutilizá-la no vaso sanitário. E mais: determina a instalação de sistemas de armazenamento da água da chuva, de modo que ela possa ser usada na lavagem de carros e calçadas ou para regar jardins. Além disso, obriga os prédios a terem hidrômetros individuais para os apartamentos e a usarem equipamentos sanitários mais econômicos.

2. Experiências em outros países

a) Países do MENA (*Meio Oeste e Norte da África*)

A região do MENA que abrange os países da Argélia, Bahrein, Chipre, Egito, Irã, Iraque, Israel, Jordânia, Kuwait, Líbano, Líbia, Marrocos e Saara Ocidental, Omã, Autoridade Palestina, Qatar, Arábia Saudita, Síria, Tunísia, Turquia, Emirados Árabes Unidos e Iêmen, abastece 300.000.000 de pessoas e possui apenas 1% do estoque anual de água renovável. A única forma significativa, crescente e confiável de água é através da produção de esgotos, cada vez maior devido ao aumento da população. Em alguns países como Emirados Árabes Unidos, Omã, Bahrein, Egito, Iêmen, Jordânia, Síria e Tunísia, o uso de esgotos tratados e não tratados é comumente usado na conservação

paisagística e na agricultura. No Chipre vigora um programa subsidiado para os domicílios que desejam instalar sistemas de reuso dos esgotos secundários para descarga de vasos sanitários (Santos e Mancuso, 2003).

b) Cidade de Windhoek, Namíbia

Nesta cidade, o esgoto tratado em nível secundário é conduzido a um sistema de tratamento constituído por nove lagoas interligadas em série, caracterizando um sistema de maturação. O sistema de Windhoek é constituído de 15% de esgotos tratados e 85% de água tratada e está funcionando à cerca de dez anos. A água produzida atende aos padrões atuais de qualidade preconizados pela Organização Mundial de Saúde (Pound et al. *apud* Brega Filho e Mancuso, 2003).

c) Denver, Colorado

Foi construída uma estação de tratamento de demonstração com capacidade de 44 ℓ/s , para estudar a viabilidade técnica e econômica do reuso potável direto, empregando-se tecnologia de ponta para potabilização de água de má qualidade em razão de seu uso anterior. Além disso, o projeto foi idealizado para possibilitar o desenvolvimento de metodologias científicas de monitoramento de qualidade de água, baseado nos mais modernos indicadores (Brega Filho e Mancuso, 2003).

d) Virgínia, Estados Unidos

As águas do rio Occopan, Virgínia – EUA são constituídas de 12% de esgotos domésticos, se considerada sua vazão mínima. Esses esgotos são submetidos a tratamento avançado antes de serem despejados no rio, o que garante uma boa qualidade da água (Montgomery *apud* Brega Filho e Mancuso, 2003).

e) Cidade do México, México

O México possui o maior e mais velho projeto de reúso da água usando esgoto sanitário para uso na agricultura e irrigação. São irrigados em todo o país 257.000 hectares com vazão de $102\text{m}^3/\text{s}$, ou seja, 8.812.000.000 ℓ /dia (dados de 1995) (Tomaz, 2001).

f) Japão

De acordo com Moreira (2001) a prática da recuperação de água de desperdiçada tem visado, nas décadas mais recentes, à reutilização urbana. Surgem cada vez mais prédios de escritórios e complexos de apartamentos com água reciclada proveniente de Estações Públicas de Tratamento de Água Desperdiçada (TPT). Dados de 1991 mostram que haviam 876 TPT operando no Japão, descarregando aproximadamente $11.000.000.000\text{m}^3/\text{ano}$ de efluentes secundários tratados. Destes, aproximadamente $1.000.000.000\text{m}^3/\text{ano}$ de água desperdiçada recuperada de 99 TPT são reutilizadas em uso industrial (41%), água do meio-ambiente e aumento de fluxo (32%), irrigação na agricultura (13%), uso urbano não-potável e descarga (8%) e derretimento de neve e remoção sazonal (4%).

Na cidade de Fukuoka (com aproximadamente 1,2 milhão de habitantes), vários setores operam com rede dupla de distribuição de água, uma das quais com esgotos domésticos tratados em nível terciário, para uso em descarga de banheiros em edifícios residenciais e para irrigação de árvores em áreas urbanas, entre outros usos (Hespanhol, 2001).

2.3.2. Captação de água de chuva

A gestão da demanda de água é uma área que trata de medidas extensivas de sua conservação e exercita o controle apropriado do suprimento de sistemas de distribuição de água para assegurar o mínimo possível. Como visto anteriormente, vários são os métodos para aumentar a oferta de água, onde a captação de água de chuva é um deles (Appan, 1999).

Aliado aos problemas de abastecimento de água, a impermeabilização dos solos, que aumenta as enchentes urbanas, é outro problema que ocorre nas grandes cidades.

Diante desta realidade, o manejo efetivo das fontes de água exige uma abordagem holística ligando o desenvolvimento social e econômico à proteção dos ecossistemas naturais, realizado através de abordagens participativas envolvendo usuários, planejadores e articuladores políticos em todos os níveis. Em que tanto as mulheres quanto os homens têm um papel vital em prover, gerenciar e proteger a água. O manejo integrado de fontes de água é baseado na percepção da água como parte integrada de um ecossistema, um recurso natural e um bem social e econômico (Banco Mundial, apud Gnadlinger, 2001a).

A captação de águas pluviais é uma técnica que foi difundida há milhares de anos especialmente em regiões semi-áridas, onde as chuvas só ocorrem durante poucos meses no ano e em locais diferentes. Na China há dois mil anos já existiam cacimbas e tanques para armazenar água de chuva; no Irã existem os Abanbars que são antigos e tradicionais sistemas de captação de água de chuva; no México existem tecnologias tradicionais datadas da época dos Maias e Astecas; no deserto de Negev, hoje território de Israel e Jordânia, há dois mil anos existiu um sistema integrado de manejo de água de chuva. No Brasil até os anos trinta, muitas cidades tiveram casas com sistemas de estocagem de água de chuva em cisternas individuais. Esta prática, porém, foi abandonada com o advento das redes de abastecimento de água (Gnadlinger, 2000; Sickermann, 2002).

Ultimamente, a exemplo das áreas rurais, o uso de armazenamento de águas pluviais é retomado em áreas urbanas, principalmente em áreas em que o abastecimento de água depende de reservatórios distantes, como é o caso da cidade de Tóquio, no Japão.

O Sistema de captação de água de chuva tem sido utilizado gradualmente, e apresenta as seguintes vantagens (Kita et alii, 1999):

- a) a chuva que cai nos telhados é coletada e armazenada em recipientes, evitando que esta venha a entrar nas redes de esgoto e cause inundações;
- b) o suprimento de água da cidade pode ser mantido por estocar a água, que é utilizada em regas de jardins e descargas sanitárias;
- c) a água de chuva pode ser utilizada em reservas de incêndios, bem como para usos domésticos e em épocas de emergência para beber.

Além disso, têm sido criados em países, como no Japão, sites na internet com informações ao público em geral sobre a utilização e programas de financiamento de

sistemas de captação de água de chuva. No Brasil temos o site da ABCMAC (Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva) que apresenta além de informações sobre água de chuva, artigos resultantes de pesquisas nesta área, além de reunir todos os anos, pesquisadores e estudiosos sobre captação e manejo de água de chuva no mundo em simpósios nacionais e internacionais.

A água de chuva é uma ótima alternativa para combater os efeitos da estiagem, por ter um nível tecnológico apropriado de pequena escala, os custos são acessíveis, a capacidade de produzir resultados imediatos e o fato de ser baseado em técnicas de armazenamento de águas populares. Segundo Andrade Neto (2003) a água das chuvas é excelente para vários usos, inclusive para beber, exceto em locais com forte poluição atmosférica, a contaminação geralmente ocorre na superfície de captação (telhado, solo ou outra superfície preparada ou natural) ou quando está armazenada de forma não protegida.

A gestão sustentável de águas pluviais em meios urbanos, reduz os custos da conta de água, economiza água tratada e energia elétrica (necessária ao bombeamento de água da rede de abastecimento) e restaura o ciclo hidrológico das cidades, favorecendo, por exemplo a recarga de águas subterrâneas. É uma alternativa vantajosa do ponto de vista racional, pois a água é captada e guardada, podendo ser posteriormente filtrada no local de uso, tratada com facilidade, servir para descargas de bacias sanitárias, lavagem de roupas, pisos, carros e calçadas, usada em reservas de incêndio e regas de jardim (Gnadlinger, 2001b; Sickermann, 2002).

Além de economizar o uso de água potável para descargas de bacias, a captação da água de chuva apresenta mais uma vantagem por reduzir a quantidade de água pluvial introduzida no sistema de esgoto, aliviando a carga máxima e evitando a sobrecarga do sistema, que pode causar enchentes e problemas sérios de saúde pública (Schmidt, 2001).

Os fatores mais importantes a serem considerados no desenvolvimento de sistemas de captação de água de chuva são (Appan, 1997):

- viabilidade técnica → a construção deve ser a mais simples possível e os materiais devem estar disponíveis no comércio local;
- viabilidade econômica → um modelo econômico pode ser desenvolvido para executar o sistema e é de fundamental importância;

- aceitação sócio-cultural → o sistema de instalação das unidades individuais devem ter o melhor entendimento possível para maior adaptação e aceitabilidade das pessoas;
- educação sanitária → é uma parte integral da propagação dos sistemas de captação de água de chuva em termos de enfatizar a conveniência do sistema e a forma de manter, utilizar e otimizar o uso. Outro aspecto importante é a necessidade de assegurar a qualidade da água de acordo com o uso determinado.

De acordo com os fatores acima citados, relacionados à viabilidade técnica, várias tecnologias novas e materiais modernos têm permitido uma nova abordagem na construção de tanques de armazenamento e áreas de captação, o que tem levado a uma nova expansão dos sistemas de captação de água de chuva, tanto em regiões onde eram usados anteriormente como em áreas onde, até então, eram desconhecidos (Gnadlinger, 2000).

Quanto ao item viabilidade econômica, Sickermann (2002) avaliou os custos e a economia de água considerados para a aplicação da captação de água de chuva de acordo com a edificação considerada, onde os resultados são apresentados na Quadro 1 a seguir.

Quadro 1- Avaliação dos custos e economia de água para a captação de água de chuva em edifícios (adaptado de Sickermann, 2002)

Tipo de Edificação	Custo de Implantação	Economia de Água
Condomínio Vertical	Baixo	Pequena (área de captação é relativamente pequena em relação ao número de habitantes)
Condomínios Horizontais e Residenciais Unifamiliares	Será menor se o sistema for planejado antes da construção	Grande
Galpões e Armazéns	O retorno é bastante aceitável	Depende da intensidade do uso da água
Loteamentos Industriais e Residenciais e Aeroportos	Relativamente baixo	Boa

Em relação à aceitação sócio-cultural, o papel da mulher é bastante importante no desenvolvimento dos sistemas de captação de água de chuva, é ela que

sempre teve que providenciar e manejar água para o uso doméstico. São as mulheres que buscam água em pontos distantes, quando necessário. Em áreas rurais, como em Cícero Dantas – BA, as mulheres após receberem treinamentos sobre o suprimento de água passaram a exigir dos maridos a construção de cisternas perto de suas casas, poupando assim a árdua tarefa de carregar diariamente a “lata d’água na cabeça” (Gnadlinger, 2001a).

As várias formas de utilização da água de chuva em áreas urbanas e seus conseqüentes benefícios são comentados a seguir (Appan, 1999):

- **instituições públicas:** considerada uma alternativa economicamente viável, onde normalmente são explorados telhados e solos: de pequenas captações em escolas, shoppings, terminais de ônibus, etc. No Brasil, vários projetos nesta linha têm sido implantados. Há exemplos de empresas de ônibus, como é o caso da Viação Santa Brígida, em São Paulo, que reaproveita a água de chuva para a lavagem dos ônibus, pisos e peças dos veículos. Nesta empresa são abrigados 500 ônibus, toda água de chuva que cai sobre os 9.000m² de área coberta é captada por canaletas e direcionada para uma rede de piscinões subterrâneos, com capacidade para 150.000 ℓ cada um (Escobar, 2002);
- **edifícios altos em áreas de grandes densidades demográficas:** na cidade de Toronto, Ontário, Canadá, a Toronto Healthy House (THH) é um projeto habitacional tipo duplex, completamente independente do sistema municipal de águas e saneamento. A água potável é obtida do sistema de captação de água de chuva e todo o esgoto é reciclado para usos não potáveis. A THH foi concluída em 1997. A água é captada pelos telhados e superfícies do solo, e posteriormente tratada e utilizada para recursos potáveis de habitações, tais como: abastecimento de pias de cozinhas e banheiros e máquinas de lavar louça. Todas as outras partes da casa são abastecidas por água tratada e reciclada dos esgotos. Aliados a isso foram colocados aparelhos poupadores no edifício, tais como: bacias sanitárias de 6 ℓ, torneiras e chuveiros com redutores de vazão, entre outros (Waller et al, 1999).

- **o uso de escoamento em aeroportos:** em Singapura, no Aeroporto Changi a pista de pouso com uma área aproximada de 530ha, tem sido utilizada para obter água não potável que é posteriormente utilizada para lavagem de pisos, reserva de incêndio e descargas de banheiros no próprio aeroporto (Appan, 1999);
- **captação de água de chuva em áreas industriais:** em Campina Grande – PB, Brasil, a Fábrica Silvana, de fechaduras, dobradiças etc. localizada no Distrito Industrial da cidade, capta água de chuva do telhado em uma área de aproximadamente 12.000m². Esta água é levada através de calhas e tubulações para uma única cisterna de aproximadamente 5.888m³, onde é posteriormente tratada e utilizada em toda produção da fábrica e nos demais compartimentos da mesma (banheiros etc.).

Além das experiências em captação de água de chuva comentadas anteriormente, outras podem ser identificadas e são apresentadas a seguir.

Experiências em Captação de Água de Chuva já foram realizadas no Brasil e em outras regiões do mundo. Algumas dessas podem ser detalhadas nas seções seguintes.

1. Experiências no Brasil

a) Paraíba

Na cidade de Campina Grande foi realizada uma análise preliminar da adoção de cisternas de placas no CAMPUS da Universidade Federal de Campina Grande, através de oferta e economia de água e cálculo de custos e período de retorno do investimento. Os resultados foram bastante satisfatórios, apresentando um período de retorno do investimento aproximado em cinco meses (Almeida, 2001).

b) São Paulo

Na cidade de Guarulhos foi colocado no novo código de obras, Lei nº5617 do ano de 2000, artigo 190, capítulo XII, a exigência de construção de reservatórios de retenção em lotes (Tomaz, 2001).

A norma nº13276/02 torna obrigatória na cidade de São Paulo a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m². A norma só vale para novas edificações (Ciocchi, 2003a).

Em Ribeirão Preto foi realizado um trabalho de análise de custo de implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva para uma residência unifamiliar, onde o sistema é composto por captação, acumulação e distribuição. A água captada é utilizada nas descargas de vasos sanitários, lavagem de carros e pisos e irrigação de jardins. O sistema foi implantado e os resultados obtidos mostraram que o período de retorno do investimento é de 6 anos e 9 meses (Campos et alii, 2003).

2. Experiências em outros países

a) Gansu, China

O governo local da província de Gansu colocou em prática o projeto de captação de água de chuva denominado "121": construção de (1) área de captação de água, (2) tanques de armazenamento de água e (1) lote para plantação de culturas comercializáveis. O projeto solucionou o problema de água potável para 1,3 milhão de pessoas (260.000 famílias) (Gnadlinger, 2001b).

b) Berlim, Alemanha

Em 1999, foi feito em um bairro com 213 pessoas, captação de água de chuva em telhados e nas ruas para que a água fosse usada principalmente em descargas de bacias e em regas de jardim. A água de chuva é filtrada e desinfetada com raios ultravioleta, e usado em média 35 l / pessoa/dia (Schmidt, 2001).

c) Japão

A captação de água de chuva é feita em casas, prédios e apartamentos, estádios de basebal e prédios de escritórios. A água de chuva é usada para as descargas nas bacias sanitárias e regas de jardim (Kita et alii., 1999).

d) Hamburgo, Alemanha

A água de chuva é muito utilizada para descargas nas bacias e serve para aliviar os picos das vazões das enchentes (Schmidt, 2001).

2.3.3. Aparelhos poupadores

Em sistemas em que a exploração de novos mananciais tende a ser cara, e onde o índice de perdas nas redes de distribuição já atinge valores considerados razoáveis, as ações em busca da redução do consumo em nível das instalações prediais passam a ser prioritárias (Santos et alii., 2000).

Assim, surgiu a necessidade do desenvolvimento de tecnologias poupadoras de água para os sistemas prediais em todo mundo, com o objetivo de reduzir o consumo de água. Trata-se de uma estratégia de conservação direcionada por ações que dependem menos de hábitos e motivação permanente, e mais da tomada de decisão racional relativas a aquisição de componentes poupadores (Moreira, 2001).

Na ação tecnológica de introdução de componentes economizadores de água nas novas construções, em sua grande maioria, a redução de consumo é alcançada independente da ação do usuário. Além de evitar perdas de água devido ao mau fechamento de componentes convencionais (Oliveira e Gonçalves, 1999).

Fischer (2001) apresenta resultados de uma pesquisa realizada pela SABESP, em que é facilmente observada a economia de água obtida pela substituição de equipamentos convencionais pelos economizadores. A Tabela 3 apresenta os respectivos dados.

De acordo com os estudos do IPT e da SABESP, relacionados à demanda e a utilização de água, uma pessoa no Brasil gasta de 50 a 200 ℓ de água por dia em

chuveiros e bacias sanitárias, lavatórios e tanques (Sayegh, 2002). Segundo a SABESP (2000), vários países que implantaram programas de economia de água, tais como : Suíça , Estados Unidos, Reino Unido e Colômbia, investiram no estudo de caracterização do perfil do consumidor, ou seja, o consumo por tipo de equipamento nas atividades diárias da família. A utilização da água dentro das casas varia de família para família e está ligada ao poder econômico, variando de acordo com o local. O resultado mostrou que nestes países a bacia sanitária é responsável pelo maior consumo de água na residência, cerca de 35%.

Diante de dados como estes é que são desenvolvidas pesquisas com auxílio de levantamentos estatísticos para a obtenção de dados necessários ao desenvolvimento de inovações em tecnologias poupadoras.

Uma pesquisa realizada em 1998 pela American Water Works Association Research (AWWARF) em 1.188 residências unifamiliares de 12 cidades dos Estados Unidos chegaram aos seguintes resultados apresentados na Tabela 4. Observou-se que o consumo interno de uma casa na qual são feitas economias de água através da implantação de aparelhos poupadores como: bacias de 6 ℓ/descargas, torneiras, chuveiros etc, foi de 196 ℓ/dia/habitante, enquanto que nas casas onde não houve conservação de água, o consumo foi de 280 ℓ/ dia/ habitante (Tomaz, 2001).

Tabela 3 – Economia de Água com Equipamentos Economizadores (Fischer, 2001)

Equipamentos	Consumo em equipamento convencional	Equipamento Economizador	Consumo do Equipamento Economizador	Economia %
Bacia com caixa acoplada	12,0 ℓ/descarga	Bacia VDR	6,0 ℓ/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10,0 ℓ/descarga	Bacia VDR	6,0 ℓ/descarga	40%
Ducha (quente+fria) até 6 mca	0,19 ℓ/s	Restritor de vazão de 8 ℓ/min	0,13 ℓ/s	32%
Ducha (quente+fria) 15 a 20 mca	0,34 ℓ/s	Restritor de vazão de 8 ℓ/min	0,13 ℓ/s	62%
Torneira de pia – até 6 mca	0,23 ℓ/s	Arejador de vazão 6 ℓ/min	0,10 ℓ/s	57%
Torneira de pia – 15 a 20 mca	0,42 ℓ/s	Arejador de vazão 6 ℓ/min	0,10 ℓ/s	76%
Torneira de uso geral/ tanque –	0,26 ℓ/s	Regulador de vazão	0,13 ℓ/s	50%

Equipamentos	Consumo em equipamento convencional	Equipamento Economizador	Consumo do Equipamento Economizador	Economia %
até 6 mca				
Torneira de uso geral/ tanque – de 15 a 20 mca	0,42 ℓ/s	Regulador de vazão	0,21 ℓ/s	50%
Torneira de uso geral/ tanque – até 6 mca	0,26 ℓ/s	Restritor de vazão	0,10 ℓ/s	62%
Torneira de uso geral/ tanque – 15 a 20 mca	0,42 ℓ/s	Restritor de vazão	0,10 ℓ/s	76%
Torneira de jardim – 40 a 50 mca	0,66 ℓ/s	Regulador de vazão	0,33 ℓ/s	50%
Mictório	2,0 ℓ/uso	Válvula automática	1,0 ℓ/uso	50%

Tabela 4 – Consumo interno de uma casa com conservação e sem conservação (Tomaz, 2001)

Uso da Água	Sem Conservação		Com Conservação	
	Porcentagem	ℓ/dia/hab.	Porcentagem	ℓ/dia/hab.
Bacia Sanitária	27,7%	78,0	19,3%	38,0
Lavagem de Roupas	20,9%	59,0	21,4%	42,0
Chuveiros	17,3%	47,0	20,1%	39,0
Torneiras	15,3%	43,0	21,9%	43,0
Vazamentos	13,8%	39,0	10,1%	19,0
Outros consumos Domésticos	2,1%	6,0	3,1%	6,0
Banheira	1,6%	4,0	2,4%	5,0
Lavagem de pratos	1,3%	4,0	2,0%	4,0
Total Interno	100%	280,0	100%	196,0

2.3.3.1. Bacia sanitária de Volume de Descarga Reduzido (VDR)

A bacia sanitária é um aparelho ligado à instalação predial e destinado ao uso de água para fins higiênicos ou receber os dejetos e águas servidas (Creder, 1996). Existem três tipos de funcionamento de bacias sanitárias: por gravidade, pressão e vácuo. As bacias sanitárias por gravidade apresentam a descarga de água de 1,6 ℓ/s (Brasil: NBR 6452 da ABNT), com sifonagem da água contida no vaso junto aos dejetos humanos. Após

a sifonagem é recomposto automaticamente o selo hídrico, que evita o retorno dos gases de esgoto para o banheiro. As bacias por pressão liberam o ar comprimido que fica armazenado em tanque necessitando de pouca água para o arraste. Já as bacias à vácuo quando são acionadas, cria-se um vácuo relativo e a descarga é feita com pouca água (Tomaz, 2001).

A bacia sanitária é um dos aparelhos responsáveis por um grande consumo de água no seu funcionamento. De acordo com os estudos realizados pela USP, no Brasil, a bacia sanitária corresponde a 29% do consumo de água residencial, como apresentado na Figura 3.

Com o objetivo de reduzir o consumo de água, vários países vêm adotando o uso de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido (VDR). As bacias VDR são conjuntos de bacia sanitária com caixa acoplada que trabalham com o volume reduzido de água por descarga, este modelo varia de fabricante para fabricante, e de país para região, cujos valores são em torno de 9 a 6 ℓ nos Estados Unidos e entre 9 e 3 ℓ na Europa (Gonçalves et alii, 1999).

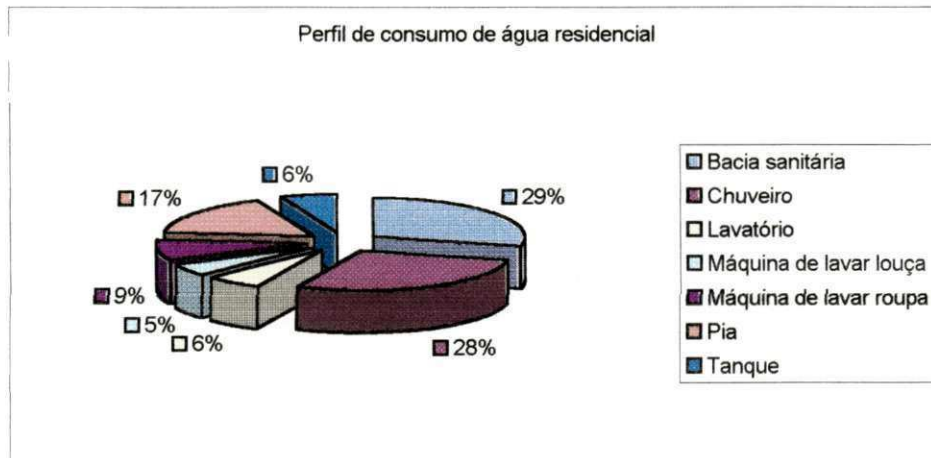


Figura 3 – Perfil do consumo de água residencial (Deca, 2000).

As bacias VDR apresentam uma geometria específica, capaz de proporcionar a ação sifônica suficiente ao perfeito desempenho do aparelho, principalmente quando comparadas às bacias convencionais (12 ℓ) que embora alimentadas por caixas de descarga reguladas pelo usuário para diferentes volumes de descarga, não são eficientes (Santos et alii, 1998). A seguir é apresentada uma avaliação de tecnologias de bacias sanitárias VDR:

Quadro 2- Avaliação de Tecnologias de Bacias VDR (Gonçalves et alii, 1999).

Produto	Bacia VDR (3 litros)	Bacia VDR (6 litros)
Fatores Considerados		
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

No Brasil, o Governo Federal incluiu no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – PBQP-H, a exigência de que a partir de 2002 todas as bacias sanitárias produzidas no país apresentem um volume nominal de 6 ℓ/descarga (Coelho, 2001). A maioria das bacias comercializadas, até então, apresentam de 9 a 12 ℓ/descarga.

2.3.3.2. Torneiras de baixo consumo

Uma torneira mal fechada pode causar vazamentos de 40 ℓ/dia até 40.000 ℓ/dia dependendo da pressão (Coelho, 2001). Diante disso, a utilização de um dispositivo de baixo consumo e que distribua bem o jato de água, pode reduzir bastante o consumo (Oliveira e Gonçalves, 1999). Dentre os dispositivos de redução de vazão, tem-se:

- arejadores: são dispositivos fixados na saída da torneira, que reduz a secção da passagem da água, por meio de peças ou telas finas, e que possui orifícios na superfície lateral para entrada de ar durante o escoamento da água. Diminuem cerca de 50% o jato das torneiras, resultando em vazões entre 0,13 ℓ/s e 0,76 ℓ/s. Podem ser divididos em (Coelho, 2001):

- simples: com a função de misturar o ar com a água da torneira para reduzir a vazão e permitir melhor aproveitamento da água;
 - de fluxo constante: que permitem uma vazão predeterminada qualquer que seja a pressão.
-
- automatizadores: são caracterizados por fornecer uma vazão da ordem de 0,01 l/se com pressão de alimentação de 350kPa;
 - prolongadores: aproximam e direcionam melhor o jato ao objeto a ser lavado;
 - pulverizadores: são dispositivos fixados na saída das torneiras que não tem orifícios laterais para a introdução de ar, transformam o jato de água em um feixe de pequenos jatos semelhantes a um chuveirinho.
 - torneiras acionadas por sensor infravermelho: são dotadas de um sensor infravermelho, o qual funciona com um conjunto emissor receptor, em que o receptor detecta a reflexão emitida pelas mãos e aciona a válvula solenóide que libera a água para o uso. O fluxo cessa quando as mãos são retiradas do campo de ação do sensor;
 - torneiras com tempo de fluxo determinado: são dotadas de um dispositivo mecânico que, uma vez acionado, libera o fluxo da água, fechando-se automaticamente após um determinado tempo. É bastante utilizada em nosso país para banheiros públicos, restaurantes, bancos, escolas, universidades, etc.

A Tabela 5 apresenta uma avaliação de tecnologias de torneiras:

Tabela 5 - Avaliação de Tecnologias de Torneiras (Gonçalves et alii., 1999).

Produto	Torneira com arejador	Torneira Com pulverizador	Torneira com automatizador	Torneira acionada por sensor infravermelho	Torneira de fluxo determinado
Fatores Considerados					
Procedência	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão	Brasil EUA Europa Japão
Nível tecnológico	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Impacto Cultural	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de Implantação em edifícios a construir	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de Implantação em edifícios existentes	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Dificuldade de operação	-	-	-	Baixo	Baixo
Dificuldade de Manutenção	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Vazão média de água (litros/descarga)	0,13 a 0,76	0,13 a 0,76	0,13 a 0,76	0,2 a 1,4	0,2 a 1,4

2.3.3.3. Chuveiros de vazão reduzida

O chuveiro é o segundo maior responsável pelos consumos nas residências (Figura 3), correspondendo de 22 a 28 % do consumo interno de água.

Entre os chuveiros de vazão reduzida podemos citar (Coelho, 2001):

- chuveiros de acionamento hidromecânico: em que após determinado tempo fecham automaticamente;
- chuveiros tipo ducha: em que o usuário pode fazer lavagem localizada de cada parte do corpo reduzindo o desperdício de água, são bastante utilizados na Alemanha, França e em alguns países da Europa;

- chuveiros hidromecânicos com controle de vazão para ajuste de temperatura: apresentam um dispositivo com controle de vazão para ajuste da temperatura de água, é bastante utilizado nas regiões de climas frios;
- chuveiro com acionamento de pedal: enquanto o usuário está pisando no pedal a água jorra, ao retirar o pé do mesmo, a água pára.

Experiências em aparelhos poupadores realizadas no Brasil e em outras regiões do mundo podem ser observadas nas seções seguintes.

1. Experiências no Brasil

a) Santa Catarina

Em Santa Catarina, uma norma obriga a utilização de metais economizadores em obras de construção e reformas de escolas.

b) São Paulo

Em São Paulo, os consultórios dentários devem possuir torneiras de fechamento automático (Sayegh, 2002).

O Projeto PURA (Programa de Uso Racional de Água) apresenta várias experiências de implantação de aparelhos poupadores e redução de perdas em edifícios. Trata-se de uma parceria entre a SABESP e a USP (Universidade de São Paulo). No âmbito deste projeto, no Instituto do Coração do Complexo do Hospital das Clínicas de São Paulo – InCor, onde foi implantado um programa de redução das perdas e trocas de aparelhos sanitários por modelos poupadores. O impacto de redução do consumo de água total verificado após a implantação do PURA foi de 39,3%. O mesmo programa foi aplicado na Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus Fernão Dias Paes, obtendo o resultado do impacto da redução de consumo de água total após a implementação em cerca de 95% (Oliveira e Gonçalves, 1999).

c) Curitiba

Santos et al. (2000) realizaram um estudo de previsão para o ano de 2010 na cidade de Curitiba, em que se somente as novas construções da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), passarem a utilizar bacias sanitárias economizadoras em substituição as bacias sanitárias convencionais, a economia será de 115 ℓ/s para bacias de 9 ℓ e 231 ℓ/s para as bacias de 6 ℓ. Economia esta equivalente ao abastecimento de uma população estimada de 92.400 habitantes.

2. Experiências em outros países

a) Estados Unidos e Canadá

Em Nova York, o governo pagou cerca de 100 dólares a cada morador para que trocasse as bacias antigas por modelos economizadores, com o objetivo de reduzir a produção de esgoto. Este programa gerou uma redução de 30% do consumo de água do estado. Nos Estados Unidos e Canadá o volume de 6 ℓ já é o limite máximo por descarga permitido legalmente. Em Los Angeles, 40.000 bacias foram substituídas entre 1990 e 1991 – depois deste ano a substituição vem ocorrendo à ordem de 10.000 bacias por mês.

Na cidade de Waterloo, no Canadá, foi implantado em 1994, um programa de troca de bacias sanitárias por modelos economizadores (VDR) que consomem 6 ℓ/descarga. A economia obtida, em média, a cada três sanitários trocados é de 100 ℓ/dia (Regional Municipality of Waterloo, 2000).

b) Cidade do México, México

Na cidade do México foram substituídas em 1998, gratuitamente, 350.000 bacias sanitárias possibilitando o abastecimento de mais de 250.000 pessoas. Na pequena San Simeon, Califórnia, a instalação de 1.198 bacias de 6 ℓ permitiu uma economia de 39% do total de água consumida na cidade (Tomaz, 2001; Mawakdiye, 1996).

2.3.4. Medição individualizada em edifícios

A medição individualizada é uma medida utilizada para a redução do desperdício de água familiar. Trata-se da colocação de um medidor de água em cada apartamento, onde cada usuário paga a conta de acordo com o seu consumo de água no mês.

Esta medida tem por objetivo obter a redução do consumo de água, bem como dos custos, através da emissão da conta de água/esgotos para cada apartamento de um edifício. Surgiu da necessidade de uma distribuição mais justa dos custos das contas de água/esgotos, de forma que cada um pudesse controlar o seu consumo em decorrência da sua própria conta.

Trata-se de uma metodologia bastante comum em países da Europa e há poucos anos tem sido utilizada em cidades brasileiras.

De acordo com Coelho (2001), a medição individualizada apresenta as seguintes vantagens:

1. em relação ao consumidor:

- o pagamento da conta de água é proporcional ao consumo;
- o usuário não pagará pelo desperdício dos outros;
- o usuário não correrá o risco de ter a sua água cortada porque outros não pagaram suas contas;
- a redução do pagamento da conta de água, em alguns casos chega a 50%;
- a redução do consumo do edifício chega a ser de 30%;
- aumenta a possibilidade de localização de vazamentos internos nos apartamentos;
- há uma maior satisfação do usuário, que passa a controlar sua própria conta.

2. em relação à concessionária:

- redução do índice de inadimplência;
- redução do consumo de água podendo atingir, em média 30%;
- redução do número de reclamações de consumo.

3. em relação aos construtores e projetistas:

- a economia nas instalações hidráulicas em projetos elaborados criteriosamente para a medição individualizada de água situa-se próximo de 22%;
- há maior facilidade de venda de apartamentos com medição individualizada de água.

4. em relação à comunidade em geral:

- preservação dos recursos hídricos e conseqüentemente para o meio ambiente e o ecossistema.

Na Região Metropolitana do Recife – PE foi realizada a experiência de medição individualizada em mais de 1.500 edifícios antigos. Este estudo realizado por Coelho e Maynard (1999) resultou no desenvolvimento de um modelo técnico para medição individualizada, que apresenta:

2.3.4.1. Fatores determinantes

Para o projeto de medição individualizada em edifícios, os fatores determinantes se resumem em:

1. solicitação dos moradores;
2. incentivo a economia de água;
3. redução do índice de inadimplência.

2.3.4.2. Ações necessárias

1. solicitação do estudo da individualização no edifício a concessionária;
2. solicitação de inspeção visando a individualização a uma loja de atendimento ao público;

3. realização da inspeção e fornecimento de sugestões através do técnico da concessionária;
4. realização de um projeto com orçamento realizado por uma empresa ou profissional qualificado;
5. contratação de uma firma para execução de modificações;
6. negociação do débito por ventura existente na matrícula do edifício;
7. execução das modificações necessárias feitas pela firma contratada;
8. solicitação da inspeção final ao técnico da concessionária;
9. inspeção e autorização da instalação dos hidrômetros;
10. atualização dos cadastros das contas realizados pela concessionária, associando as novas matrículas de cada apartamento com a matrícula do edifício.

2.3.4.3. Modificações necessárias das instalações prediais de água

As modificações no projeto para Instalações de Água Fria deve seguir a NBR 5626/1982 e o projeto deve ser elaborado, supervisionado e de responsabilidade de um profissional de nível superior devidamente habilitado. Condições para as modificações:

1. garantir o fornecimento contínuo de água, em quantidade suficiente e pressões e velocidades adequadas ao bom funcionamento dos aparelhos e peças de utilização;
2. preservar a qualidade da água do sistema de abastecimento;
3. preservar o conforto dos clientes, incluindo a redução do nível de ruído.

2.3.4.4. Etapas para as modificações necessárias das instalações de água fria

1. localizar nas plantas dos projetos a vista isométrica das tubulações e propor preliminarmente as modificações;
2. ir ao edifício e comprovar os dados dos projetos, adicionando informações para a elaboração do projeto, inclusive o levantamento de custos;

3. com posse dos dados, inicia-se a elaboração do projeto em que se deve ter cuidado com os seguintes detalhes: o local para descida da nova coluna de distribuição; a descida da caixa superior para o hidrômetro, de forma a não danificar a construção; os hidrômetros devem estar em locais de fácil acesso; deve haver uma coluna de alimentação independente para o último andar; as instalações prediais para válvula de descarga são normalmente abastecidas por uma coluna de alimentação vinda direta da caixa d'água superior.

Experiências em medição individualizada foram realizadas tanto no Brasil como em outros locais do mundo, tais como as detalhadas nas seções seguintes.

1. Experiências no Brasil

a) São Paulo

Na cidade de Guarulhos a Lei municipal nº4650 de 27 de setembro de 1994, exige que apartamentos novos com área menor que 100m² tenham hidrômetros individuais. A economia de água pode chegar a 30%, comparando-se a quando o apartamento não tinha hidrômetro (Tomaz, 2001).

Na cidade de São Paulo, a Lei nº12.638 de maio de 1998 torna obrigatório que todo prédio novo tenha hidrômetro individualizado no apartamento.

b) Recife

Foi realizada uma amostragem na Região Metropolitana do Recife em 576 prédios com medição individualizada de água, onde foi avaliada a aceitação da nova sistemática, os resultados mostram que 68,25% considerou a medida ótima, 31,75% boa, 0% ruim (Coelho, 2001).

c) Paraná

A Assembléia Legislativa do Estado do Paraná decretou e sancionou a lei que dispõe sobre a dotação dos sistemas de medição individual de consumo de água em edifícios e condomínios com mais de uma unidade de consumo (Coelho, 2001).

d) Porto Alegre

A apresentação de projeto de lei, na Câmara Municipal, em 23 de junho de 1995: “Torna obrigatória a implantação de medição individual de água em edifícios com mais de uma economia” (Coelho, 2001).

2. Experiências em outros países**a) Alemanha**

Neste país predomina o sistema implantado por firmas especializadas que compram a conta do edifício à empresa concessionária de água, instalam os hidrômetros, fazem a leitura e emitem a conta individualizada para cada apartamento (Coelho, 2001).

b) Portugal

A Norma Portuguesa NP 4001 de dezembro de 1991 torna obrigatória a instalação de um hidrômetro por cada consumidor (Coelho, 2001).

c) Colômbia

Em Bogotá, Medellín e Cali, os apartamentos de edifícios multifamiliares possuem hidrômetros individuais para a medição dos consumos e emissão das contas de água/esgotos (Coelho, 2001).

d) Peru

Na cidade de Arequipa, a empresa prestadora de serviços, adota a política de instalação de hidrômetros individuais (Coelho, 2001).

2.4. Análise multicriterial

Tradicionalmente, o planejamento dos recursos hídricos tem sido concebido apenas sob a ótica econômica (um único objetivo). A metodologia aceita para tratar a questão é a análise benefício-custo, onde os benefícios são maximizados e os custos minimizados.

A realidade atual tem exigido a consideração dos aspectos ambientais, estéticos, culturais e de bem estar social, institucionais e políticos, além da abordagem econômica. Os problemas da área em questão requerem a utilização de uma metodologia de auxílio à tomada de decisão que avalie estes aspectos segundo vários critérios.

Na tomada de decisão multicritério (também chamada de multiobjetivo), passou-se a identificar e selecionar os melhores cenários diante de um problema de decisão complexo que envolve diversos objetivos, muitas vezes conflitantes

A análise multicriterial permite a eficiente inclusão de aspectos de difícil mensuração, através de escalas e medidas adequadas para cada uma das novas variáveis que passam a ser admitidas no processo decisório (Jardim, 1999). Como resultado, a solução obtida na análise multicriterial será aquela que melhor satisfaça aos objetivos em conjunto, que não representa necessariamente o ótimo para todos os objetivos, diferentemente da análise com um único objetivo, em que existe apenas uma solução ótima como resultado obtido da maximização ou minimização da função objetivo.

A determinação dos objetivos e dos critérios é um dos aspectos a ser considerado na análise multicriterial, no entanto há uma certa dificuldade na real definição deste termo. De acordo com Braga e Gobetti (1997), objetivos caracterizam a maximização ou minimização de um determinado aspecto, seja ele econômico, ambiental ou social. Ao passo que os critérios ou atributos constituem a tradução dos objetivos em características, qualidades ou medidas de desempenho diante das alternativas de planejamento.

A análise multicriterial está baseada em quatro passos dentro do processo de planejamento de recursos hídricos, segundo Goicoechea et. alii, (1982):

- identificar os objetivos do sistema a ser planejado. Este passo envolve a seleção dos objetivos no processo político;
- transformar os objetivos em critérios. Isto implica em um desenvolvimento de critérios detalhados para refletir os objetivos do sistema a ser planejado;
- aperfeiçoar o sistema a ser planejado, usando os critérios anteriormente desenvolvidos, que reflitam os objetivos;
- revisar os resultados do processo do sistema planejado.

Quanto à utilidade das técnicas de programação multicriterial para o planejamento de recursos hídricos, Cohon e Marks (1975) estabeleceram três critérios para a avaliação:

- eficiência computacional;
- explicitação de compromissos (*trade offs*) entre objetivos;
- importância entre informações geradas por tomadas de decisão.

Foi observado que em uma análise multicriterial uma única solução ótima deixa de ser aplicável por tratar de objetivos que podem ser conflitantes através da natureza e tratar de satisfazer todos eles simultaneamente.

Logo, esta análise pode ser vista como uma extensão dos modelos com um único objetivo, trata-se de um vetor n-dimensional de funções objetivo que não pode ser a princípio maximizado, sendo primeiramente procurada as soluções não dominadas ou dominantes (não inferiores). Uma solução factível de um problema multiobjetivo é dita não dominada quando não existe outra solução que aumente um dos objetivos sem causar degradação nos outros (Zuflo, 1998). Um problema multiobjetivo é representado analiticamente da seguinte forma:

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

$$\text{Sujeito a: } g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Onde:

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

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

$p \rightarrow$ número de objetivos;

$g_i(x) \rightarrow$ função-restrição m-dimensional;

$x_j \rightarrow$ vetor n-dimensional das variáveis de decisão

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

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

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

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

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

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

Com o surgimento da análise multiobjetivo, várias técnicas e ferramentas foram desenvolvidas neste setor e aplicadas as mais diversas atividades.

2.4.1. Classificação das técnicas multiobjetivo

As técnicas multiobjetivo podem ser classificadas segundo o número de tomadores de decisão:

2.4.1.1. As técnicas multiobjetivo com um tomador de decisão

As técnicas multiobjetivo com um tomador de decisão são classificadas em:

- técnicas que geram o conjunto das soluções não-dominadas \rightarrow estas técnicas consideram um vetor de função objetivo, utilizando-o para gerar um conjunto de soluções não dominadas. Não consideram as

preferências do decisor. Entre estes métodos estão: Método das restrições; Método dos Pesos; Método Multiobjetivo Linear; NISE (Noninferior Set Estimation Method) etc.

- técnicas que incorporam uma articulação antecipada de preferências do decisor → estas técnicas captam progressivamente as preferências do decisor, oferecendo uma seqüência de soluções, que convergem a uma solução final. Entre estes métodos estão: Método da Função Utilidade Multiatributo, Programação por Metas, ELECTRE (I, II, III, IV, IS, TRI), PROMETHEE (I, II, III, IV, V, GAIA), MCQA (Multicriterion Q-Analysis), Abordagem Tchebycheff, Método Analítico Hierárquico (AHP);
- técnicas que utilizam uma articulação progressiva das preferências → estas técnicas trabalham com uma função dinâmica de valor e param quando se atingiu uma situação em que o decisor está satisfeito com a solução encontrada. Entre estes métodos estão: Método da Programação de Compromisso, Método do Passo, SWTM- Método do Valor Substituto de Troca etc.

2.4.1.2. As Técnicas multiobjetivo com mais de um tomador de decisão

Em várias situações um problema não pode ser resolvido por apenas um decisor, mas por vários, onde são considerados os interesses de cada um. Dá-se o nome de "resolução de conflitos" (Fraser e Hipel, 1984) os métodos que tratam da questão de multidecisor.

Quando há uma situação onde os indivíduos ou grupos apresentam objetivos opostos existe um conflito. Devido a água ser um elemento essencial ao desenvolvimento, muitos projetos de recursos hídricos tendem a causar conflitos. Na resolução de conflitos cada decisor deve resolver inicialmente seus conflitos internos quanto aos seus objetivos para posteriormente decidir com os outros participantes sobre a solução final para o problema (Ribeiro, 1992).

a) Teoria dos jogos

De acordo com Moraes (1995), a obra escrita por Von Neumann (1944), intitulada “ Theory of games and economic behavior ” pode ser considerada como o marco histórico para a teoria dos jogos.

Os métodos derivados da teoria dos jogos estão baseados na Teoria Metagame que por sua vez é fundamentada na Teoria Clássica dos Jogos.

A Teoria dos jogos foi desenvolvida por Howard (1971) com o propósito de analisar conflitos políticos. É um método bastante utilizado em Economia conectada fortemente a outras teorias econômicas com a Teoria da Decisão e Teoria Geral do Equilíbrio (Levine, 2000).

Segundo Fang et alii. (1993) a teoria dos jogos é dividida em duas classes:

- teoria dos jogos cooperativos: a unidade econômica cujo comportamento modelado é um grupo, uma coligação de agentes. Os tomadores de decisão podem fixar compromissos antes do jogo ser iniciado;
- 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.

Nesta pesquisa concebeu-se um modelo multicriterial inspirado no Método Analítico Hierárquico (AHP) criado por Saaty (1977). Portanto, o problema foi analisado segundo a ótica multicriterial e uni-decisor.

Capítulo 3

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta as etapas do processo metodológico para o desenvolvimento da pesquisa, que consistem em:

1. identificação e caracterização do caso de estudo;
2. definição das meta, alternativas, objetivos e critérios;
3. etapas de aquisição de dados para seleção das alternativas;
4. desenvolvimento do modelo multicriterial.

3.1. Identificação e caracterização do caso de estudo

3.1.1. Cidade de Campina Grande – Paraíba

Selecionou-se a cidade de Campina Grande, no Estado da Paraíba, como objeto de estudo desta pesquisa. Campina Grande está localizada na mesorregião do agreste da Paraíba, zona oriental do Planalto da Borborema, na bacia do Médio Paraíba, com latitude sul de $7^{\circ}13'50''$ e latitude oeste de $35^{\circ}52'52''$. Situa-se no trecho mais alto das escarpas orientais do Planalto da Borborema, com altitude variando entre 500 e 600m. Sua área corresponde a 970km^2 sendo 411km^2 de área urbana. Está localizada a 120km da capital João Pessoa (Figura 4).

Limita-se ao norte com Massaranduba, Lagoa Seca, Puxinanã, Pocinhos e Soledade, ao sul com Fagundes, Boqueirão, Cabaceiras e São João do Cariri, a oeste com Gurjão e a leste com Ingá. Engloba além da sua sede municipal, os distritos de Galante, São José da Mata e Catolé de Boa Vista. Polariza um universo de cinco micro-regiões homogêneas em um total de 23.960km^2 o que corresponde a 43% do território paraibano e

40% da população do Estado, consiste em um dos centros urbanos de maior desenvolvimento tecnológico e industrial do Nordeste (PMCG, 2003).

Possui uma população de 355.331 habitantes (IBGE, 2000). De acordo com o IBGE (1991) cerca de 80,8% da população da cidade de Campina Grande possui abastecimento adequado de água e 62,4% da população possui instalações adequadas de esgoto. A renda familiar per capita média (salário mínimo de set/91) é de 0,89, a porcentagem de pessoas com renda insuficiente corresponde a 57,98.

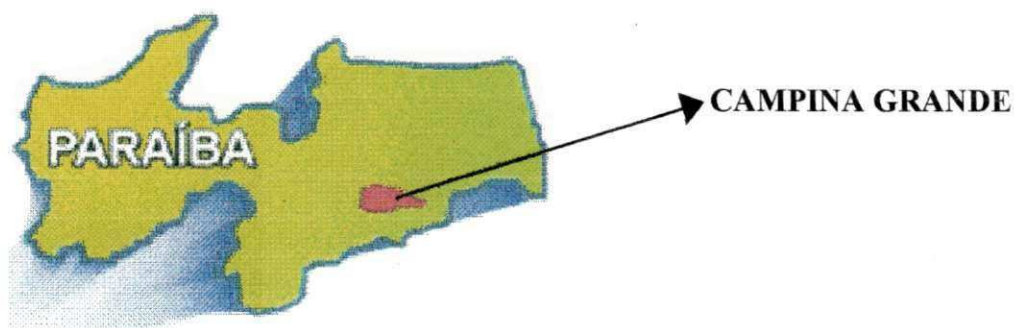


Figura 4 - Localização da cidade de Campina Grande-PB

Em Campina Grande, o clima predominante é equatorial semi-árido. A temperatura máxima anual é de 28,6^oC, a média de 22,9^oC e a mínima 19,5^oC. O período de maior precipitação vai de abril a julho. A precipitação média anual é de 600mm.

O sistema hidrográfico é formado por rios intermitentes. O principal rio da região, distante cerca de 40km da cidade, é o rio Paraíba, com vazão média da ordem de 11,0m³/seg. Outros rios importantes são: Curimataú, Araçagi, Bodocongó, Catolé e São Pedro.

3.1.2. O Abastecimento de água em Campina Grande

A cidade de Campina Grande é abastecida pelo Açude Epitácio Pessoa, conhecido por Boqueirão, que foi construído entre 1951 a 1956 e inaugurado em 1958 com as finalidades de abastecimento, perenização do rio Paraíba, irrigação, piscicultura e turismo. Além da cidade de Campina Grande, o açude abastece os municípios de Pocinhos, Caturité, Boqueirão, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Cabaceiras, Boa Vista, Soledade, Juazeirinho, São Vicente, Cubati, Pedra Lavrada, Olivedos e os distritos de Galante e São José da Mata.

O Açude Boqueirão está localizado na Sub-bacia do Alto Paraíba e recebe as águas dos rios Paraíba e Taperoá. O volume máximo de projeto corresponde a $537.700.000\text{m}^3$. O volume máximo considerado atualmente é em torno de $450.000.000\text{m}^3$. Esta redução de volume decorre do severo assoreamento (perda de cerca de 17% de sua capacidade de armazenamento original, desde sua construção, há 43 anos), resultado do desmatamento na sua bacia de contribuição; ou da diminuição das afluições anuais de água, decorrente da construção descontrolada de novos açudes na bacia (consequência da ausência de sistema de licenciamento de obras hidráulicas e de sistema de outorga que estabeleça, criteriosamente, o direito de uso da água).

A água é captada no reservatório Epitácio Pessoa e recalçada à Estação de Tratamento de Gravatá, em tubulações de 900 e 800mm de diâmetro. Da estação de tratamento a água é aduzida à cidade de Campina Grande em tubulações de aço de 500, 700 e 800mm de diâmetro, com capacidade de reservação de 41.420m^3 de água tratada, 540km de rede de distribuição, com diâmetros variando de 50 a 1.000mm (PMCG, 2003). O esquema do sistema de abastecimento da cidade é apresentado na Figura 1 no Anexo A.

Em Campina Grande, a água é distribuída para 29 reservatórios, de acordo com as zonas de pressão, onde os dados de localização, volume, zonas de pressão e cotas são apresentados na Tabela A.1 no Anexo A.

De acordo com dados de consumo de água (figura 5) fornecidos pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgoto da Paraíba) (2001), foi feita uma média anual deste consumo para cada categoria (residencial, industrial, comercial e mista).

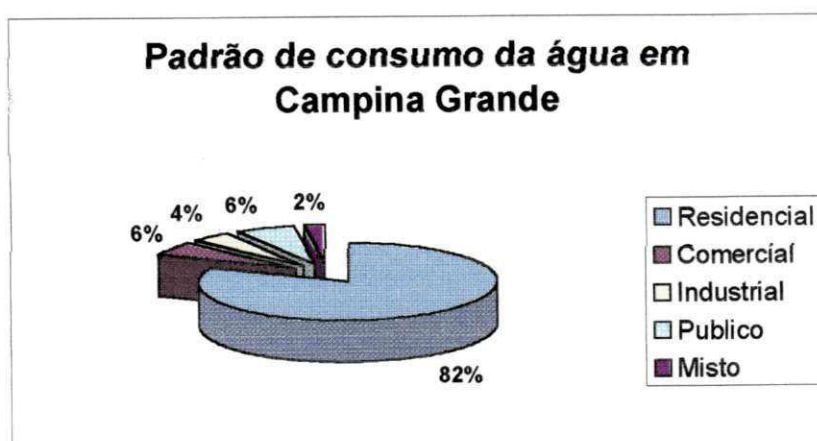


Figura 5- Padrão do consumo de água em Campina Grande – PB (CAGEPA, 2001).

3.1.3. A Crise no abastecimento de água de Campina Grande - PB

Devido aos severos períodos de estiagem, que culminaram entre os anos de 1997 e 1999, o Açude Boqueirão apresentou os mais baixos níveis de armazenamento, cerca de 15% de sua capacidade em novembro de 1999. Os piores índices de qualidade das águas também foram observados neste período. São os piores índices desde a sua construção, no final da década de 1950, em que a concentração de sais da água apresentou níveis que inviabilizaram sua potabilidade (Galvão et alii, 2002).

Segundo Rêgo et alii (2001) “a causa primordial da crise é encontrada na completa ausência de gerenciamento da bacia hidrográfica e, mais especificamente, no manejo do Açude Boqueirão, feito sem qualquer apoio em informações e/ou critérios técnicos seguros e/ou atualizados”.

Estudos realizados por Galvão et alii (2002) identificaram as seguintes práticas de gestão de recursos hídricos, que teriam levado à crise no abastecimento de água:

- irrigação descontrolada na bacia hidráulica do reservatório (quantitativa e qualitativamente), altas perdas na rede de distribuição de água e hábitos de consumo de água incompatíveis com um ambiente semi-árido. A ausência de uma gestão adequada da demanda levou o uso do reservatório além de suas possibilidades de atendimento, ou seja, além da sua disponibilidade hídrica.
- construção descontrolada de outros reservatórios na bacia hidrográfica a montante do Açude Boqueirão, causando redução das vazões a ele afluentes, diminuindo assim a sua disponibilidade hídrica.
- monitoramento deficiente, na bacia hidrográfica, no Açude Boqueirão, e em Campina Grande e outros núcleos urbanos, que consistem em: modificações do uso do solo; construção de novos reservatórios; altas taxas de evaporação no lago; assoreamento da sua bacia hidrográfica; mudanças na relação cota-área-volume, na qualidade da água; um grande consumo de água, tanto urbano quanto agrícola; manejo do solo e aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas nas culturas; e perdas físicas nas redes de abastecimento.

- confuso contexto institucional de gestão dos recursos hídricos. O Brasil está passando, atualmente, por uma grande mudança no seu sistema institucional de gerenciamento de recursos hídricos, o que contribui para a ocorrência de conflitos políticos e administrativos durante todo o período da crise do abastecimento de água de Campina Grande. Este conflito institucional levou, por exemplo, ao racionamento de água para consumo humano antes das limitações das demandas de irrigação, ação contrária ao princípio de prioridade para consumo humano, estabelecido na legislação brasileira.

Na tentativa de evitar um colapso no abastecimento de água da cidade, a CAGEPA, implantou severos racionamentos de água:

- 13/10/1998 → A cada 48 horas se abastecia uma zona da cidade (a cidade foi dividida em duas zonas: norte e sul);
- 21/09/1999 → A cidade só era abastecida três dias na semana.

Estes racionamentos penalizaram a população de baixa renda que não tinha condições financeiras de viabilizar as reservas de água. Observou-se, na época, a deficiência de atitudes voltadas ao uso racional de água por parte do poder público, sociedade civil e usuários. O que é constatado pela ausência de mecanismos diferenciados no código de obras municipal, na tarifação de água, na educação das crianças, jovens e adultos nas escolas, no comportamento de consumo cotidiano dos usuários e na adoção da ótica da expansão da oferta como forma de garantir o abastecimento da cidade. Neste sentido, a proposta do Governo Estadual para resolver o problema foi a construção da Barragem Acauã (na Bacia do Médio Paraíba). Observa-se que a solução do Governo para o problema de abastecimento da cidade de Campina Grande continua seguindo a linha da expansão da oferta de água, com a construção de mais reservatórios, que necessitam de bastante investimento para sua concepção e funcionamento e que na maioria das vezes não resolvem o problema, devido a necessidade de se avaliar outros parâmetros importantes como a eficiência da rede de distribuição e os altos níveis de consumo de água bem como o desperdício de água pelos usuários.

Os acontecimentos, anteriormente relatados, motivaram a escolha de Campina Grande para esta pesquisa.

Diante deste contexto, acredita-se que a cidade poderia se beneficiar de um programa de gerenciamento da demanda de água. Para analisar esta questão detalhadamente, procura-se responder, nesta pesquisa se tal programa (estudado em nível de um bairro da cidade) é eficaz na redução de consumo de água e possível de ser implantado.

3.1.3.1. A Situação pós-crise do abastecimento de água em Campina Grande– PB

- **Anos de 2000 e 2001**

No mês de abril de 2000 foi suspenso o racionamento de água devido a presença de chuvas que produziram vazões afluentes ao reservatório. Este chegou a acumular um volume de 290.000.000m³. Nos últimos meses do ano de 2001, o racionamento foi retomado (dois dias por semana) vigorando até o início do mês de março de 2002 (Vieira, 2002).

- **Ano de 2002**

No primeiro semestre deste ano, devido a incidência de chuvas foi afastada a necessidade de continuidade do racionamento, apesar do açude apresentar apenas 44% de sua capacidade. Neste mesmo período foi inaugurada a Adutora do Cariri, com 180km de extensão e vazão de projeto de 110 l/s, para fortalecer o abastecimento de 10 cidades do Cariri paraibano – Campina Grande, Boqueirão, Cabaceiras, Boa vista, Soledade, Juazeirinho, São Vicente, Cubati, Pedra Lavrada e Olivedos,- captando água do reservatório Eptácio Pessoa (Vieira, 2002).

Neste mesmo ano foi concluída e inaugurada a Barragem Acauã (mencionada anteriormente), localizada entre os municípios de Itatuba e Natuba no estado da Paraíba, com os objetivos de abastecer as cidades de Campina Grande, Ingá, Mogeiro, Salgado de São Félix, Itatuba, S. M. Itaipú, Juripiranga, Serra Redonda, Massaranduba e

Pilar; abastecer 1.000ha de irrigação a jusante da barragem e desenvolver a piscicultura na bacia hidráulica. A barragem tem um volume de 253.000.000 m³. A área aproximada da bacia hidráulica é de 1.725ha. Seu custo de implantação foi de R\$60.357.856,52. O sistema adutor Acauã, apresenta a vazão de projeto de 944,74 l/s, com captação na Barragem Acauã e extensão de 175km (SEMARH, 2003). No entanto, o intuito de ampliar a oferta de água ainda não foi atingido devido à dúvida em relação à qualidade de água acumulada na barragem, avaliada por técnicos paraibanos.

- **Ano de 2003**

O novo Governo do Estado da Paraíba (empossado em Janeiro de 2003) se dizendo preocupado com o desenvolvimento econômico do estado, principalmente no que diz respeito ao turismo (devido a eventos como o São João e o Carnaval fora de época) assim como o desenvolvimento industrial, lançou uma campanha em parceria com a CAGEPA para a racionalização do uso da água (uma medida no âmbito do gerenciamento da demanda de água).

Este projeto corresponde a um processo de conscientização para o uso racional da água de forma que não seja necessária a implantação de um novo racionamento. O projeto é composto de campanhas publicitárias através de propagandas na televisão e no rádio com o tema "*Água. Sabendo usar não vai faltar*", assim como entrega de folders, apresentação de metas de consumo nas contas de água residenciais etc. Inserido nesta campanha há o Projeto de Educação em Saneamento Ambiental – PROESA que apresenta palestras nas escolas dos municípios sobre a importância da água e como economizá-la.

Um controle de perdas também foi realizado para o sistema de abastecimento de água de Campina Grande, desde a ETA em Gravatá até a rede de distribuição da cidade, através da colocação de macromedidores, válvulas redutoras de pressão, dentre outros equipamentos, reduzindo o índice de perdas que era de 55% para 35% (CAGEPA, 2003c).

Na Tabela 6 são apresentados os volumes do Açude Epitácio Pessoa correspondentes aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2003.

Tabela 6- Volume acumulado no Açude Epitácio Pessoa (LMRS, 2003)

Mês	Volume (m ³)	Capacidade (%)
Outubro/2003	120.923.766	28,9
Novembro/2003	114.647.466	27,4
Dezembro/2003	108.371.126	25,9

Em janeiro de 2004 devido a incidência de fortes chuvas o açude Epitácio Pessoa atingiu o volume de 378.126.526m³ (30/01/2004) o que corresponde a 90,44% da sua capacidade máxima. Em 01/02/2004, o açude atingiu a sua capacidade máxima.

3.1.4. O bairro selecionado

Nesta pesquisa foi abordado o estudo das alternativas de gerenciamento da demanda de água em uma escala micro (bairro de uma cidade). O objetivo é, portanto, detalhar como se daria um programa de gerenciamento da demanda em uma escala real de implantação: a escala do bairro.

Considerando o tamanho e homogeneidade da amostra (mesma faixa de padrão aquisitivo e mesmo nível cultural) foi selecionado o Bairro Universitário, também conhecido como Conjunto dos Professores (Figura 6), apresentando uma área total de 2,38km² e uma população residente de 3.718 habitantes. A maioria dos moradores deste bairro são professores, funcionários e alunos da Universidade Federal de Campina Grande (PMCG, 2003).

A área estudada corresponde ao setor 37 (Figura 7) da área de cadastro comercial da CAGEPA referente a leituras dos hidrômetros e faturas, contendo um total de 336 residências e 16 edifícios residenciais. Esta área é abastecida por gravidade pelo reservatório R5, localizado no bairro da Prata. Neste mesmo setor está localizada a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) que também foi objeto de estudo desta pesquisa.

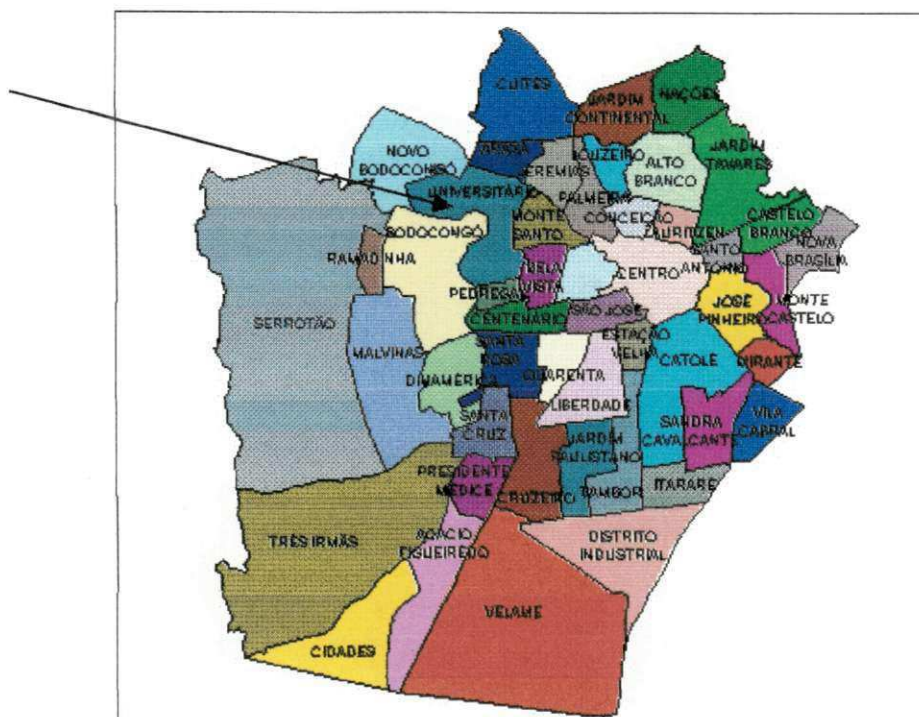


Figura 6 - Bairros de Campina Grande com seta indicando o Bairro Universitário (estudo de caso) (PMCG, 2003)

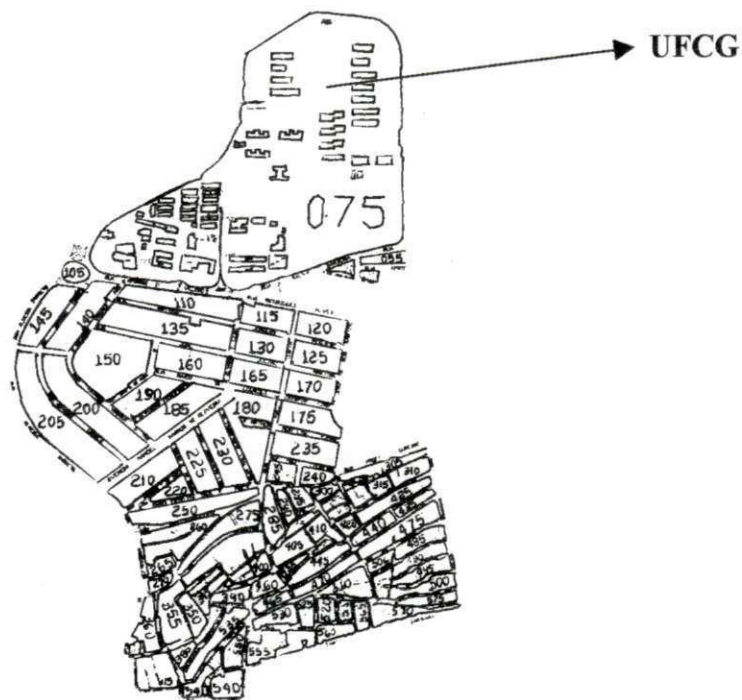


Figura 7- Setor 37 (CAGEPA, 2003a).

3.2. Definição das meta, alternativas, objetivos e critérios.

A tomada de decisão de problemas complexos envolve múltiplos objetivos e critérios para a avaliação das alternativas. A atual realidade tem exigido a consideração dos aspectos ambientais, estéticos, culturais e de bem estar social, além da abordagem econômica.

Segundo Jardim (1999), a tomada de decisões, especialmente na área de recursos hídricos é um processo que depende, essencialmente, de fatores condicionados ao comportamento humano. A avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água deve considerar e atender a objetivos econômicos, ambientais, técnicos e socioculturais. Estes objetivos são caracterizados por critérios, que são elementos mensuráveis que facilitam a avaliação das alternativas por apresentarem-se de forma técnica e objetiva. Na Figura 8 é apresentado um fluxograma com os objetivos e critérios considerados nesta pesquisa.

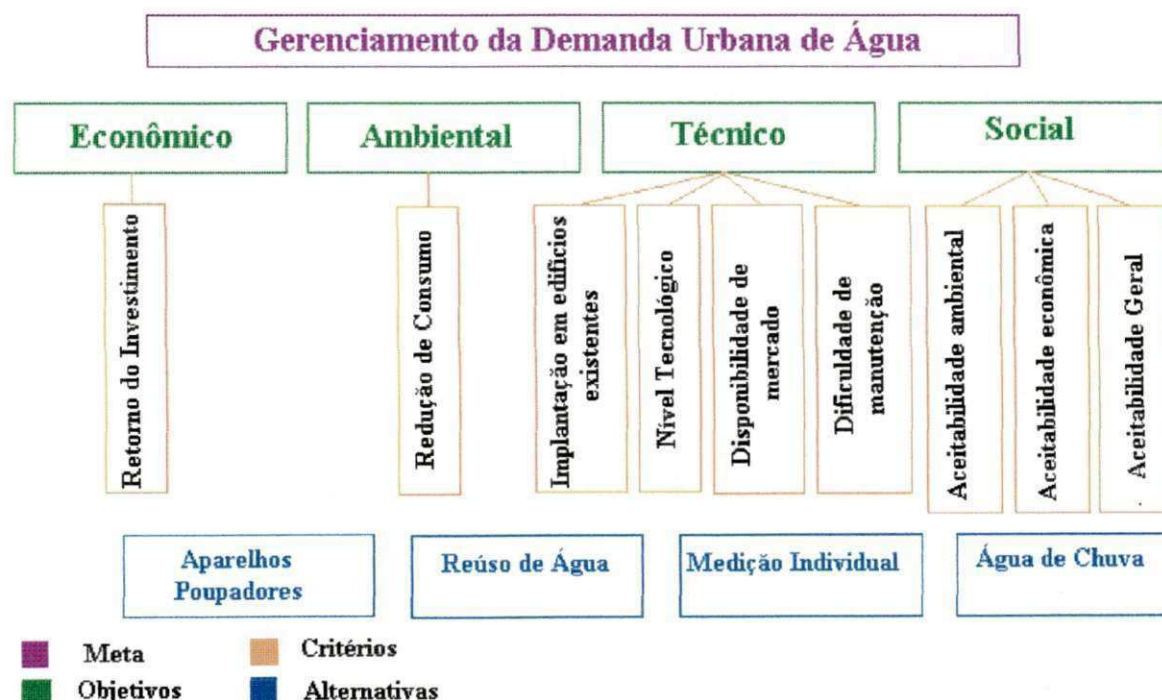


Figura 8 – Meta, objetivos, critérios e alternativas de gerenciamento de demanda adotados neste trabalho.

3.2.1. Meta e alternativas

A meta que se deseja alcançar é o gerenciamento da demanda urbana de água no setor 37, já referenciado, através da adoção das alternativas tecnológicas: Aparelhos Poupadores; Reúso de Água; Medição Individual e Água de Chuva.

3.2.2. Objetivos

De acordo com Braga e Gobetti (1997), objetivos caracterizam a maximização ou minimização de um determinado aspecto, seja ele econômico, ambiental ou social. Ao passo que os critérios ou atributos constituem a tradução dos objetivos em características, qualidades ou medidas de performance diante das alternativas de planejamento. A caracterização de cada objetivo, conforme adotada nesta pesquisa, é descrita a seguir:

- **objetivo econômico:** uma alternativa é considerada viável sob a ótica econômica se o retorno do investimento se dá em pouco tempo.
- **objetivo ambiental:** uma alternativa é considerada viável ambientalmente se reduzir significativamente o consumo de água residencial.
- **objetivo técnico:** corresponde a viabilidade da funcionalidade e facilidade de operação da alternativa, bem como a disponibilidade de compra de materiais e mão-de-obra.
- **objetivo social:** refere-se a aceitabilidade da população para a implementação das alternativas estudadas.

3.2.3. Critérios

A caracterização dos critérios é algo bastante subjetivo, necessitando-se de uma maior clareza a fim de tornar o processo de decisão mais ordenado, principalmente por ser passível de julgamento humano. Desta forma optou-se por representar os critérios fundamentados nos trabalhos de Braga (2001) e Gonçalves et alii (1999) com algumas

adaptações à realidade da pesquisa em estudo. Abaixo são apresentados os critérios estudados nesta pesquisa segundo cada objetivo:

1. **Objetivo econômico**

- **critério retorno do investimento:** corresponde ao tempo em que se recupera o montante financeiro investido em cada alternativa analisada. Inclui o custo dos materiais, mão-de-obra e custos de operação e manutenção.

2. **Objetivo ambiental**

- **critério redução do consumo:** corresponde ao máximo de diminuição de consumo de água alcançado com a adoção de cada alternativa estudada.

3. **Objetivo técnico**

- **critério implantação em edifícios existentes:** refere-se ao grau de dificuldade considerado para implantar a alternativa em um edifício já construído.
- **critério nível tecnológico:** corresponde a complexidade e inovação tecnológica no processo de operação de cada alternativa, que necessitará ou não de mão-de-obra especializada, cuidados e orientações para o funcionamento.
- **critério disponibilidade no mercado:** refere-se a disponibilidade de material no comércio local, necessitando-se ou não da procura de materiais em outras localidades.
- **critério dificuldade de manutenção:** corresponde ao tempo (semanal, mensal, anual) necessário para ajustes a fim de que cada medida possa funcionar perfeitamente. Relaciona-se, portanto, com a dificuldade de manutenção (mão-de-obra especializada, orientações) de cada alternativa.

4. Objetivo social

- **critério aceitabilidade ambiental:** refere-se ao grau de aceitabilidade da implementação da alternativa pela população sob a ótica ambiental, ou seja, escolha da alternativa de acordo com o benefício ambiental que esta possa vir a oferecer.
- **critério aceitabilidade econômica:** corresponde ao grau de aceitabilidade da alternativa pela população sob a perspectiva de custos.
- **critério aceitabilidade geral:** refere-se ao grau de aceitabilidade da implementação da alternativa pela população.

3.2.4. Categorias dos critérios

Para mensurar os critérios que avaliarão cada alternativa de gerenciamento da demanda, é preciso definir as categorias, que são meios bastante utilizados por auxiliarem na tomada de decisões. Através deles é possível resumir informações transmitindo-as de maneira sintética. No Quadro 4 são apresentadas as categorias adotadas nesta pesquisa.

Quadro 3- Critérios de avaliação e categorias adotados na pesquisa (baseado em Braga, 2001).

CRITÉRIO	CATEGORIA
Retorno do investimento	Viável, pouco viável, inviável.
Redução de consumo	Muito alta, alta, média, baixa, muito baixa.
Implantação em edifícios existentes	Alta, média, baixa.
Nível tecnológico	Alto, médio, baixo.
Disponibilidade no mercado	Muito alta, alta, média, baixa, muito baixa.
Dificuldade de manutenção	Alta, média, baixa.
Aceitabilidade econômica	Extremamente desejável, desejável, pouco desejável, indesejável.
Aceitabilidade ambiental	Extremamente desejável, desejável, pouco desejável, indesejável.
Aceitabilidade geral	Extremamente desejável, desejável, pouco desejável, indesejável.

3.3. Etapas de aquisição de dados para a seleção das alternativas

Estas etapas consistem em:

- realização de entrevistas;
- elaboração de projetos de engenharia e pesquisa de mercado;
- realização de cálculos para obtenção dos custos totais e economia de água na implantação das alternativas.

Que são descritas nas seções seguintes.

3.3.1. Entrevistas

Para avaliar a aceitabilidade da população em relação às alternativas estudadas, foram realizadas entrevistas domiciliares. Devido ao bairro selecionado ser constituído de 336 casas e 16 prédios de apartamentos residenciais, o processo desta fase de entrevistas seria bastante lento se estas fossem realizadas em cada casa e apartamento. Para tanto foi realizado um plano de amostragem, onde uma amostra representativa para o projeto estudado foi obtida, realizando-se posteriormente as entrevistas. Este plano é apresentado a seguir.

3.3.1.1. Plano de amostragem

Para a seleção das residências e edifícios residenciais necessários para a realização das entrevistas foram realizados dois planos de amostragem, um para as residências e outro para os edifícios residenciais baseado na NBR 5426 (Janeiro de 1995) da ABNT, Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos e NBR 5427 (Janeiro de 1985), Guia para utilização da norma NBR 5426.

Estas normas são indicadas para inspeção de produtos determinados; componentes e matéria-prima; operações; materiais em processamento; materiais estocados; operações de manutenção; procedimentos administrativos; relatórios e dados. A

seguir são apresentados alguns conceitos necessários a elaboração do plano de amostragem.

a) Nível de Qualidade Aceitável – NQA

O NQA representa o máximo número de defeitos, em porcentagem, em uma amostra, a qual considera uma quantidade satisfatória para a sua aceitação. No caso desta pesquisa foi selecionado o nível de qualidade de 2,5%, o que significa que serão aceitos 2,5 defeitos por cem unidades.

b) Sequência de operações da NBR 5426

1. Determinação do tamanho do lote

O lote corresponde ao conjunto de unidades de produto a ser amostrado para verificar conformidade com a exigência de aceitação. No caso desta pesquisa, o lote selecionado foi o setor 37 do bairro Conjunto dos Professores. O tamanho do lote corresponde ao número total de residências do setor (336) e ao número total de edifícios residenciais (16).

A amostra consistirá de um determinado número de unidades retiradas de um lote, de forma aleatória, para serem inspecionadas ou monitoradas. Esse número de amostra respeita o plano de amostragem adotado, o qual determina, também, o critério para aceitação do lote.

2. Escolha do nível de inspeção

No plano de amostragem determina-se o nível de inspeção, o qual fixa a relação entre o tamanho do lote e da amostra.

Existem três níveis de inspeção, I, II e III para uso geral. Salvo indicação em contrário, será adotada a inspeção em nível II. A inspeção do nível I poderá ser adotada quando for necessário menor discriminação ou então o nível III, quando for necessária maior discriminação. Ainda existem quatro níveis especiais S1, S2, S3 e S4 que deverão

ser utilizados quando necessários tamanhos pequenos de amostra, ou onde podem ser tolerados grandes riscos na amostragem.

3. Determinação do Código Literal do Tamanho da Amostra

Para a obtenção do tamanho da amostra, deve-se escolher o nível de inspeção e conhecer o tamanho do lote. Sabendo-se dos dois obtêm-se a letra de código da amostragem na Tabela 7 de codificação de amostragem, apresentada a seguir. Pode-se observar que no caso desta pesquisa, em relação as residências, o tamanho da amostra é de 336 casas e para o nível geral de inspeção II obtêm-se a letra do código literal da amostra II.

Com essa letra pode-se determinar o tamanho da amostra, e de acordo com o NQA desejável obtêm-se, também, o número de peças defeituosas (ou falhas) que ainda permite aceitar o lote (Ac) e que implica a rejeição do lote (Re).

Tabela 7- Codificação de Amostragem (NBR 5426/1985)

Tamanho do Lote	Níveis especiais de inspeção				Níveis gerais de inspeção		
	S1	S2	S3	S4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10.000	C	D	F	G	J	L	M
10.001 a 35.000	C	D	F	H	K	M	N
35.001 a 150.000	D	E	G	J	L	N	P
150.001 a 500.000	D	E	G	J	M	P	Q
Acima de 500.001	D	E	H	K	N	Q	R

4. Escolha do Plano de Amostragem

A escolha entre os planos de amostragem do tipo simples, duplo ou múltiplo varia com relação ao tamanho do lote, a severidade da inspeção e, também, com relação ao seu custo.

São definidos como:

- plano de amostragem simples: é aquele que toda a amostra deve ser inspecionada de uma só vez, e seu critério de aceitação respeita o número máximo admissível de defeitos (Ac);
- plano de amostragem dupla: é aquele em que podem ser aplicadas duas amostragens. Na primeira, caso o número de defeitos seja menor ou igual ao Ac da 1ª amostragem, aceita-se o lote, e caso contrário realiza-se uma segunda amostragem. Caso o número de falhas acumuladas na 2ª amostragem seja menor que o Ac da 2ª amostragem, então aceita-se o lote. Se o número de falhas exceder o número de rejeição (Re) na 1ª amostragem ou o número de falhas acumuladas da 1ª e 2ª amostragens, então se deve rejeitar o lote;
- plano de amostragem múltipla: o procedimento é o mesmo do plano de amostragem dupla, porém o número de amostragens sucessivas é maior que duas.

Nesta pesquisa foi selecionado o plano de amostragem dupla-normal por permitir ser aplicada duas amostragens e por se tratar de uma pesquisa em que não é necessária uma inspeção severa.

5. Tamanho da Amostra e o Número de Aceitação

Após determinado o plano de amostragem, no caso dupla-normal, consulta-se a Tabela do referido plano a fim de determinar o tamanho da amostra e o número de aceitação. No caso das residências, como o código literal é H e o NQA de 2,5, consultando-se a Tabela 1 do Anexo B, tem-se que o tamanho da primeira e da segunda

amostragem é 32 para as residências e o número de aceitação é de apenas um resultado defeituoso, ou seja uma entrevista em que as respostas não apresentem sentido em relação as perguntas formuladas, que pode ser refeita. O número de rejeição é de quatro resultados duvidosos, ou seja, se quatro entrevistas são duvidosas rejeitam-se todas.

Logo, de acordo com os planos de amostragem foram selecionados 32 residências e 03 edifícios para a realização das entrevistas. No caso dos edifícios foram realizadas quatro entrevistas por edifício, sendo selecionado um apartamento por andar.

3.3.1.2. Aplicação dos questionários e metodologia da análise dos resultados da entrevistas

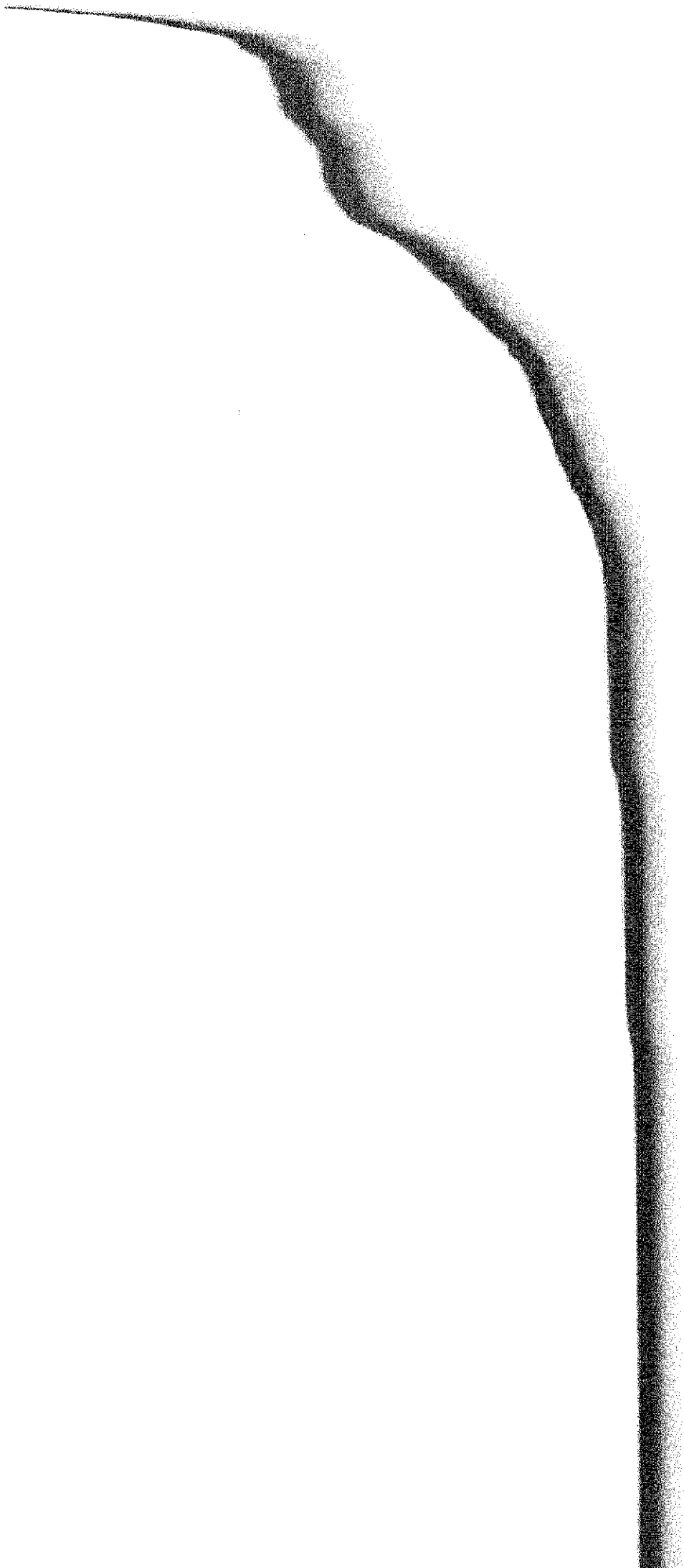
As entrevistas além de avaliar a aceitabilidade da população em relação às alternativas têm como objetivos avaliar o nível de informação das pessoas frente à problemática do abastecimento de água da cidade; avaliar o nível de consciência em relação ao uso racional de água; observar as sugestões para minimização do problema; informar a população do bairro (casas e edifícios selecionados) sob medidas de uso racional de água.

Como instrumento de coleta de dados foi utilizado um questionário (Figura 9) tanto para as residências quanto para os apartamentos.

Primeiramente foram aplicados questionários “pilotos” para se avaliar as facilidades e dificuldades na entrevista a fim de se chegar à versão final do questionário (apresentado na Figura 9), onde foram identificados e corrigidos os erros, tornando-o em uma linguagem objetiva, popular e de fácil entendimento.

Na aplicação do questionário foram feitos esclarecimentos necessários ao perfeito entendimento das questões, de forma a não induzir o entrevistado na resposta dada.

A análise das entrevistas consiste na avaliação do conhecimento e aceitabilidade dos entrevistados em relação às alternativas estudadas. Os resultados daí obtidos serão utilizados no modelo multicriterial para análise final.



1. O senhor(a) tem conhecimento dos problemas de abastecimento de água na cidade de Campina Grande?
2. O senhor(a) tem alguma sugestão para que estes problemas possam ser resolvidos (ou minimizados)?
3. O senhor(a) acha que há muita perda de água pelos vazamentos na rede de abastecimento? Em sua rua particularmente? E a companhia atende ao seu pedido rapidamente?
4. O que o senhor(a) faz na sua casa quando há racionamento de água no sistema de abastecimento d'água? (Como o seu edifício enfrenta o problema?)
5. O senhor(a) acha que há muita perda de água por desperdício nas residências/apartamentos? Em que particularmente o senhor (a) gasta mais água?
6. O que o senhor(a) acha sobre a sua conta de água? Ela é cara? Ela é barata?
7. O senhor(a) acha que um aumento na tarifa de água faria o usuário economizá-la?
8. O senhor(a) acha justo que no seu edifício a sua conta de água esteja incluída no valor do seu condomínio (isto é, a conta total de água é dividida pelo número de apartamentos)?
9. O senhor(a) tem conhecimento sobre estas medidas para enfrentar os problemas em sua residência/apartamento?
 - Bacia sanitária de descarga reduzida (VDR)
 - Torneiras/chuveiros econômicos
 - Uso de água de chuva
 - Reúso de água
 - Medição individualizada em apartamentos
10. O senhor(a) adotaria algumas delas em sua residência? (O senhor apoiaria algumas delas para implantação no seu edifício?) Independente do valor?

Figura 9- Questionário-padrão

3.3.2. Projetos e pesquisa de mercado

Após feito o plano de amostragem no bairro e selecionadas as casas e edifícios onde seriam realizadas as entrevistas, foram elaborados para esta pesquisa (por esta autora) projetos para a implantação das alternativas estudadas em casas e edifícios já existentes.

As alternativas foram estudadas da seguinte forma: para as residências foram consideradas as medidas de captação de água de chuva, bacia sanitária VDR,

torneiras e chuveiros econômicos e aparelhos poupadores (que englobam a bacia VDR e torneiras e chuveiros poupadores); para os edifícios foram consideradas as medidas da bacia sanitária VDR, torneiras e chuveiros econômicos, reúso de água (que inclui no seu projeto a captação de água de chuva), medição individualizada de edifícios e aparelhos poupadores (que englobam a bacia VDR e torneiras e chuveiros poupadores); para a UFCG foram consideradas as medidas de captação de água de chuva (através de cisternas de placa) e aparelhos poupadores (que englobam a bacia sanitária VDR, torneiras, chuveiros e mictórios econômicos).

3.3.2.1. Projeto de captação de água de chuva e troca de aparelhos

Para as casas foi elaborado (pela autora da pesquisa) um projeto para captação da água de chuva e troca de aparelhos convencionais por poupadores. Foi considerada uma casa de porte médio, com área de coberta de 217,5m², contendo um banheiro social, uma suíte, um banheiro para dependência de empregada e um lavabo. A casa abriga quatro pessoas e já contém um reservatório (caixa d'água) de 2.000 ℓ.

O projeto corresponde a colocação de mais um reservatório superior de 3.000 ℓ e um inferior de 10.000 ℓ só para acumular água de chuva, onde esta será utilizada apenas para a descarga das bacias sanitárias, rega de jardim e lavagem de carro. A água é captada do telhado e acumulada no reservatório inferior de 10.000 ℓ e bombeada para o reservatório superior de 3.000 ℓ de onde será distribuída para os destinos já citados. Caso a água de chuva não seja necessária para suprir as necessidades, o reservatório de 2.000 ℓ (já existente) alimentará por gravidade o reservatório de 3.000 ℓ. Um esquema deste projeto é apresentado na Figura 10.

Estes projetos incluem todo o orçamento necessário para a implantação das alternativas incluindo os custos dos materiais e os encargos sociais. Todos os detalhes deste orçamento são apresentados no Anexo C.

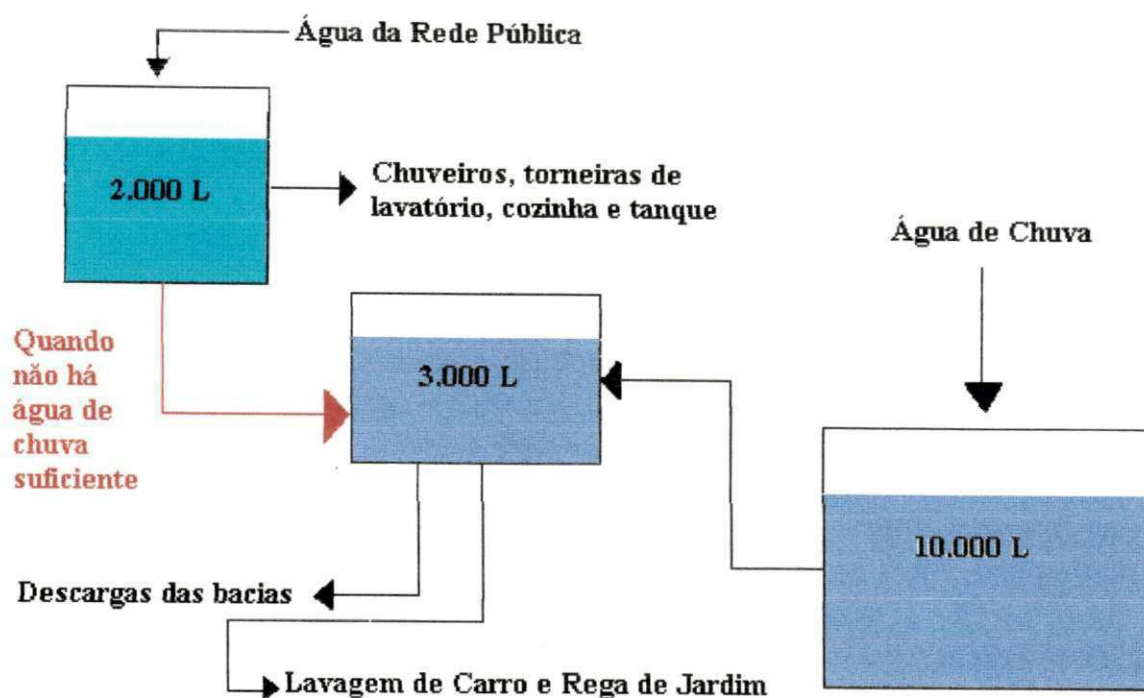


Figura 10- Esquema do projeto de captação de água de chuva

A partir do projeto foi feita a listagem de todo material necessário e realizada uma pesquisa de mercado no comércio da cidade de Campina Grande em quatorze casas comerciais. De forma resumida apresentam-se abaixo os valores médios para as alternativas dos aparelhos poupadores e para a captação de água de chuva encontrados no mercado da cidade (Tabelas 8 e 9). Os demais valores dos materiais são apresentados detalhadamente no Anexo C.

Tabela 8 – Custos Médios dos Aparelhos Poupadores

APARELHO	ESPECIFICAÇÃO	VALOR UNITÁRIO (R\$)
Bacia Sanitária com caixa acoplada	Volume de seis litros por descarga	108,48
Torneira para lavatório	Com arejador	60,12
Torneira para cozinha	Com arejador	49,85
Torneira para jardim	Com arejador	22,80
Chuveiro	Baixa vazão	133,99

Obs: Taxa cambial (22/08/2003): US\$ 1= R\$2,9918

Tabela 9 – Custos Médios para a Captação de Água de Chuva (Campina Grande, agosto de 2003).

MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO	VALOR UNITÁRIO (R\$)
Caixa d'água de 10.000 L (Reservatório Superior)	Fibra de vidro	1.380,00
Caixa d'água de 3.000L (Reservatório Inferior)	Fibra de vidro	480,00
Bomba sapo	¾" e altura manométrica de 65 m e vazão de 1.900 L	90,00
Automático de bóia		19,00

Obs: Taxa cambial (22/08/2003): US 1= R\$2.9918

3.3.2.2. Projeto de reúso de água

O Projeto aqui utilizado foi elaborado por Lucas Filho e Moreira (2001). O sistema de reutilização de águas servidas para fins de evacuação de banheiros foi implantado em um edifício residencial, denominado "Residencial Josefa B. Medeiros", localizado na cidade de Natal - RN. O mesmo é constituído de 05 pavimentos, sendo um pilotis e quatro pavimentos tipo, com 02 apartamentos por andar, em um total de oito unidades familiares. Cada apartamento possui três quartos, sendo uma suite, e uma dependência completa de empregada, duas salas, varanda, cozinha e área de serviço, em um total de 78,89m² de área útil.

Trata-se de um conjunto de elementos destinados a reutilização de água em um edifício residencial, envolvendo a separação do esgoto orgânico das águas servidas. Corresponde a implantação de um sistema duplo de tubulações de PVC, nos banheiros, sendo um destinado à descarga das bacias sanitárias e o outro utilizado na coleta de águas servidas, provenientes dos chuveiros e lavatórios.

As águas servidas da área de serviço, W. C. social e W. C. da suite são coletadas por colunas, independentes das destinadas ao esgoto primário (descargas de vasos sanitários), que conduzem esses efluentes a um tanque de recirculação e filtragem. Deste, a mesma é posteriormente rebombeada para um reservatório elevado separado que também se destina à reserva de incêndio. Este projeto inclui além do reúso de águas servidas, a captação de água de chuva, que é coletada através de calhas, em uma tubulação independente das demais como normalmente é projetado. As águas servidas do W.C de serviço não são coletadas visto que, não compensaria sua captação pela restrita utilização

do mesmo. As bacias sanitárias são abastecidas pelo reservatório superior de águas clarificadas.

Neste projeto não pôde ser realizada a pesquisa de mercado por não terem sido especificados os materiais utilizados. Serão trabalhados os dados fornecidos no projeto, tais como: custos, redução de consumo, economia de água anual e período de retorno do investimento. Estes dados são encontrados em Moreira (2001).

3.3.2.3. Projeto de medição individualizada

O projeto de medição individualizada foi elaborado pela autora da pesquisa e realizado para um edifício existente, Residencial Holanda, localizado à rua José de Alencar S/N, bairro da Bela Vista, Campina Grande-PB. O edifício contém 09 pavimentos, sendo um deles o pilotis e oito pavimentos tipo, com 02 apartamentos por andar, em um total de 16 unidades familiares. Cada apartamento possui 03 quartos sendo os três suítes, e uma dependência completa de empregada, um banheiro social, uma sala, um escritório, varanda, cozinha, despensa e área de serviço, em um total de aproximadamente 220m² de área útil.

O projeto de medição individualizada aqui elaborado foi baseado nos estudos e na implantação da medição individualizada em edifícios antigos da cidade de Recife – PE, realizados por Coelho e Maynard (1999).

De acordo com Coelho e Maynard (1999) o projeto de modificação das instalações de água para implantação da medição individualizada deve obedecer, rigorosamente, aos seguintes aspectos:

- cada apartamento deve ser abastecido por um único ramal de alimentação no qual será instalado o hidrômetro individual;
- o hidrômetro deve ser instalado em local de fácil acesso, de modo a facilitar a sua leitura;
- as caixas de proteção devem ser padronizadas, possuindo, imediatamente, antes do hidrômetro, registro de esfera ou de gaveta;

- não é permitida a utilização de 'válvulas de descargas', pois necessitam de vazão superior às compatíveis com os hidrômetros que serão instalados;
- não é permitida a interligação das instalações prediais de apartamentos distintos.

O projeto aqui elaborado seguiu as etapas apresentadas abaixo:

1º Passo: foi estudado o projeto original e realizado um esquema básico das modificações a serem feitas para permitir a medição individualizada;

2º Passo: foram identificados os locais das colunas de distribuição existentes;

3º Passo: foi realizado o projeto considerando o melhor local para colocação dos hidrômetros (entrada de serviço) para facilitar a leitura. A coluna de distribuição que sai do painel do hidrômetro alimenta todas as áreas molhadas do apartamento, sempre buscando o menor caminho para a tubulação horizontal. As colunas de distribuição anteriores foram isoladas, adaptando-se os ramais e sub-ramais a nova coluna de distribuição, não alterando as ligações existentes. A nova tubulação passará pelo forro, necessitando-se apenas destacar (com serra apropriada) a parte do forro correspondente a passagem dos tubos. Foram considerados os rasgos necessários a passagem dos tubos.

4º Passo: foram dimensionados os ramais e as colunas segundo a NBR 5626.

No Anexo D são apresentadas as plantas do projeto, bem como o orçamento detalhado para medição individual de edifícios já existentes. Para o cálculo do orçamento, foi feita a listagem de todo material necessário obtida a partir do projeto e realizada uma pesquisa de mercado no comércio da cidade de Campina Grande em quatorze casas comerciais.

3.3.2.4. Projeto UFCG

A UFCG possui uma área total de 390.100,0m², comporta um número de 588 professores, 6.280 alunos de graduação, 530 alunos de pós-graduação e 1.096 funcionários. A área total de cobertas é de 36.312,0, onde esta área total é distribuída em três setores: setor A = 9.140,0m², setor B = 13.337,0m² e setor C = 13.835,0m², neste trabalho não foi considerado nos cálculos o setor D, que corresponde à Faculdade de Medicina. Estes três setores possuem um total de 80 blocos.

Para a Universidade Federal de Campina Grande foi realizado, no âmbito desta pesquisa, um projeto que corresponde a trocas de aparelhos hidrosanitários convencionais por poupadores, sendo eles: bacia sanitária, mictórios, chuveiros e torneiras. Este projeto consistiu na contabilização dos aparelhos hidrosanitários em todos os blocos do Campus I da UFCG (Tabela 10), posteriormente foi realizada uma pesquisa de mercado e o orçamento para a implantação destas medidas.

O outro projeto considerado para esta pesquisa (Almeida, 2001) trata da implantação de cisternas de placas para captação de água de chuva. Cada cisterna possui a capacidade de 15m³ que pode fornecer 40ℓ/dia de água durante um ano. A área de captação é representada pelas coberturas dos blocos. O modelo da cisterna de placas de cimento (Figura 11) é encontrado em todo o Nordeste e continua sendo construído com êxito. O projeto consiste na implantação de uma cisterna para cada dois blocos da UFCG. Como o campus I da UFCG possui um total de 80 blocos, tem-se um total de 40 cisternas com capacidade de 15m³ cada (total de 600m³). A área total de captação corresponde a 36.312,0m². Neste projeto são feitas estimativas e nele não são apresentados os cálculos e os detalhes hidrosanitários para a implantação desta medida. Para isto seriam necessárias todas as plantas baixas de cada bloco, realizados projetos hidrosanitários e feitos alguns ajustes para a instalação da água da cisterna para as bacias sanitárias. Os custos, portanto, consideram o valor dos materiais para construção da cisterna, incluindo entre outros materiais a calha e a bomba hidráulica (sapo ¾”), além da mão-de-obra. Estes valores, em resumo, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 10- Contabilização dos aparelhos hidrosanitários do Campus I da UFCG (Agosto, 2003)

Aparelho	Quantidade
Bacias Sanitárias	153
Chuveiros	33
Mictórios	41
Torneiras	219

Tabela 11- Custos dos materiais e mão-de-obra para a confecção de uma cisterna de placas para a cidade de Campina Grande – PB (Janciro, 2001)

Material	Valor (R\$)
Materiais de consumo	380,00
Kit de construção	140,00
Mão-de-obra	43,00
Total	560,00

Taxa cambial (05/03/01) : US\$1 = R\$ 2.022.

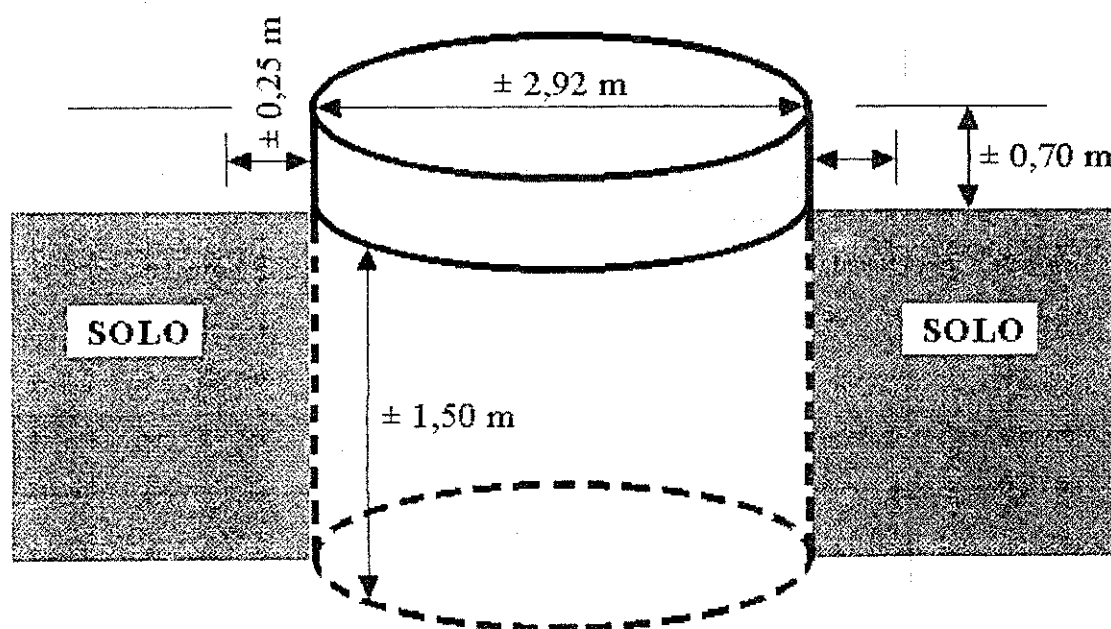


Figura 11- Aspecto da cisterna de placas padrão (Pedrosa, 2000)

Onde:

- diâmetro de escavação: 3,5 metros

- diâmetro interno: (de dentro a dentro) : \pm de 2,92 metros
- diâmetro externo: (de fora a fora): \pm de 3,00 metros
- profundidade total da cisterna: em torno de 2,20 metros
- volume total de água: Em torno de 15.000 litros
- profundidade do buraco: 1,20 a 1,50 metro (ideal)
- altura da cisterna acima do nível do terreno: \pm 0,70 metro
- cada cisterna tem 06 fiadas com 21 placas.

3.3.3. Custos totais e economia de água na implantação das alternativas

3.3.3.1. Residências, edifícios e UFCG

1. Residências

Primeiramente foi obtida através da CAGEPA a média do volume mensal gasto por ligação durante os anos de 2002 até julho de 2003, na área de estudo, onde os resultados são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Consumo médio mensal (m^3) real de água por ligação com hidrômetro do setor 37 (CAGEPA, 2003a).

ANO	MESES											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2002	15,77	12,07	14,38	14,15	15,61	12,78	12,89	13,16	14,37	14,39	14,53	16,4
2003	17,3	13,16	14,63	12,64	15,55	14,0	14,09	-	-	-	-	-
MÉDIA	16,53	12,61	14,50	13,39	15,58	13,39	13,49	13,16	14,37	14,39	14,53	16,4

Como apresentado anteriormente no Capítulo 2, foi considerada a percentagem de consumo mensal doméstico de água no Brasil fornecida por Pegorin (2001) (Tabela 13).

De posse destes dados e dos valores das vazões de cada aparelho (Tabelas 14 e 15), foram calculados os volumes mensais para cada aparelho, onde o cálculo é mostrado a seguir:

Tabela 13- Percentagem de consumo mensal doméstico de água no Brasil (Pegorin, 2001).

Usos da água	Percentagem (%)
Descargas de Banheiros	33
Cozinhar e Beber	27
Higiene: Banhos, escovar dentes.	25
Lavagem de Roupa	12
Outros: Lavagem de carro	3

a) Para os aparelhos convencionais

Volume mensal de água (m³) por aparelho convencional = Percentagem de consumo do aparelho (Tabela 13) x consumo mensal do setor 37 (Tabela 12).

Exemplo para o cálculo da bacia sanitária no mês de Janeiro:

$$\text{Volume mensal do aparelho convencional (m}^3\text{)} = 0,33 \times 16,53 = 5,455\text{m}^3$$

b) Para os aparelhos poupadores

Volume mensal de água (m³) por aparelho poupador = (Volume mensal por aparelho convencional (m³/s)) x (Vazão do aparelho poupador (m³/s)) (Tabela 15) / (Vazão do aparelho convencional (m³/s)) (Tabela 14)

Exemplo para o cálculo da bacia sanitária no mês de Janeiro :

$$\text{Volume mensal do aparelho poupador (m}^3\text{)} = (0,006(\text{m}^3/\text{s}) / (0,012(\text{m}^3/\text{s})) \times 5,455\text{m}^3 = 2,728\text{m}^3$$

Tabela 14- Vazão dos aparelhos convencionais (Deca, 2000).

Aparelhos	Vazão (ℓ /seg)
Torneira de jardim	12
Chuveiro	15
Torneira para lavatório	12
Torneira de tanque	18
Bacia Sanitária	12
Torneira da cozinha	15

Tabela 15- Vazão dos aparelhos poupadores (Deca, 2000).

Aparelhos	Vazão (ℓ/seg)
Torneira de jardim	8
Chuveiro	14
Torneira para lavatório	8
Torneira de tanque	18
Bacia Sanitária	6
Torneira da cozinha	6

2. Edifícios

Para os edifícios foi realizado o mesmo procedimento, mas a única diferença é que o consumo mensal de água por apartamento não foi considerado o consumo de água do setor 37 (fornecido pela CAGEPA) e sim 30,417m³/mês que corresponde a:

$$\text{Consumo mensal de água} = 0,200\text{m}^3/\text{pessoa}/\text{dia} \times 5 \text{ pessoas} \times 365\text{dias}/ 12 \text{ meses} = 30,417 \text{ m}^3/\text{mês}.$$

De acordo com Creder (1996), o consumo diário de água por pessoa é de 200 ℓ (este é um valor conservador que neste caso foi considerado para o cálculo de uma situação crítica, ou seja de grande consumo, o mesmo valor deverá ser reduzido quando considerado o gerenciamento da demanda) considera-se que a conta de condomínio por apartamento refere-se a uma média de 05 moradores.

Este valor foi considerado igual para todos os meses. Estimou-se que cada edifício continha um total de 16 apartamentos.

3. UFCG

Abaixo é apresentada a distribuição de água da UFCG com seus respectivos consumos, que são dados obtidos pela CAGEPA, do mês de Junho de 2003:

Setor A:

Localização	Consumo mensal (m ³)
Bloco AA (Administração / Pró-reitoria)	529,00
Calçada da Pró-reitoria	373,00
Bloco AB (Pav. de aulas / Adm.)	95,00
Restaurante Universitário	521,00
Total	1518,00

Setor B:

Localização	Consumo mensal (m ³)
Guarita do Centro de Humanidades	489,00
Setor B	99,00
Blocos BP e BQ (ATECEL e Coord.)	104,00
Blocos BS e BT (Lab. do Departamento de Mineralogia e Geologia)	125,00
Creche UFPB	167,00
Total	984,00

Setor C:

Localização	Consumo mensal (m ³)
Alta Tensão	74,00
Reservatório	1363,00
Total	1437,00

Logo a UFCG consome um total de 3939,00m³ de água por mês.

Foi considerada a distribuição de consumo mensal na UFCG (Tabela 16).

Tabela 16- Distribuição de consumo por aparelho hidrosanitário na UFCG

Usos da água	Porcentagem (%)
Bacia Sanitária	33
Chuveiro	10
Mictório	15
Torneira Lavatório	30
Torneira Cozinha	12

Esta distribuição foi baseada em uma pesquisa de campo sobre o número de aparelhos hidrosanitários na Universidade e nos possíveis usos de água na mesma.

3.3.3.2. Cálculo do consumo médio anual total de água do setor 37

De acordo com os dados e as considerações anteriores o consumo de água do setor 37 corresponde a:

1. Residências

$$\text{Consumo anual (m}^3\text{)} = 336 \text{ residências} \times (170,5\text{m}^3\text{/ano}) = 57.288,0\text{m}^3$$

Onde: 170,5m³/ano corresponde ao somatório dos consumos mensais para o setor 37 obtidos da Tabela 13.

2. Edifícios

$$\text{Consumo anual (m}^3\text{)} = 05 \text{ pessoas/apartamento} \times 16 \text{ apartamentos/edificio} \times 16 \text{ edificios} \times 0,2\text{m}^3\text{/pessoa/dia} \times 365 \text{ dias/ano} = 93.440,0\text{m}^3\text{/ano.}$$

3. UFCC

$$\text{Consumo anual (m}^3\text{)} = 12 \text{ meses/ano} \times 3939,0\text{m}^3\text{/mês} = 47.268,0\text{m}^3\text{/ano}$$

4. Total

Logo o setor 37 apresenta um consumo anual de água no valor de 197.996,0m³.

3.3.3.3. Cálculos para cada Alternativa

São apresentados no Quadro 4, de forma resumida, quais os cálculos realizados para cada alternativa

Quadro 4- Cálculos realizados para a obtenção dos custos totais e redução de consumo de cada alternativa.

ALTERNATIVA	CÁLCULOS
Medição Individualizada	Consumo mensal de água por conta de condomínio (m ³)
	Economia mensal de água (m ³)
	Economia mensal de água (R\$)
	Investimento para a implantação da medição individualizada (R\$)
	Custo de operação e manutenção (R\$)
	Retorno do investimento (R\$)
	Índice de redução de consumo (%)
Aparelhos Poupadores	Consumo mensal de água do aparelho convencional (m ³)
	Consumo mensal de água do aparelho poupador (m ³)
	Economia mensal de água com a troca do aparelho convencional pelo poupador (m ³)
	Investimento para implantação dos aparelhos poupadores (R\$)
	Custo de operação e manutenção das alternativas(R\$)
	Custo do consumo mensal de água posterior (R\$)
	Retorno do investimento (R\$)
Captação de Água de Chuva	Índice de redução de consumo (%)
	Volume de água captado pela superfície do telhado (m ³)
	Volume descontado (m ³)
	Volume total mensal captado pelo telhado (m ³)
	Consumo de água atual parcial (m ³)
	Consumo mensal de água atual total (m ³)
	Investimento (R\$)
	Volume de água utilizada da rede pública (m ³)
	Custo do consumo mensal de água posterior parcial (R\$)
	Economia de água mensal (m ³)
	Custo de operação e manutenção das alternativas(R\$)
	Saldo mensal do volume acumulado no reservatório (m ³)
	Retorno do investimento (R\$)
Índice de redução de consumo (%)	

Estes cálculos foram realizados conforme o exposto a seguir.

1. Medição individualizada

- a) Cálculo do Consumo Mensal de Água Anterior (sem a instalação do hidrômetro) por Apartamento (CMA)

Este valor é o mesmo considerado anteriormente = $30,417\text{m}^3/\text{mês}$

- b) Cálculo do Consumo Mensal de Água Posterior (após a instalação do hidrômetro) por Apartamento (CMP)

$$\text{CMP}(\text{m}^3) = \text{Consumo mensal de água anterior por apartamento } (\text{m}^3) \times (1-0,25).$$

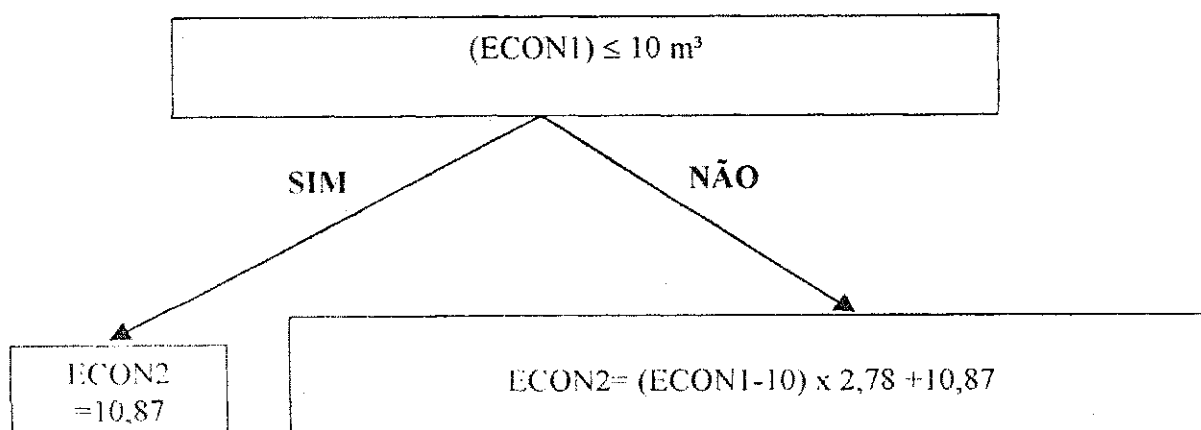
De acordo com os estudos de Coelho e Maynard (1999) a redução de consumo de água por edifício com a medição individualizada é de 25%, logo o consumo de água posterior será $(1-0,25) \times$ consumo de água anterior.

- c) Cálculo da Economia Mensal de água (m^3) (ECON1)

$$\text{ECON1}(\text{m}^3) = \text{Consumo mensal de água anterior por apartamento } (\text{m}^3) - (\text{consumo de água mensal de água posterior por apartamento } (\text{m}^3)).$$

- d) Cálculo da Economia Mensal de água (R\$) (ECON2)

Corresponde ao valor da economia de água em reais de acordo com a tarifa da CAGEPA (2003b) apresentada no Anexo E.



Onde: 10,87 é o custo para o consumo residencial de água de até 10 m^3 ;

2,78 corresponde a: $1,39 + 1,39$, ou seja, o valor metro cúbico de água economizado na conta de água e na conta de esgoto.

- e) Cálculo do Investimento (INV) para implantação da medição individualizada (RS)

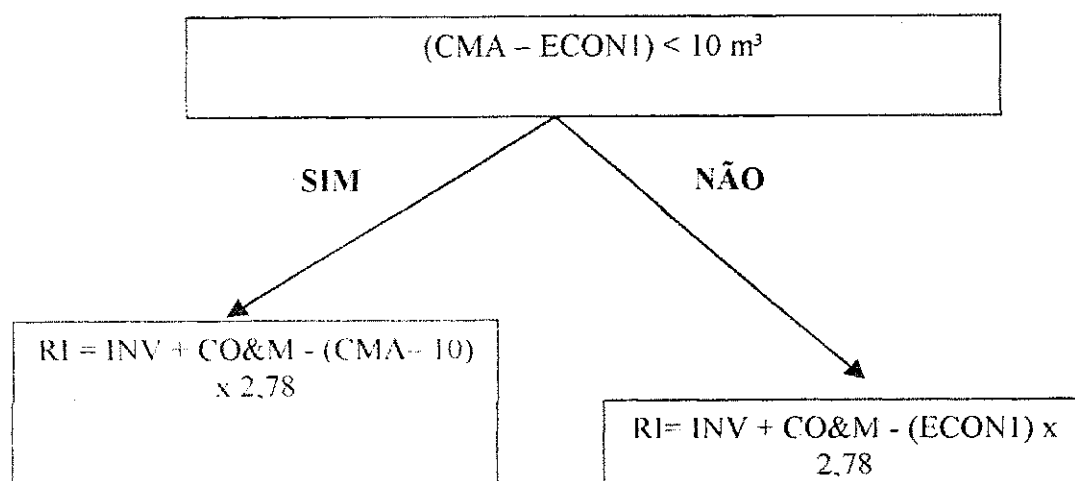
Foi realizado um projeto de um orçamento incluindo o valor dos materiais necessários para a implantação destes e custos de mão-de-obra para um edifício de 09 pavimentos. O valor do investimento foi de R\$10.289,49.

- f) Cálculo do Custo de Operação e Manutenção (RS) (CO&M)

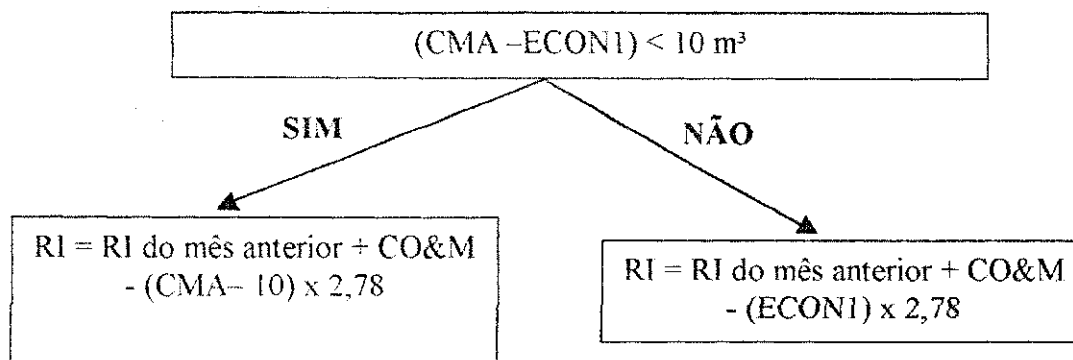
Foi considerado um custo de operação e manutenção de 2% ao ano do valor do investimento baseado em Santos (2003). O autor utilizou este dado para o custo de manutenção em tubulações e reservatórios para operação de sistemas de tratamento e distribuição de água de reúso.

- g) Cálculo do Retorno do Investimento (RS) (RI)

No primeiro mês



A partir do segundo Mês



h) Cálculo do Índice de Redução de Consumo de Água (%) (IR)

Este dado foi obtido através dos estudos de Coelho e Maynard (1999), onde a redução de consumo de água com a medição individual é de 25%.

2. Aparelhos poupadores

a) Cálculo do Consumo de Água dos Aparelhos Convencionais (m^3) (CMAC)

Corresponde ao mesmo cálculo realizado no item 3.3.3.1.

b) Cálculo do Consumo de Água dos Aparelhos Poupadores (m^3) (CMAPP)

Corresponde ao mesmo cálculo realizado no item 3.3.3.1.

c) Cálculo da economia de água com a troca de aparelhos convencionais por poupadores (m^3) (ECON1)

$ECON1(\text{m}^3) = \text{Consumo de água com o aparelho convencional} (\text{m}^3) - \text{Consumo de água mensal com o aparelho poupador} (\text{m}^3)$.

d) Cálculo do investimento (INV) para implantação dos aparelhos poupadores (RS)

Foi realizado o orçamento do projeto incluindo o valor dos aparelhos, materiais necessários para a implantação destes e custos de mão-de-obra para uma casa de classe média. Casa esta que possui um banheiro social, uma suíte, um banheiro para dependência de empregada e um lavabo. O número de trocas de aparelhos é discriminado a seguir:

- quatro bacias de caixa acoplada de volume de descarga reduzido;
- três chuveiros com dispositivo redutor;
- quatro torneiras com arejador para lavatório;
- três torneiras com arejador para pia de cozinha;
- três torneiras com arejador para uso geral (para lavanderia e jardim).

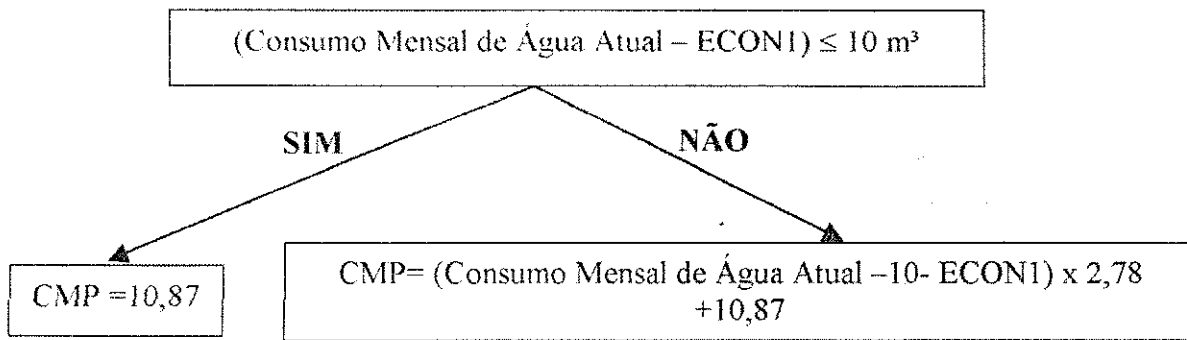
O custo total foi de R\$1.493,44, incluindo material e mão-de-obra. O detalhe dos cálculos é apresentado no Anexo C.

e) Custo de Operação e Manutenção (CO&M) das alternativas (R\$)

Como já mencionado, foi considerado um custo de operação e manutenção de 2% ao ano do valor do investimento, com base em Santos (2003).

f) Custo Mensal de Água Posterior (CMP), ou seja, depois de implantada a alternativa (R\$)

Este custo é obtido através da tarifa da CAGEPA que é apresentada no Anexo E. Com o consumo de água em m³ encontra-se o custo correspondente:



Onde: 10,87 é o custo para o consumo residencial de água de até 10 m³; 2,78 corresponde a: 1,39 + 1,39, ou seja, o valor metro cúbico de água economizado na conta de água e na conta de esgoto.

O consumo mensal de água atual corresponde ao valor fornecido pela CAGEPA para o setor 37 no caso das residências e a 30,417m³/mês para os edifícios

g) Retorno do Investimento (R\$) (RI)

Este cálculo é semelhante ao realizado para a medida da medição individualizada.

h) Índice de Redução do Consumo (%) (IR)

$$IR (\%) = \frac{\text{Consumo Mensal Atual} - (\text{Consumo Mensal de Água Atual} - \text{Economia})}{\text{Consumo Mensal Atual}} \times 100$$

3. Captação de água de chuva

a) Cálculo do Volume de água Captado pela Superfície do Telhado (m³/mês) (Vs)

$$V_s (\text{m}^3/\text{mês}) = P (m) \times C_s \times A (m^2)$$

Onde:

- C_s = Coeficiente de escoamento superficial: de acordo com Tucci (2001), para superfície de telhado varia entre 0,75-0,95. O valor considerado foi de 0,95;
- P = precipitação média mensal (m): Corresponde a média dos dados de precipitação da cidade de Campina Grande de 1961 a 1990. Estes valores foram obtidos no Laboratório de Meteorologia Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba (LMRS, 2001);
- A = área da superfície de contribuição (m^2).

b) Cálculo do Volume Descontado ($m^3/mês$) (V_d)

Corresponde a uma perda de 20% sobre o volume de água captada pelo telhado que seria utilizada para lavar a superfície de captação, representada pela água inicial da chuva.

$$V_d (m^3/mês) = 0,02 \times V_s$$

c) Cálculo do Volume Total Mensal Captado pela Superfície do Telhado (m^3) (V_T)

$$V_T (m^3/mês) = V_s - V_d$$

d) Consumo Mensal de Água Atual Parcial (m^3) (CMAP)

Trata-se do consumo mensal de água atual para os usos na bacia sanitária, lavagem de carro e rega de jardim.

e) Consumo Mensal de Água Atual Total (m^3) (CMAT)

Trata-se do consumo mensal de água total (para todos os usos), dados estes fornecidos pela CAGEPA para o setor 37 do bairro selecionado.

f) Investimento (R\$) (INV)

Corresponde ao custo total para a implantação da alternativa, obtido através do projeto de captação de água de chuva realizado nas residências. O valor do investimento foi de R\$4.211,26.

g) Custo de Operação e Manutenção (R\$) (CO&M):

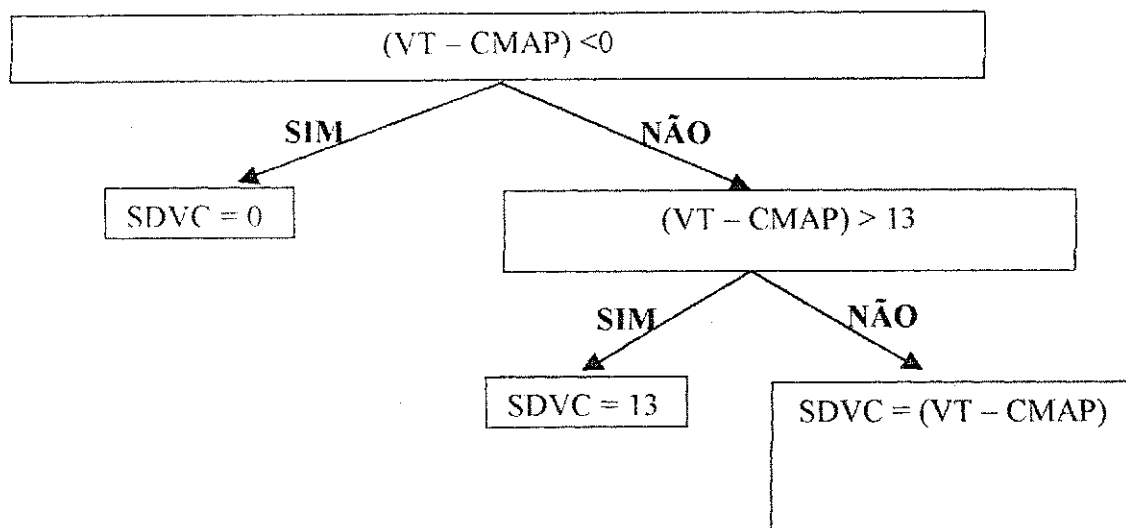
Para o custo de operação e manutenção foram considerados os dados da bomba d'água:

- potência: 300W
- vazão: 300L/h = 0,3m³/h

Para um volume de 3m³ (reservatório superior) o tempo de operação da bomba é de 10h. A energia da bomba é de 3KWh. O valor de 3KWh de energia é de R\$0,862 (1KWh equivale a R\$0,287). Como o tempo de redução de volume do reservatório superior é 6,83 dias (Volume do reservatório superior / volume médio diário usado para bacia, rega de jardim e lavagem de carro) em um mês a bomba será acionada cerca de 2 vezes. Logo o custo de operação é cerca de R\$1,66 mensais.

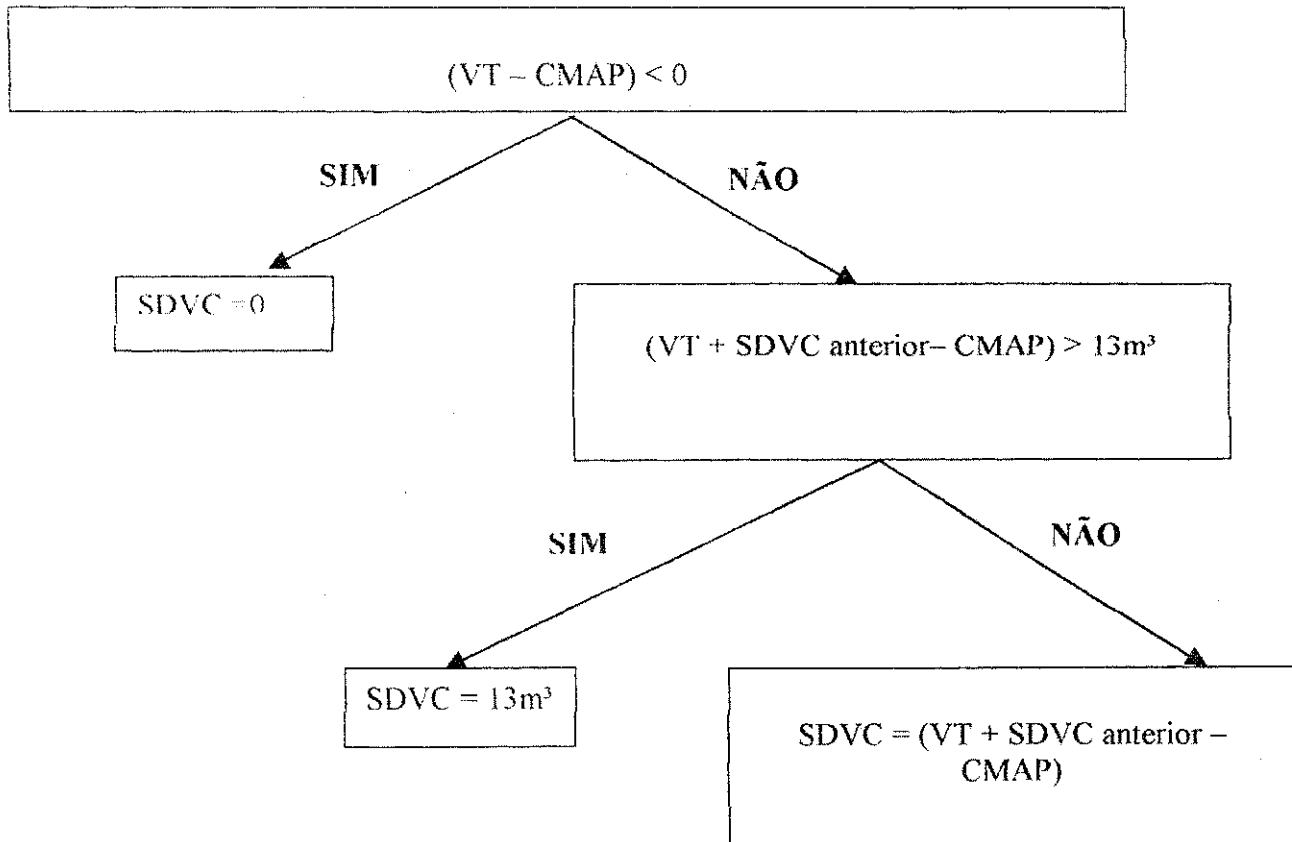
h) Saldo Mensal do Volume Acumulado na Cisterna (m³/mês) (SDVC)

No primeiro mês

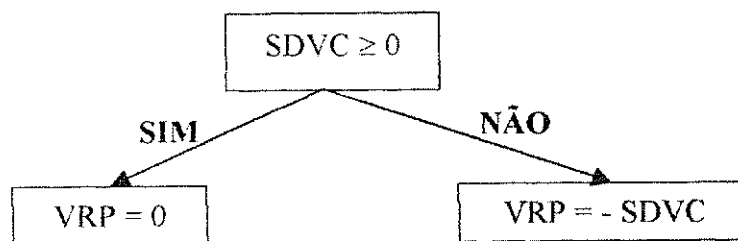


Onde: 13m^3 é o volume total dos dois reservatórios para captar água de chuva.

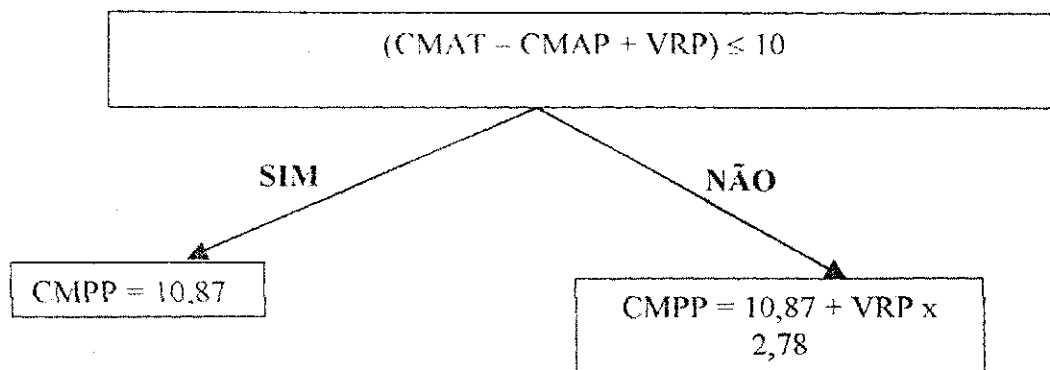
A partir do segundo mês



i) Volume Utilizado da Rede Pública (VRP) para abastecer as descargas das bacias, lavagem de carro e rega de jardim ($\text{m}^3/\text{mês}$)



j) Custo do Consumo Mensal de Água Posterior Parcial (R\$) (CMPP)

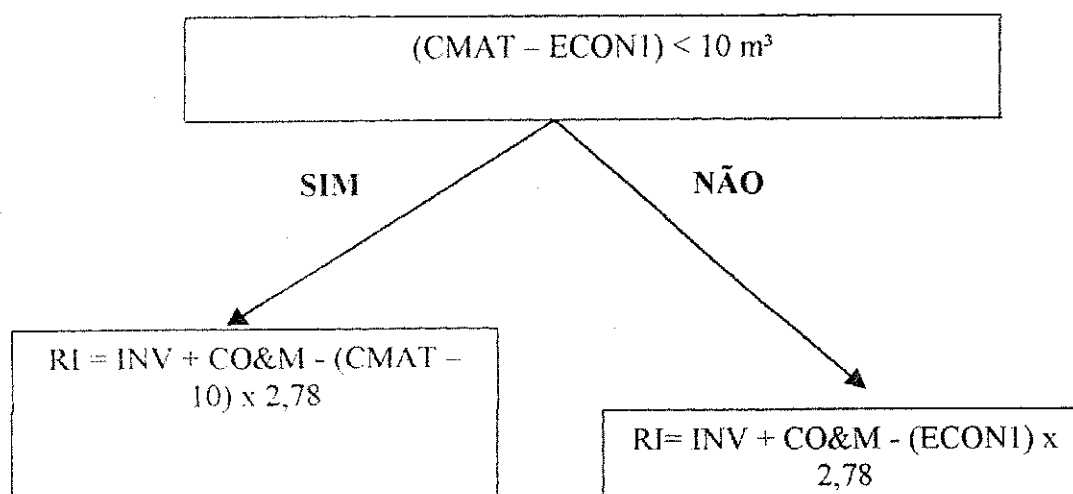


k) Economia Mensal de água (m³) (ECON1)

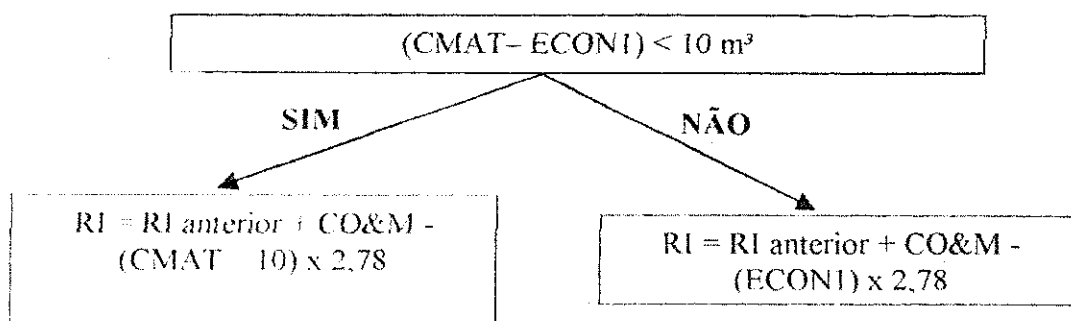
$ECON1(m^3) = \text{Consumo Mensal de Água Atual Parcial} - \text{Volume Captado pela Rede pública}$

l) Retorno do Investimento (R\$) (RI)

No primeiro mês



A partir do Segundo Mês



m) Índice de Redução de Consumo de Água (%) (IR)

Este cálculo é semelhante ao realizado para a medida dos aparelhos poupadores.

3.4. Desenvolvimento do modelo multicriterial

A análise multicriterial aqui aplicada ao problema decisório destina-se a ordenação e seleção de alternativas para gerenciar a demanda urbana de água para o bairro Conjunto dos Professores da cidade de Campina Grande – PB.

O modelo multicriterial concebido considera a técnica da articulação antecipada das preferências do decisor, obtidas através das entrevistas em que o entrevistado selecionou a alternativa de seu interesse. Esta técnica oferece uma seqüência de soluções, que convergem para a solução final.

Como já discutido, as informações a serem usadas no modelo multicriterial são representadas a partir de dados reais obtidos através das entrevistas domiciliares, das pesquisas realizadas no comércio local, dos projetos de engenharia, das informações fornecidas pela concessionária de água assim como das informações fornecidas pela literatura consultada.

Como o processo decisório é caracterizado por grande subjetividade, esta é considerada no estabelecimento de pesos relativos aos critérios fixados para o caso de estudo. Na concepção do modelo desenvolvido nesta pesquisa, considerou-se o Método Analítico Hierárquico (AHP) criado por Saaty (1977) que apresenta uma escala numérica para a avaliação subjetiva das alternativas. Esta escala expressa uma intensidade de importância entre uma alternativa e outra. Diferentemente da escala de números inteiros

adotada por Saaty (1977), a qual varia em duas unidades, a escala adotada na presente pesquisa corresponde a valores decimais variando de 0,2 (para as piores soluções) a 1,0 (para os melhores soluções), pois a grandeza não interfere na interpretação dos resultados. Esta seqüência expressa a tradução dos resultados reais obtidos para as alternativas através de pesos, daí o nome adotado de *pesos reais* e a mesma varia de acordo com o critério analisado. Os pesos reais são apresentados a seguir.

A especificação do critério retorno do investimento (Quadro 5) foi baseada na vida útil dos aparelhos. Considera-se que após um período de três anos se não houver um cuidado especial e feitas manutenções periódicas alguns aparelhos necessitarão de reparos ou de serem trocados.

Quadro 5- Escala de pesos reais para o critério retorno do investimento

OBJETIVO ECONÔMICO		
CRITÉRIO RETORNO DO INVESTIMENTO (RI)		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
$RI \leq 1,0$ ANO	1,0	Extremamente viável
$1,0 < RI \leq 2,0$ ANOS	0,8	Viável
$2,0 < RI \leq 3,0$ ANOS	0,6	Viável
$3,0 < RI \leq 4,0$ ANOS	0,4	Pouco viável
$RI > 4,0$ ANOS	0,2	Inviável

A redução de consumo ou índice de redução de consumo (Quadro 6) é considerada alta se reduzir o gasto de água da concessionária em uma percentagem que varia de 70 a 100 %, é média entre 50 e 70% e baixa se houver uma redução abaixo de 30%.

Quadro 6- Escala de pesos reais para o critério redução de consumo

OBJETIVO AMBIENTAL		
CRITÉRIO REDUÇÃO DE CONSUMO (RC)		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
$RC = 100\%$	1,0	Muito Alta
$70\% \leq RC < 100\%$	0,8	Alta
$50\% \leq RC < 70\%$	0,6	Média
$30\% \leq RC < 50\%$	0,4	Baixa
$RC < 30\%$	0,2	Muito Baixa

A implantação das alternativas em edifícios existentes (Quadro 7) requer um cuidado especial com a estrutura da residência ou do apartamento, alterará ou não o projeto original, seja ele hidrosanitário ou estrutural. Logo, quanto maior a dificuldade para implantar a alternativa mais alto é o nível implantação.

Quadro 7- Escala de pesos reais para o critério dificuldade de implantação em edifícios existentes

OBJETIVO TÉCNICO		
CRITÉRIO DIFICULDADE IMPLANTAÇÃO EM EDIFÍCIOS EXISTENTES		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
Não altera o projeto original e pode ser feita pelo próprio usuário	1,0	Baixa
Não necessita alterar o projeto original, mas precisa de mão-de-obra especializada.	0,4	Média
Altera o projeto original e necessita de mão-de-obra especializada	0,2	Alta

Quanto maior for a dificuldade e os recursos para operar (Quadro 8) uma alternativa mais alto é o seu nível tecnológico.

Quadro 8- Escala de pesos reais para o critério nível tecnológico

OBJETIVO TÉCNICO		
CRITÉRIO NÍVEL TECNOLÓGICO		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
Fácil operação sem complexidade no processo, não necessitando de orientação especial para o uso.	1,0	Baixa
Fácil operação sem complexidade no processo, mas necessita de orientação especial para o uso.	0,4	Média
Complexidade no processo necessitando de orientação especial para o uso.	0,2	Alta

A alternativa em que todos os materiais e mão-de-obra estão disponíveis no comércio local (Quadro 9) apresenta um nível muito alto de disponibilidade no mercado.

Quadro 9- Escala de pesos reais para o critério disponibilidade no mercado

OBJETIVO TÉCNICO		
CRITÉRIO DISPONIBILIDADE NO MERCADO		
(DM)		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
DM = 100%	1,0	Muito Alta
$70\% \leq DM < 100\%$	0,8	Alta
$50\% \leq DM < 70\%$	0,6	Média
$30\% \leq DM < 50\%$	0,4	Baixa
DM < 30%	0,2	Muito Baixa

As alternativas que não necessitam de mão-de-obra especializada. Podendo serem executadas em um longo espaço de tempo, por exemplo anual ou semestral, apresentam um baixo grau de dificuldade nas suas manutenções (Quadro 10).

Quadro 10- Escala de pesos reais para o critério dificuldade de manutenção

OBJETIVO TÉCNICO		
CRITÉRIO DIFICULDADE DE MANUTENÇÃO		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
Manutenção realizada em período de tempo variando de seis meses a um ano, pelo próprio usuário.	1,0	Muito baixa
Manutenção realizada em período de tempo variando de seis meses a um ano, por mão-de-obra especializada.	0,8	Baixa
Manutenção realizada em período de tempo variando de três a seis meses, pelo próprio usuário.	0,6	Média
Manutenção realizada em período de tempo variando de três a seis meses, por mão-de-obra especializada.	0,4	Alta
Manutenção realizada em período de tempo inferior a três meses.	0,2	Muito alta

Considerou-se que uma alternativa seria desejável pela população, sob o ponto de vista econômico (Quadro 11), se acima de 50% das pessoas entrevistadas respondessem que a implantariam, independentemente do seu custo.

Quadro 11- Escala de pesos reais para o critério aceitabilidade econômica

OBJETIVO SOCIAL		
CRITÉRIO ACEITABILIDADE ECONÔMICA (AE)		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
AE = 100%	1,0	Extremamente desejável
$70\% \leq AE < 100\%$	0,8	Desejável
$50\% \leq AE < 70\%$	0,6	Desejável
$30\% \leq AE < 50\%$	0,4	Pouco desejável
AE < 30%	0,2	Indesejável

Considerou-se que uma alternativa seria desejável pela população sob o ponto de vista ambiental (Quadro 12), se acima de 50% das pessoas entrevistadas respondessem que a implantariam para reduzir o consumo de água na residência.

Quadro 12- Escala de pesos reais para o critério aceitabilidade ambiental

OBJETIVO SOCIAL		
CRITÉRIO ACEITABILIDADE AMBIENTAL (AA)		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
AA = 100%	1,0	Extremamente desejável
$70\% \leq AA < 100\%$	0,8	Desejável
$50\% \leq AA < 70\%$	0,6	Desejável
$30\% \leq AA < 50\%$	0,4	Pouco desejável
AA < 30%	0,2	Indesejável

A alternativa é desejável pela população sob o ponto de vista geral (Quadro 13), se acima de 50% das pessoas entrevistadas responderem que a implantariam na sua residência sem avaliar custos e redução de consumo de água.

Quadro 13- Escala de pesos reais para o critério aceitabilidade geral

OBJETIVO SOCIAL		
CRITÉRIO ACEITABILIDADE GERAL (AG)		
ESPECIFICAÇÃO	PESO REAL	CATEGORIA
AI = 100%	1,0	Extremamente desejável
$70\% \leq AI < 100\%$	0,8	Desejável
$50\% \leq AI < 70\%$	0,6	Desejável
$30\% \leq AI < 50\%$	0,4	Pouco desejável
$AI < 30\%$	0,2	Indesejável

Após determinados os pesos reais para os critérios estudados, é realizada uma média dos pesos dos critérios relacionados ao mesmo objetivo, por exemplo: o objetivo social considera três critérios que são as aceitabilidades econômica, ambiental e geral. logo realiza-se uma média dos pesos reais desses três critérios de aceitabilidade que resultará em um *peso geral* para o objetivo social, como é apresentado na Tabela 17 a seguir.

Tabela 17- Exemplo do cálculo do peso geral para o objetivo social para a alternativa medição individualizada.

OBJETIVO SOCIAL	
CRITÉRIOS	PESOS REAIS
Aceitabilidade Econômica	0,4
Aceitabilidade Ambiental	0,6
Aceitabilidade Geral	0,8
MÉDIA DOS PESOS (Peso geral)	0,6

Também são consideradas neste estudo associações de alternativas (ex.: Bacia sanitária VDR + reúso de água + medição individualizada), onde o peso total para cada objetivo desta alternativa corresponde à média dos pesos gerais de cada medida isolada, conforme apresentado na Tabela 18 a seguir:

Tabela 18- Exemplo do cálculo dos pesos para o objetivo social da alternativa associada Bacia VDR + reúso de água + medição individualizada

OBJETIVO SOCIAL	
ALTERNATIVAS	MÉDIA DOS PESOS GERAIS
Bacia Sanitária VDR	0,80
Reúso de Água	0,50
Medição Individualizada	0,60
MÉDIA TOTAL DOS PESOS	0,63

Posteriormente são estabelecidos os *pesos preferenciais* para cada objetivo estudado, seguindo o padrão apresentado no Quadro 14. É estabelecido um peso preferencial, onde a soma destes, para cada alternativa, é igual a 100. O modelo multicriterial simulou todas as possíveis preferências entre os objetivos estudados, em um total de 12 simulações, algumas dessas preferências podem ser observadas na Tabela 19.

Quadro 14- Pesos preferenciais para os objetivos estudados

Seqüência Preferencial	Peso
1º	40
2º	30
3º	20
4º	10
TOTAL	100

Tabela 19- Exemplos de pesos preferenciais dos objetivos estudados para duas simulações do modelo.

SIMULAÇÃO	OBJETIVOS	PESO PREFERENCIAL
1ª	Econômico	40
	Ambiental	30
	Social	20
	Técnico-Operacional	10
2ª	Econômico	10
	Ambiental	30
	Social	40
	Técnico-Operacional	20

O processo final consiste em multiplicar cada peso preferencial pelo peso geral para cada objetivo, em que a alternativa selecionada corresponderá aquela que apresentar o maior somatório de pesos para o conjunto de objetivos, conforme mostrado na Tabela 20 a seguir:

Tabela 20- Exemplo do resultado de uma simulação em que foram avaliadas as medidas bacia VDR e reúso de água

SIMULAÇÃO	OBJETIVOS	PESO PREFERENCIAL	ALTERNATIVAS	
			Bacia VDR	Reúso de Água
1ª	Econômico	40	8	32
	Ambiental	30	12	16
	Social	20	16	12
	Técnico-Operacional	10	10	8
	Somatório dos pesos	100	46	68

Os valores das duas colunas das alternativas (Bacia VDR e Reúso de Água) correspondem ao resultado da multiplicação da média total dos *pesos gerais* (para cada objetivo da medida estudada) pelo respectivo *peso preferencial*.

Capítulo 4

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Entrevistas

Após realizadas as entrevistas nas residências e apartamentos foram computados os resultados. Primeiramente foi realizada uma análise detalhada destes resultados e posteriormente os mesmos foram inseridos no modelo multicriterial para uma avaliação final.

Nesta seção serão apresentados os resultados das entrevistas realizadas a partir do questionário padrão (Figura 9), em que cada entrevistado respondeu as questões tomando por base seus próprios conhecimentos, não sendo fornecidas informações que de alguma forma viessem a influenciar nas respostas. Em algumas respostas o entrevistado sugeriu várias soluções, isto pode ser observado nas percentagens totais para cada questão, onde o somatório dos resultados não equivale a 100%.

Primeiramente foi questionado aos entrevistados se os mesmos tinham conhecimento dos problemas de abastecimento da cidade de Campina Grande-PB. De acordo com as respostas obtidas pôde-se observar que a maioria da população (100% nas residências e 62,5% nos apartamentos) está informada sobre o problema de abastecimento da cidade, principalmente por ter vivenciado o racionamento de água em meados 1998-2000. Em relação aos entrevistados dos apartamentos, esta percentagem de 62,5% pode ser justificada pelo fato do bairro do Conjunto dos Professores ser habitado por estudantes de outras localidades.

Solicitou-se aos entrevistados algumas sugestões para a solução ou minimização destes problemas de abastecimento. Estes resultados podem ser observados nas Figuras 12 e 13.

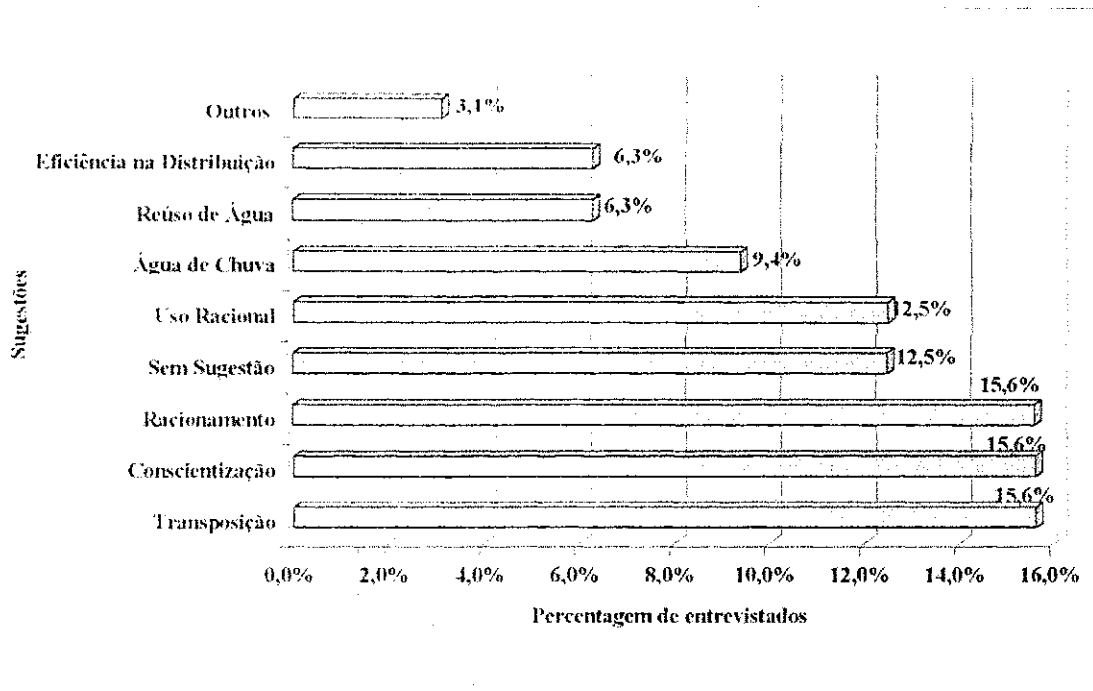


Figura 12- Sugestões dos entrevistados das residências para a solução dos problemas de abastecimento de água de Campina Grande-PB

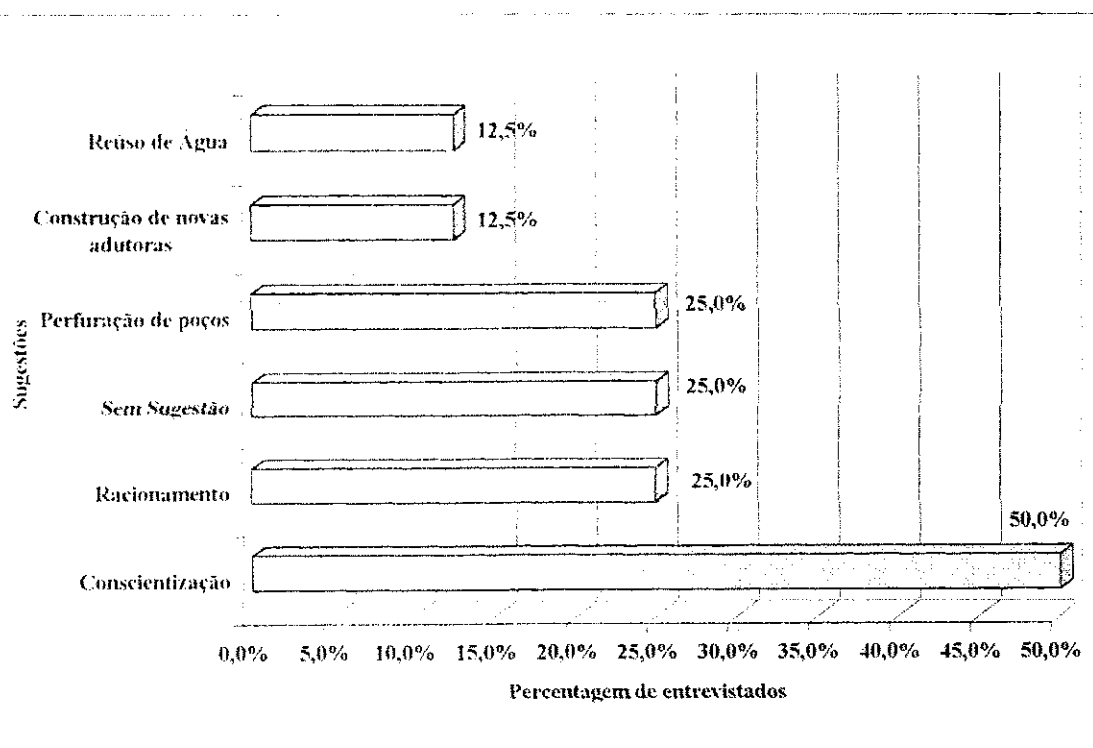


Figura 13- Sugestões dos entrevistados dos apartamentos para a solução dos problemas de abastecimento de água de Campina Grande-PB

Das sugestões para soluções dos problemas tem-se que 15,6% dos entrevistados nas residências e 50,0% nos apartamentos acreditam que a conscientização e a educação ambiental é um caminho para o problema de abastecimento da cidade. Segundo os entrevistados a população quando melhor informada e consciente do problema utilizará a água de forma racional. Outros 15,6% dos entrevistados nas residências e 25,0% nos apartamentos sugeriram uma medida mais radical que seria implantar novamente um racionamento de água, alguns entrevistados até enfatizaram em sugerir um 'acionamento severo' devido ao 'nível de consciência limitado' das pessoas. Situação bastante cômoda para os moradores deste bairro, visto que todos os entrevistados dispõem de uma caixa d'água em sua residência ou apartamento para abastece-los em época de racionamento.

A maioria dos entrevistados (97,0% nas residências e 100% nos apartamentos) acha que há muita perda de água por vazamentos nas redes de distribuição. De acordo com 59,3% dos entrevistados nas residências e 75,0% nos apartamentos, há muita incidência de vazamentos nas ruas do bairro, em que na maioria das vezes (segundo 54,0% dos entrevistados nos domicílios) o serviço da CAGEPA não é eficiente (Figuras 14 e 15). Considera-se que há muita perda de água devido ao tempo que se leva para o conserto dos mesmos.

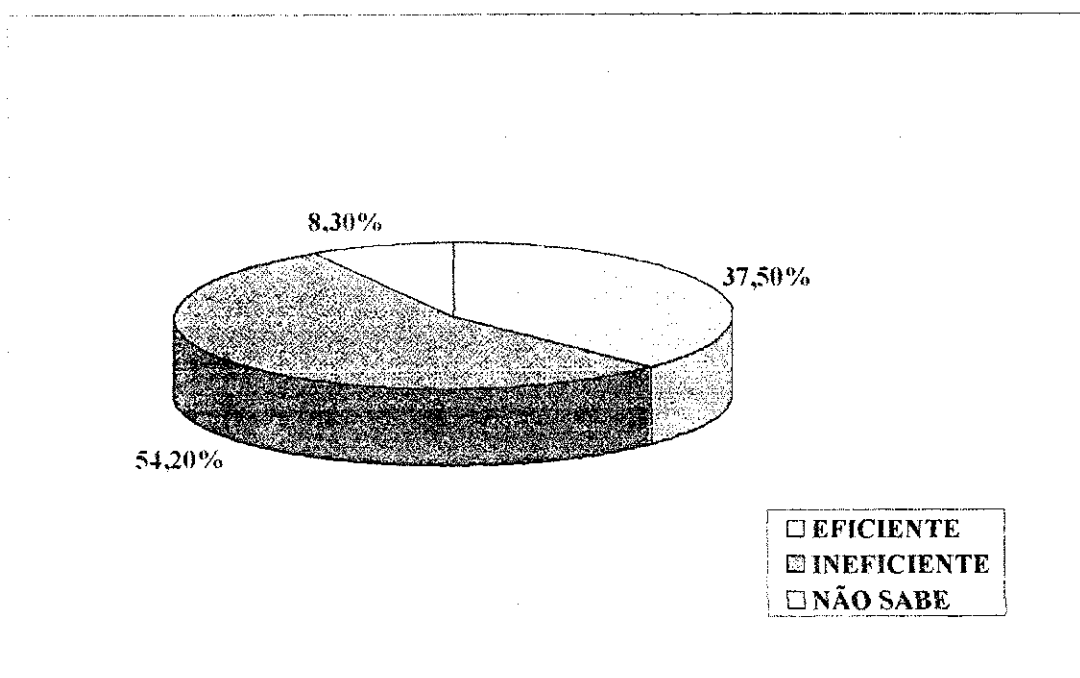


Figura 14- Opinião dos entrevistados das residências em relação à eficiência da CAGEPA no conserto de vazamentos da rede do bairro Conjunto dos Professores

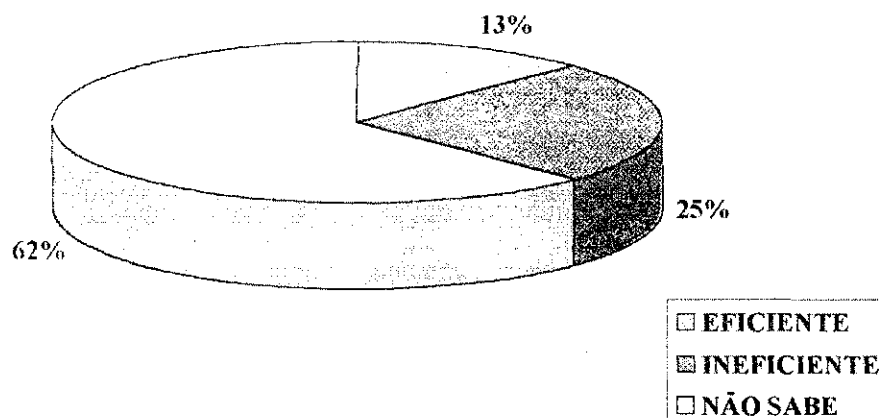


Figura 15 - Opinião dos entrevistados dos apartamentos em relação à eficiência da CAGEPA no conserto de vazamentos da rede do bairro Conjunto dos Professores

Na época de racionamento, como era de se esperar devido ao padrão social do bairro, a maioria dos entrevistados (65,6% nas residências e 75,0% nos apartamentos) armazenam água em caixas d'água e a economizam (Figuras 16 e 17). Em relação aos apartamentos cerca de 25,0% dos entrevistados responderam que não alcançaram esta época de racionamento, o que vem reforçar a afirmação de que a maioria dos moradores de edifícios neste bairro é de estudantes que permanecem na cidade apenas até concluir os cursos.

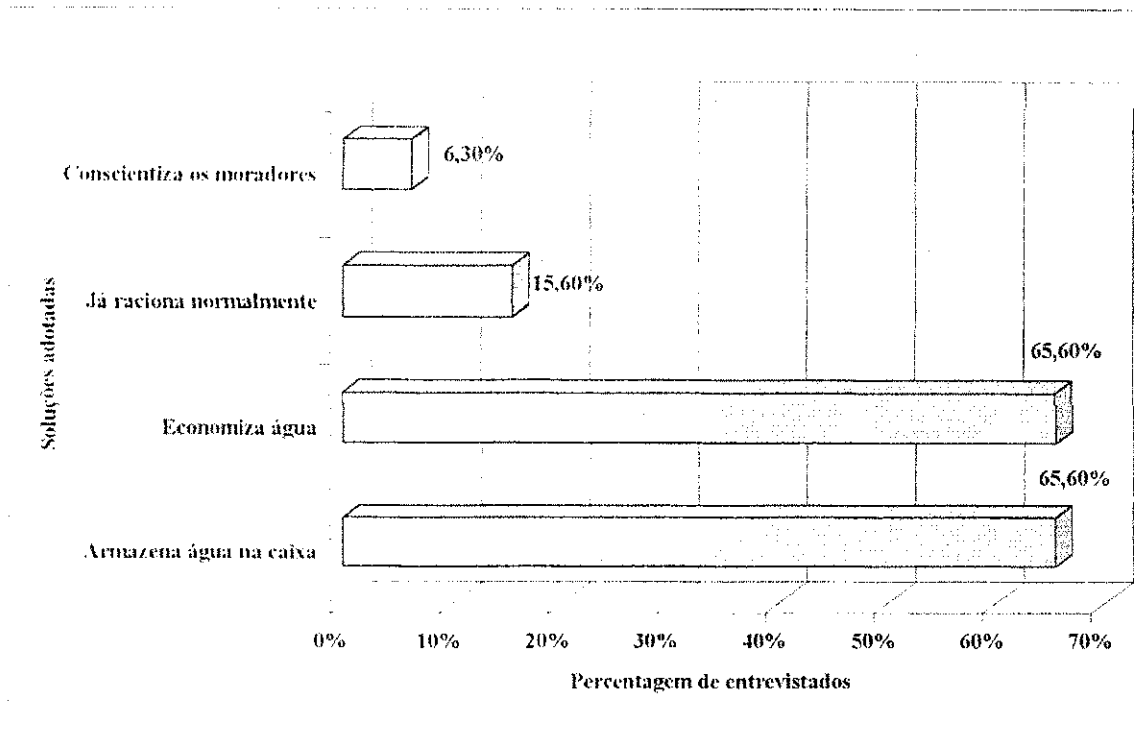


Figura 16- Soluções adotadas pelos entrevistados das residências quando há racionamento na cidade de Campina Grande – PB

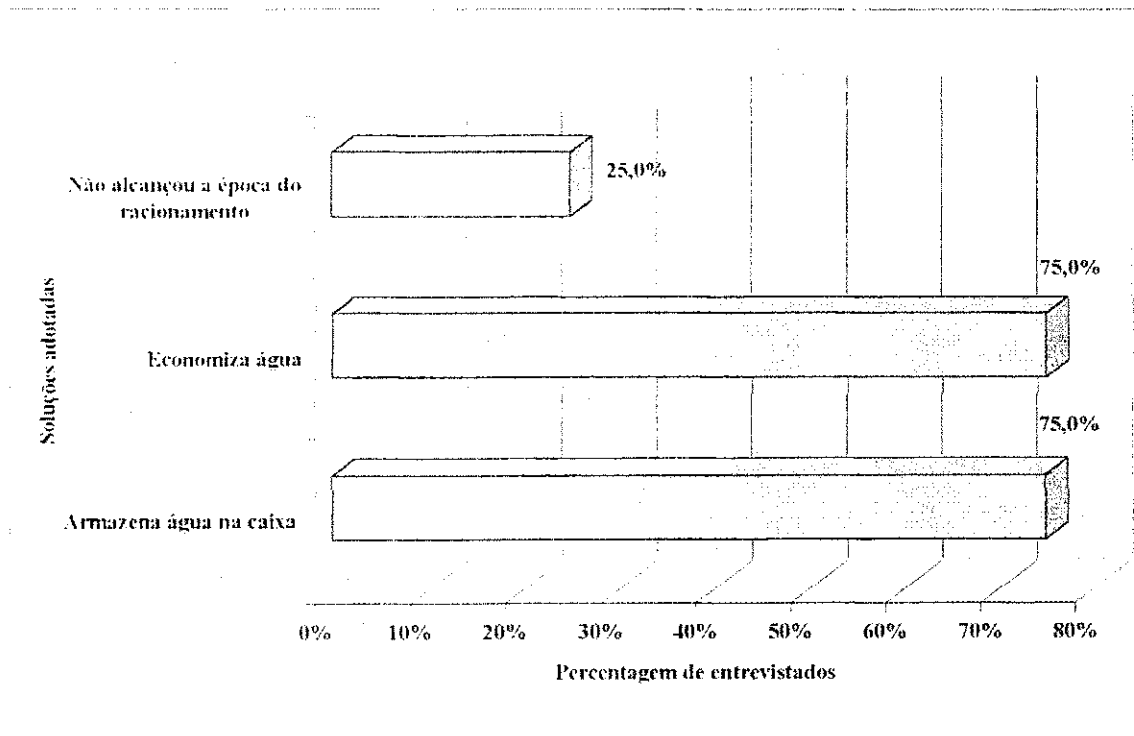


Figura 17- Soluções adotadas pelos entrevistados dos apartamentos quando há racionamento na cidade de Campina Grande – PB

Todos os entrevistados concordaram que há muita perda de água por desperdício nas residências. Quando questionado em que particularmente cada um gastava mais água, as respostas obtidas foram conforme as indicadas nas Figuras 18 e 19.

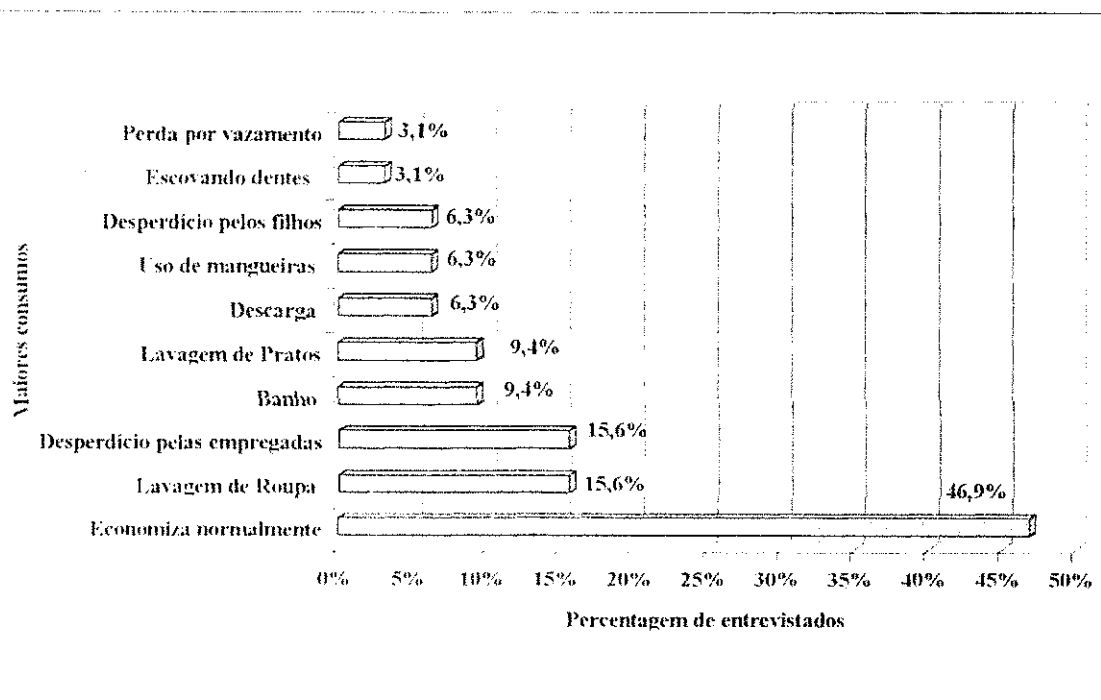


Figura 18- Maiores consumos de água nas residências na opinião dos entrevistados

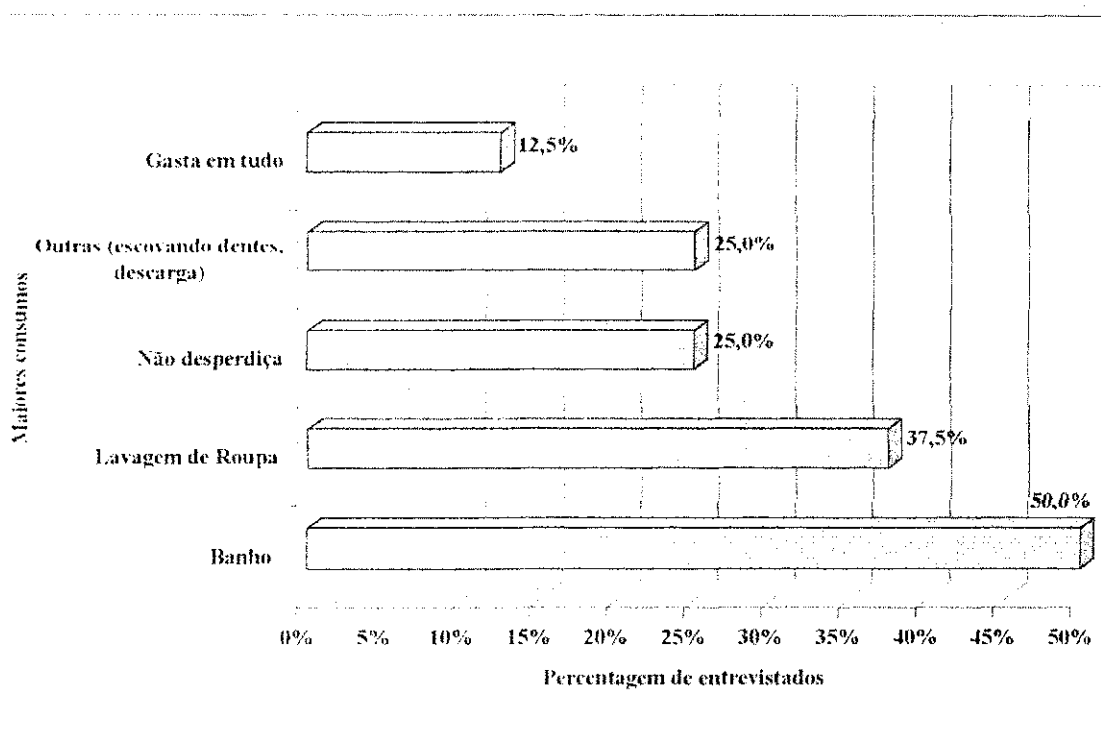


Figura 19 - Maiores consumos de água nos apartamentos na opinião dos entrevistados

Em relação aos resultados desta questão nas residências pôde-se observar que cerca de 46,9% dos entrevistados respondeu que não desperdiça água e que economiza normalmente. Foi bastante enfatizado que as empregadas domésticas (15,6%) e os filhos (6,3%) são os que mais gastam água. Diante deste quadro foi questionado aos entrevistados se eles lavavam carro em casa, se utilizavam mangueira para regar o jardim, quanto tempo gastavam no banho. De acordo com as respostas obtidas concluiu-se que realmente grande parte das pessoas desperdiça água e não admite. Já em relação aos entrevistados nos apartamentos, a maioria (50,0%) respondeu que gasta mais água no banho e na lavagem de roupa (37,5%), em especial 12,5 % enfatizaram que não se preocupam em economizar água.

Foi posto em questão aos entrevistados o valor da tarifa de água, se esta é cara ou barata. Nas entrevistas residenciais cerca de 43,8% achou a tarifa cara, ao contrário de 34,4%, uma diferença pouco significativa. Muitas pessoas acharam a tarifa cara porque sua conta de água é alta, devido as mesmas utilizarem bastante a água. Em relação aos entrevistados nos apartamentos, 75,0% achou a tarifa cara, vale salientar que nos edificios as contas de água vêm inclusas no valor do condomínio.

Perguntou-se aos entrevistados se um aumento na tarifa de água faria o usuário economizá-la. Das respostas obtidas nas residências 62,5% foram negativas. Segundo os entrevistados (Figuras 20 e 21), um aumento na tarifa não faria o usuário economizar por ser o desperdício um hábito e conseqüentemente quem não tivesse condições de pagar aumentaria a inadimplência, no entanto, quem tivesse condições não reduziria o consumo, prejudicando aqueles que realmente economizam. Os outros 37,5% que afirmaram que o aumento na tarifa induziria a redução de desperdício, sugeriram que este aumento viesse acompanhado de um bônus para os que atingissem a meta estabelecida pela concessionária. Já 62,5% dos entrevistados nos apartamentos que acharam que o aumento na tarifa de água faria o usuário economizá-la, concordaram porque segundo a maioria deles, as pessoas economizariam para não pagar mais caro.

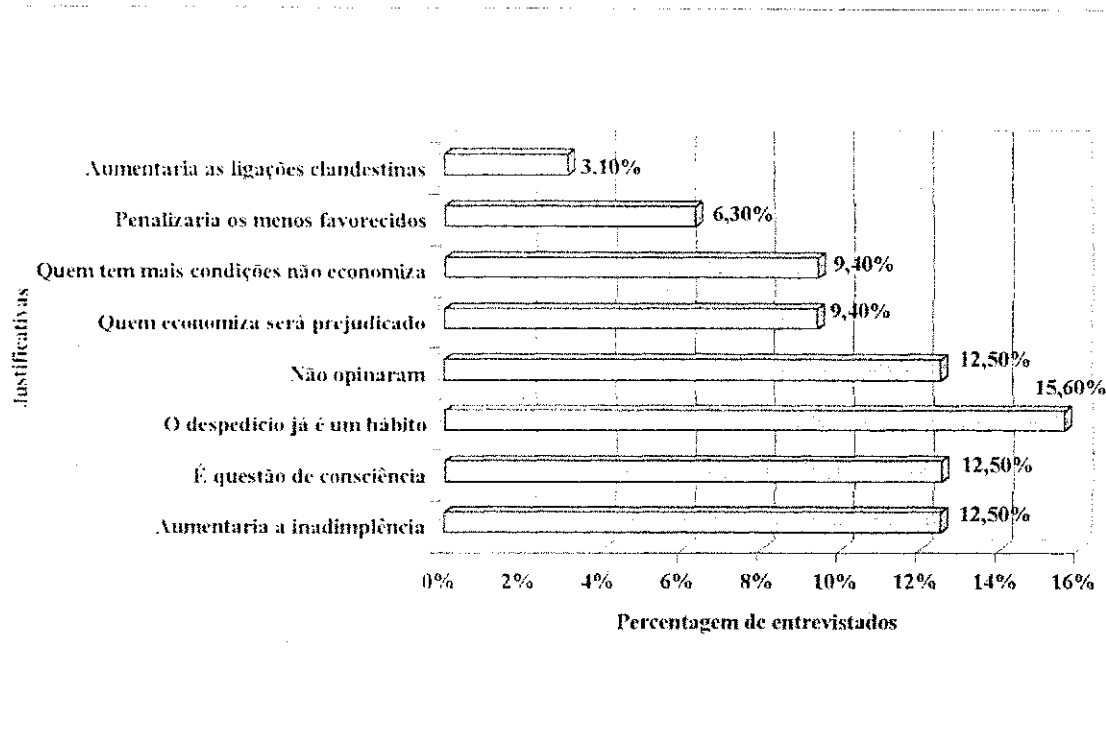


Figura 20- Justificativa dos entrevistados das residências por não considerar o aumento na tarifa de água uma medida de redução de consumo

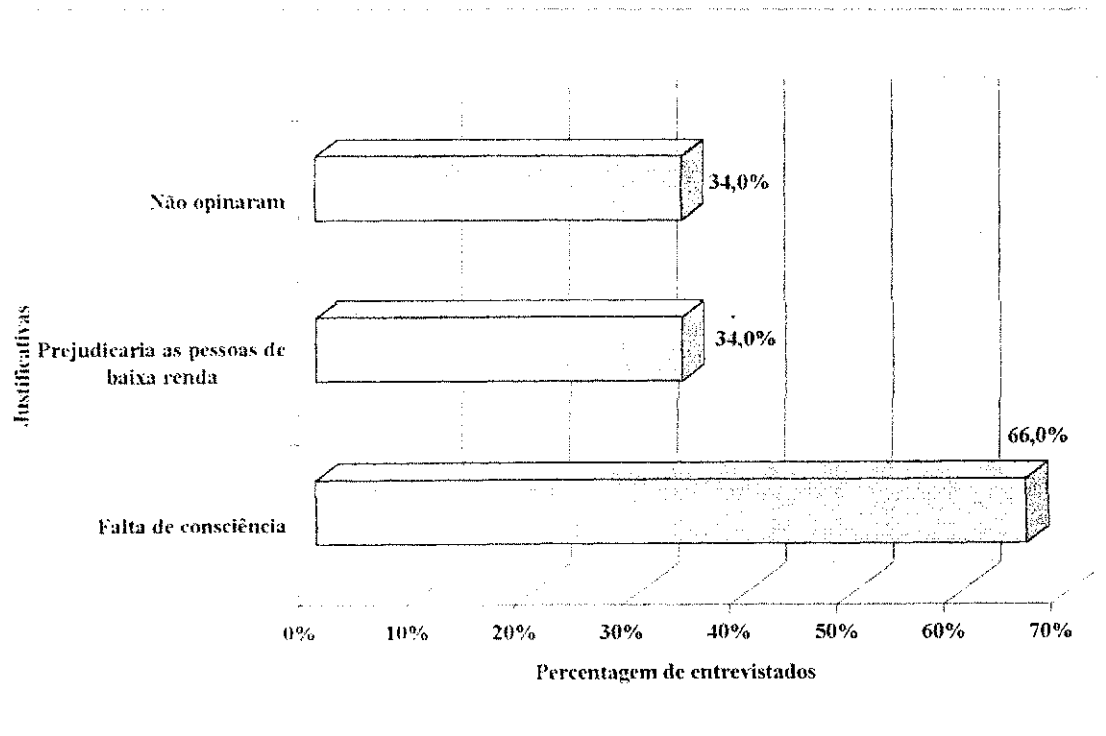


Figura 21-Justificativa dos entrevistados dos apartamentos por não considerar o aumento na tarifa de água uma medida de redução de consumo

Foi questionado aos entrevistados se é justo que em um edifício a conta de água esteja incluída no valor do condomínio, nas residências 84,4% dos entrevistados não consideraram justo (Figura 22), pois segundo grande parte dos entrevistados (37%), cada um deve pagar pelo que consome. Alguns entrevistados (40,7%) acharam que este tipo de cobrança prejudica os que economizam por pagar pelos que desperdiçam e outros (11,1%) acreditam que pagar a água na conta do condomínio gera mais desperdício. Algumas pessoas (3,7%) enfatizaram que possuem um apartamento na praia, que utilizam duas vezes por ano e pagam um condomínio caro mensalmente, que inclui a água que não consomem. Cerca de 62,5% dos entrevistados dos apartamentos acham injusto pagar pelo consumo dos outros, os demais 37,5% acham justo pagar a conta no valor do condomínio devido a mesma ser fixa podendo gastar o quanto quiser.

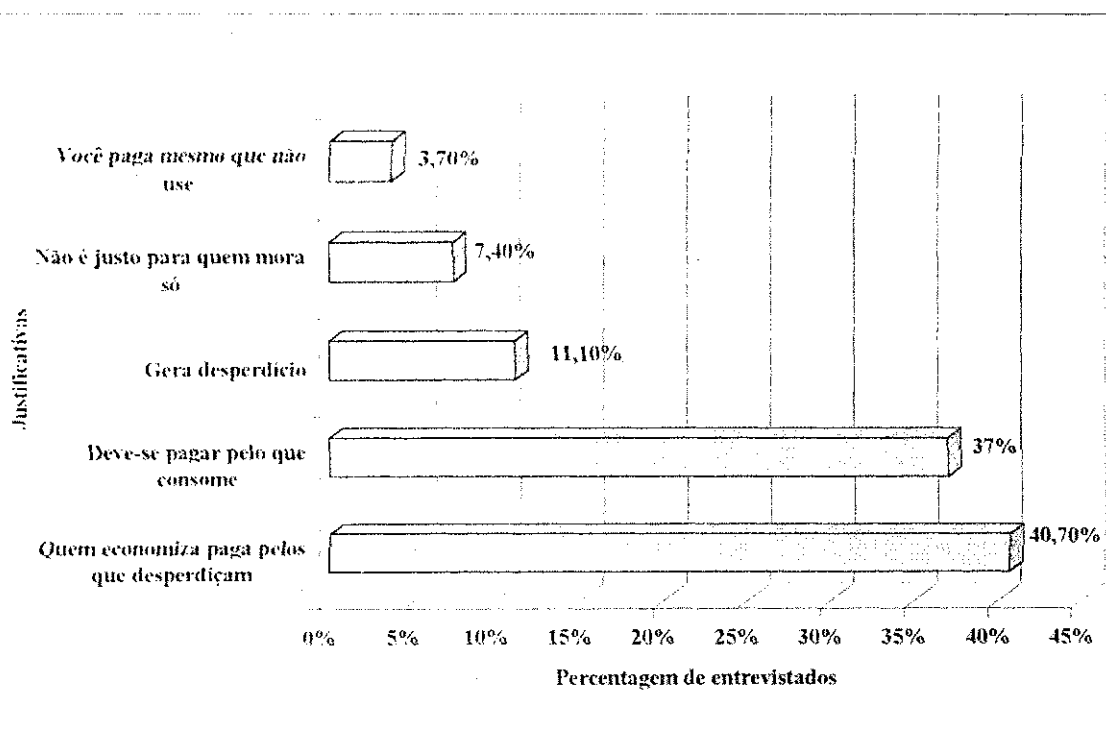


Figura 22- Justificativas dos entrevistados das residências por não acharem justo que em um edifício a conta de água esteja incluída no valor do condomínio

As medidas de redução de consumo de água aqui estudadas foram questionadas em relação ao conhecimento das mesmas pelos entrevistados (Figuras 23 e 24). A medida de captação de água de chuva, como era esperado devido se tratar de uma técnica milenar, foi a mais conhecida por todos (100%). A bacia sanitária de volume de descarga reduzido, apesar de ser a alternativa menos conhecida (46,90% dos

entrevistados nas residências e 50,0% nos apartamentos), apresentou um resultado positivo devido metade dos entrevistados conhecerem e por se tratar de uma medida que recentemente foi tornada obrigatória para os fabricantes de louça sanitária do Brasil (2002). O reúso de água e a medição individualizada de água em apartamentos são medidas bastante debatidas na imprensa e em especial na televisão, o que justifica o grande conhecimento pela maioria dos entrevistados.

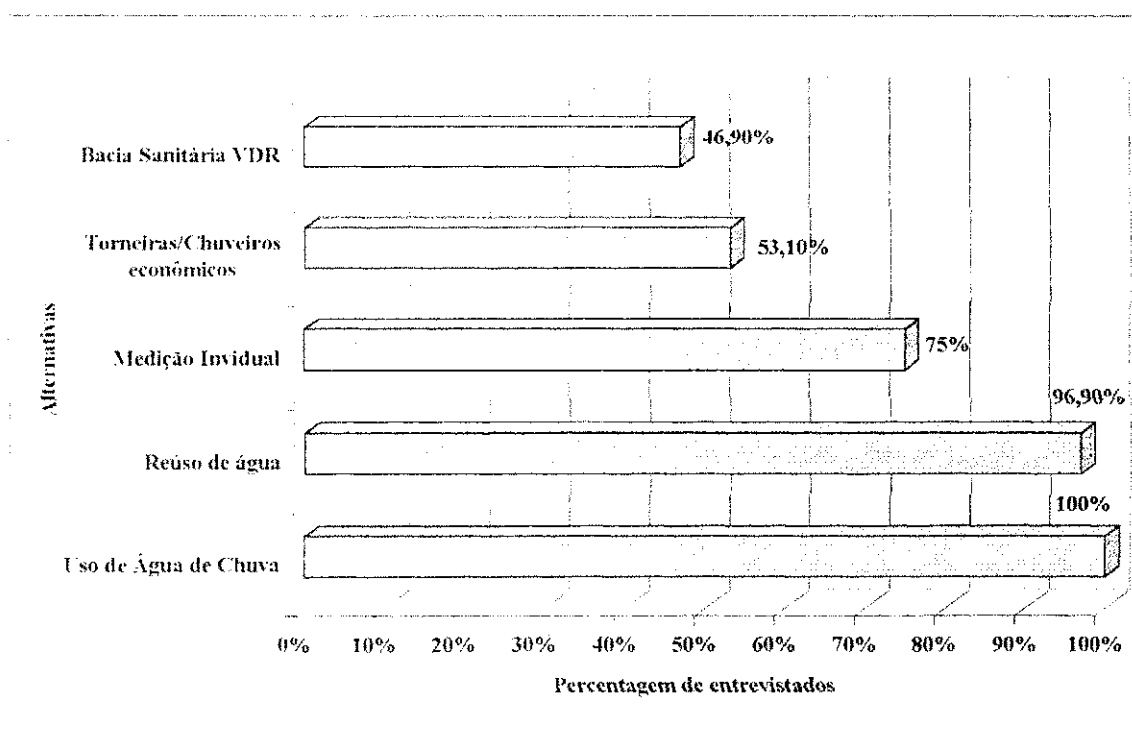


Figura 23- Porcentagem dos entrevistados das residências que têm conhecimento das alternativas de redução de consumo de água citadas

Quanto à aceitabilidade geral das alternativas pelos entrevistados (Figuras 25 e 26), nas residências 81,30% consideraram que a bacia sanitária VDR seria a medida que eles adotariam em sua casa, seguido das torneiras e chuveiros econômicos (59,04%). Nos apartamentos, as torneiras e chuveiros econômicos apresentaram maior aceitabilidade (75,00%), seguidos da bacia sanitária VDR (50,00%). Estes resultados podem ser justificados por se tratarem de medidas em que seu funcionamento não exige uma tecnologia mais avançada e por fazerem parte do dia-a-dia das pessoas.

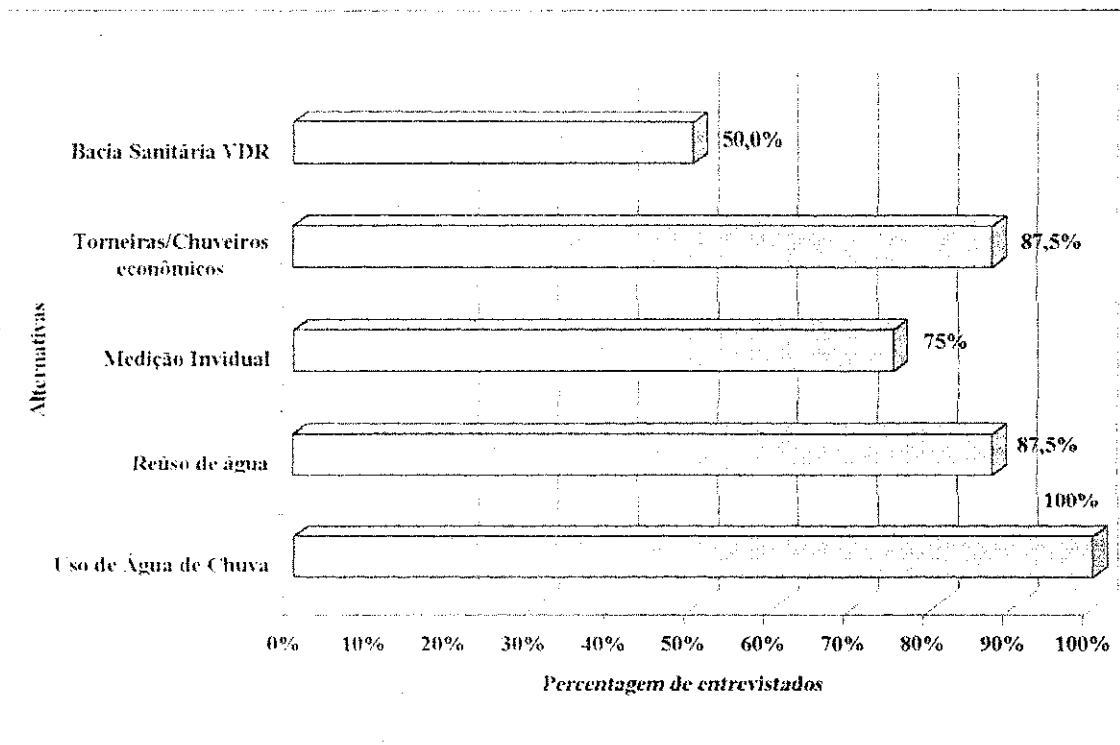


Figura 24- Percentagem dos entrevistados dos apartamentos que têm conhecimento das alternativas de redução de consumo de água citadas

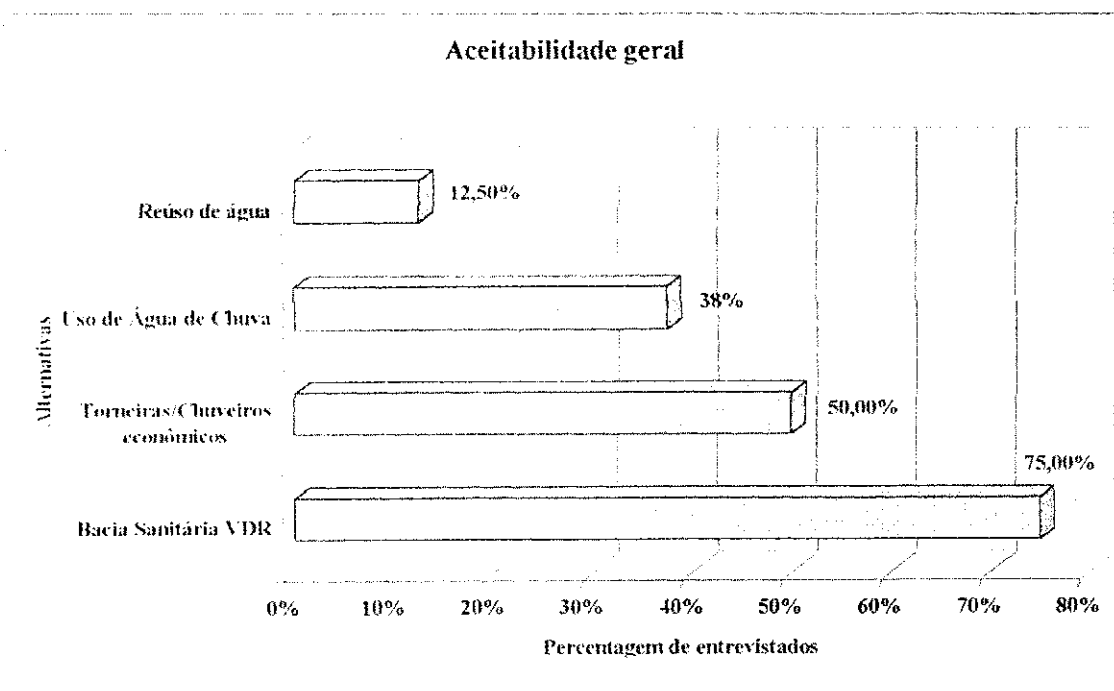


Figura 25- Aceitabilidade geral dos entrevistados dos apartamentos em relação as alternativas de redução de consumo de água citadas

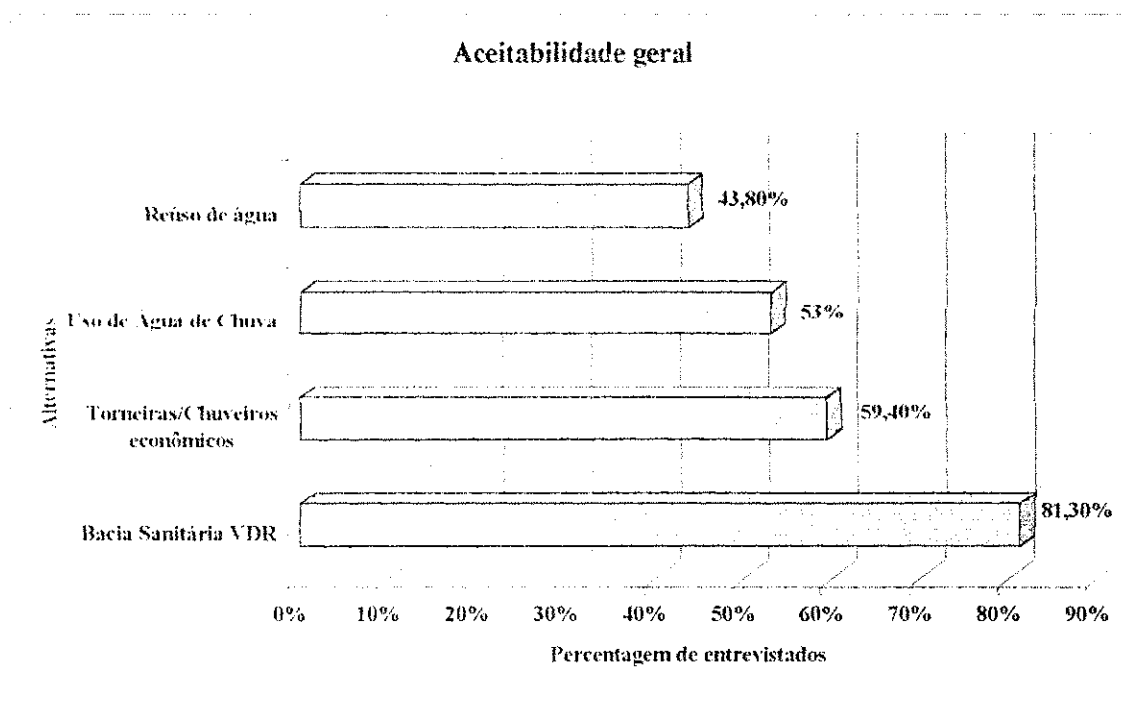


Figura 26- Aceitabilidade geral dos entrevistados das residências em relação as alternativas de redução de consumo de água citadas

Sob a ótica econômica, as alternativas da bacia sanitária VDR e das torneiras e chuveiros foram as mais bem aceitas pelos entrevistados em geral (residências e apartamentos) por apresentarem menor custo de implantação e manutenção em relação as demais alternativas (Figuras 27 e 28).

De acordo com a ótica ambiental (Figuras 29 e 30), o que diz respeito a redução de consumo, a alternativa de reúso de água foi a mais aceita pelos entrevistados (53,10% nas residências e 50,0% nos apartamentos), devido ao fato de se tratar de uma reciclagem de água, que além de reduzir o consumo de água preserva o meio ambiente.

Houve uma maior aceitação por parte dos entrevistados no que diz respeito às alternativas dos aparelhos poupadores que incluem bacia sanitária VDR, torneiras e chuveiros econômicos, por serem mais fácil de utilizar e implantar. A captação de água de chuva é um pouco discriminada pela população devido ao fato de que muitos não sabem captar a água e a consideram suja e imprestável para a maioria dos usos. Muitos acham que haveria grande aumento na incidência de dengue na cidade. O reúso de água também foi pouco aceitável porque as pessoas não acreditam que uma água suja possa tornar-se limpa.

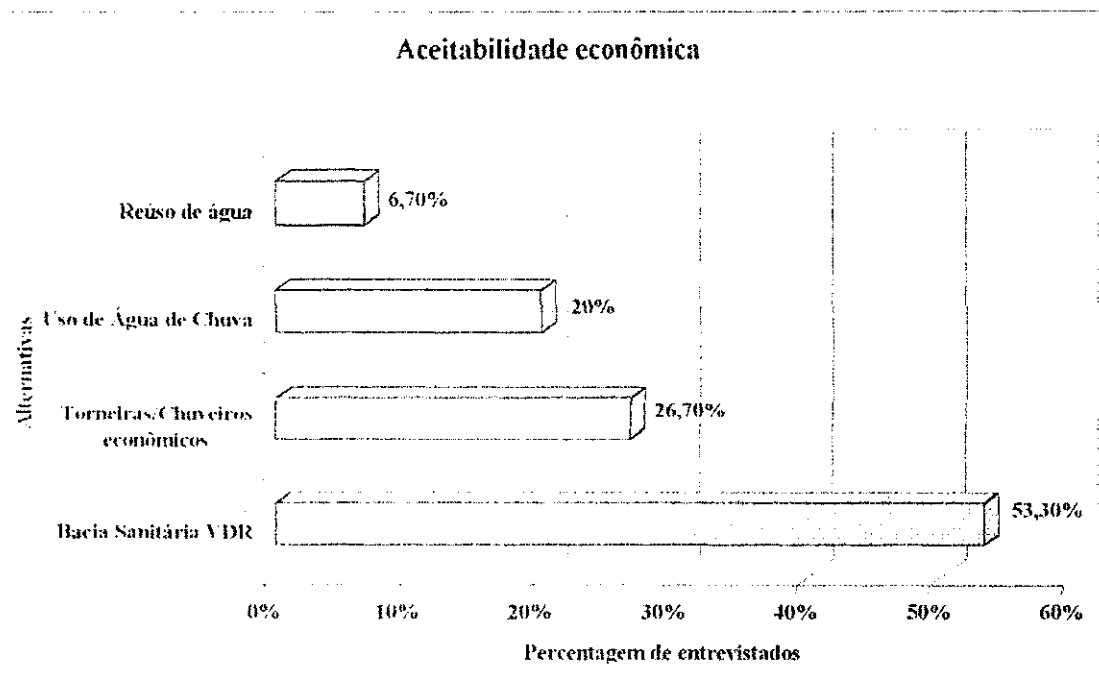


Figura 27- Aceitabilidade econômica dos entrevistados das residências em relação às alternativas de redução de consumo de água citadas

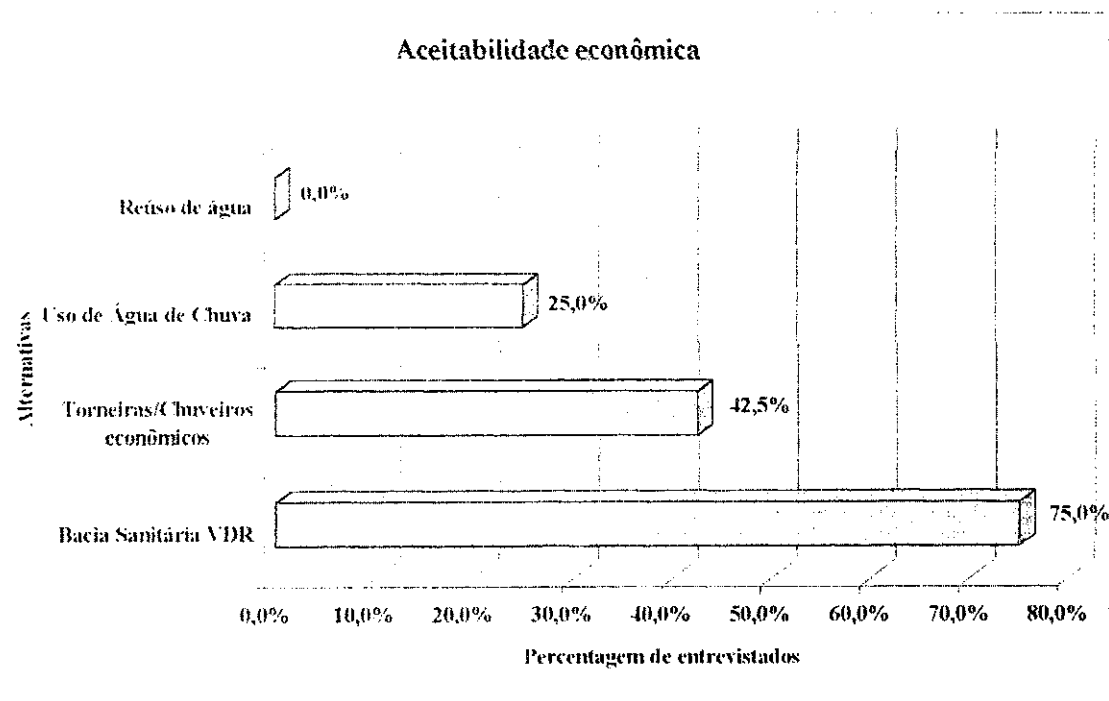


Figura 28- Aceitabilidade econômica dos entrevistados dos apartamentos em relação às alternativas de redução de consumo de água citadas

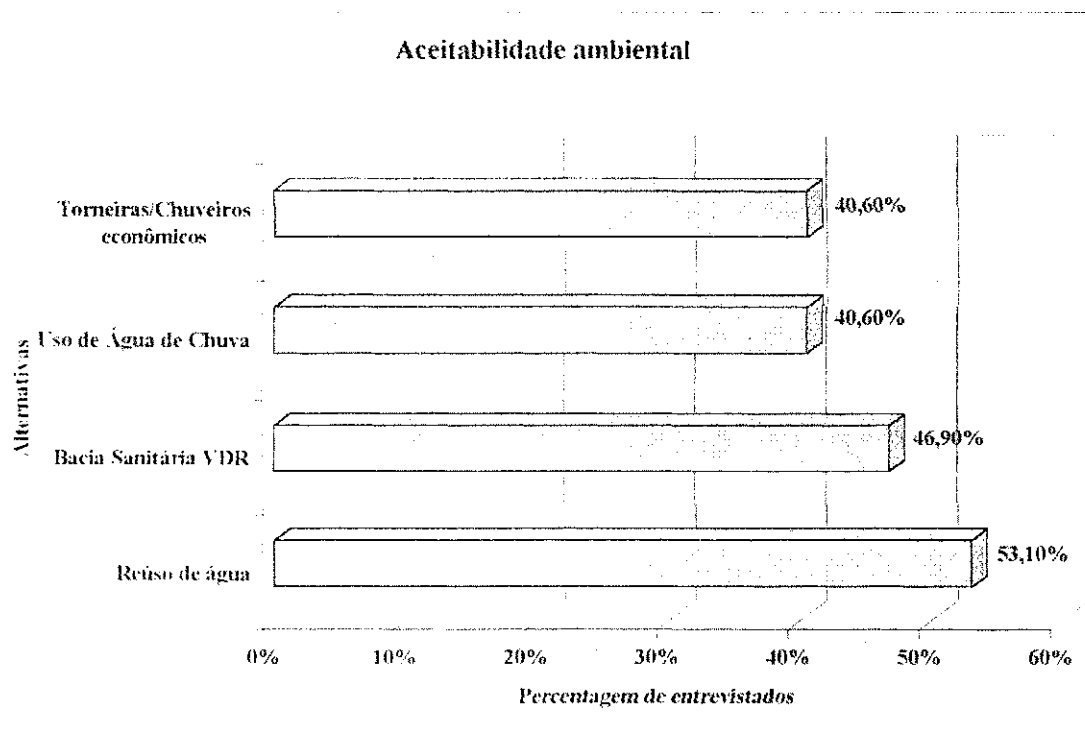


Figura 29 - Aceitabilidade ambiental dos entrevistados das residências em relação as alternativas de redução de consumo de água citadas

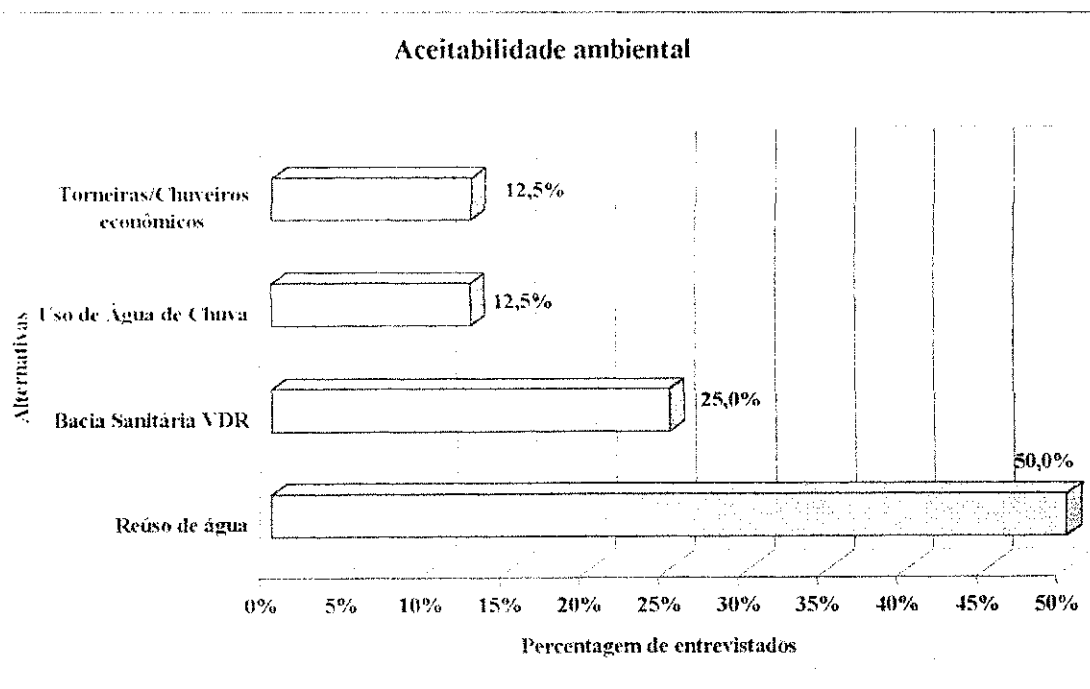


Figura 30- Aceitabilidade ambiental dos entrevistados dos apartamentos em relação as alternativas de redução de consumo de água citadas

4.2. Custos e economia de água para cada alternativa

4.2.1. Edifícios

Nos resultados dos custos para implantação das alternativas para os edifícios (Tabela 21), a medida dos aparelhos poupadores foi a mais cara por se considerar que em um edifício todos os aparelhos convencionais seriam trocados por aparelhos economizadores e estes materiais apresentam preços elevados. A alternativa de reúso apresentou um valor inferior as demais medidas por ter sido implantada em um edifício em construção e não em um já existente.

Tabela 21- Custos e economia de água das alternativas por edifício.

ALTERNATIVA	INVESTIMENTO (RS)	REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA MENSAL (%)	PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	ECONOMIA DE ÁGUA ANUAL (m ³)
Bacia sanitária VDR	9.177,60	16,5	2 anos e nove meses	963,61
Torneiras e chuveiros econômicos	14.714,44	21,83	4 anos e sete meses	1.274,86
Aparelhos poupadores *	23.895,04	38,33	4 anos e um mês	2.238,47
Medição Individualizada	10.289,49	25	2 anos e nove meses	1.460,00
Reuso de água em edifícios	8.261,22**	36**	3 anos**	1.008**

* bacia + torneiras+chuveiros

** dados obtidos pela literatura estudada

A economia de água das medidas: bacia sanitária, torneiras e chuveiros econômicos e aparelhos poupadores nos edifícios foi superior em relação às residências devido ao consumo de água por apartamento ser considerado como 200 ℓ/pessoa/dia e cada apartamento comportar em média 05 moradores. A medida com maior economia de água anual é a dos aparelhos poupadores. Neste caso, cada aparelho isoladamente já apresenta uma redução de consumo (total de 38,3%) e quando todos são implantados em

cada apartamento a economia de água no edifício é bem maior. Não se pode justificar a pequena economia de água anual da alternativa de reíso em relação as demais medidas por não se ter o conhecimento de como estes cálculos foram efetuados (já que os dados foram obtidos da literatura consultada), ou seja quanto de consumo de água por apartamento foi estimado.

4.2.2. Residências

O maior investimento das alternativas das residências foi para a captação de água de chuva (Tabela 22). Trata-se de uma implantação complexa devido à colocação de novas tubulações para as bacias sanitárias e torneiras de jardim que serão alimentados pela água de chuva, além dos outros materiais e mão-de-obra (os respectivos valores são discriminados no Anexo C).

Tabela 22- Custos e economia de água das alternativas por residência.

ALTERNATIVA	INVESTIMENTO (R\$)	REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA MENSAL (%)	PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	ECONOMIA DE ÁGUA ANUAL (m ³)
Captação de água de chuva	4.211,26	36	Acima de 10 anos	62
Bacia sanitária VDR	573,70	16,5	8 anos e meio	28,43
Torneiras e chuveiros econômicos	919,84	21,83	Acima de 10 anos	36,9
Aparelhos poupadores *	1.493,44	38,33	Acima de 10 anos	66,6

* bacia + torneiras+chuveiros

Alguns aparelhos poupadores apresentaram valores bastante elevados no comércio local, como é o caso dos chuveiros econômicos (preço unitário = R\$134,0). Vale salientar que quanto maior o nível de sofisticação tecnológica do aparelho, maior será o seu custo de aquisição.

Em relação à economia anual de água, os resultados da medida dos aparelhos poupadores e da captação de água de chuva foram semelhantes.

4.2.3. UFCG

As duas medidas (aparelhos poupadores e captação de água-de-chuva) são satisfatoriamente viáveis tanto em relação ao objetivo econômico (redução de consumo inferior a 3 anos), quanto a economia de água que no total equivale a 39.774,4m³ (Tabela 23).

Tabela 23- Custos e economia de água das alternativas para a UFCG

ALTERNATIVA	INVESTIMENTO (RS)	REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA MENSAL (%)	PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	ECONOMIA DE ÁGUA ANUAL (m ³)
Aparelhos poupadores na UFCG*	92.456,78	34,56	1 ano e 7 meses	16.244,4
Captação de água de chuva na UFCG	22.400**	61,00	5 meses	23.530,0

*bacia+torneiras+chuveiros+mictórios

**os dados do projeto são de janeiro de 2001 e a tarifa de água da CAGEPA refere-se ao ano de 2000.

Os custos totais para a implantação das alternativas no setor 37 correspondem a: R\$1.916.779,20 para as 336 residências; R\$679.132,00 para os 16 edifícios e R\$114.856,78 para UFCG. O custo total gasto para todo o setor é de R\$2.710.767,98, o que equivale a 4,49% do valor gasto para a construção da barragem de Acauã. Estes custos podem vir a ser minimizados caso todo o material necessário na implantação da alternativa seja comprado de uma só vez (para aproveitar o efeito da “economia de escala”).

4.3. Resultados quanto aos objetivos e critérios e seus respectivos pesos reais

4.3.1. Objetivo social

Como o objetivo social diz respeito aos resultados das entrevistas, este item não será comentado por ter sido discutido na primeira parte deste capítulo.

4.3.1.1. Resultados dos edifícios

As Tabelas 24, 25 e 26 apresentam os resultados das entrevistas dos edifícios quanto aos critérios aceitabilidade econômica, ambiental e geral, relacionados ao objetivo social.

Tabela 24- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade econômica

CRITÉRIO ACEITABILIDADE ECONÔMICA			
ALTERNATIVA	ACEITABILIDADE	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	25%	0,2	Indesejável
Torneiras e chuveiros econômicos	75%	0,8	Muito desejável
Água de Chuva	0%	0,2	Indesejável
Reúso de água	42,5%	0,4	Pouco desejável
Medição Individualizada	0%	0,2	Indesejável

Tabela 25- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade ambiental

CRITÉRIO ACEITABILIDADE AMBIENTAL			
ALTERNATIVA	ACEITABILIDADE	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	12,5%	0,2	Indesejável
Torneiras e chuveiros econômicos	0%	0,2	Indesejável
Água de Chuva	12,5%	0,2	Indesejável
Reúso de água	50%	0,6	Desejável
Medição Individualizada	25%	0,2	Indesejável

Tabela 26- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade geral

CRITÉRIO ACEITABILIDADE GERAL			
ALTERNATIVA	ACEITABILIDADE	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	50%	0,6	Desejável
Torneiras e chuveiros econômicos	75%	0,8	Muito Desejável
Água de Chuva	12,5%	0,2	Indesejável
Reúso de água	37,5%	0,4	Pouco desejável
Medição Individualizada	0%	0,2	Indesejável

4.3.1.2. Resultado das residências

As Tabelas 27, 28 e 29 apresentam os resultados das entrevistas das residências quanto aos critérios aceitabilidade econômica, ambiental e geral, relacionados ao objetivo social.

Tabela 27- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade econômica

CRITÉRIO ACEITABILIDADE ECONÔMICA			
ALTERNATIVA	ACEITABILIDADE	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	53,3%	0,6	Desejável
Torneiras e chuveiros econômicos	26,7%	0,2	Indesejável
Água de Chuva	20%	0,2	Indesejável
Reúso de água	6,7%	0,2	Indesejável

Tabela 28- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade ambiental

CRITÉRIO ACEITABILIDADE AMBIENTAL			
ALTERNATIVA	ACEITABILIDADE	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	46,9%	0,4	Pouco desejável
Torneiras e chuveiros econômicos	40,6%	0,4	Pouco desejável
Água de Chuva	40,6%	0,4	Pouco desejável
Reúso de água	53,1%	0,6	Desejável

Tabela 29- Resultados gerais e pesos reais para o critério aceitabilidade geral

CRITÉRIO ACEITABILIDADE GERAL			
ALTERNATIVA	ACEITABILIDADE	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	81,3%	0,8	Muito desejável
Torneiras e chuveiros econômicos	59,4%	0,6	Desejável
Água de Chuva	53%	0,6	Desejável
Reúso de água	43,8%	0,4	Pouco desejável

4.3.2. Objetivo econômico

Os resultados do retorno do investimento classificaram a maioria das alternativas para as residências (Tabela 31) em inviáveis devido à baixa tarifa de água cobrada pela CAGEPA, em que 1m³ de água residencial equivale a R\$1,39 (Anexo E).

Já os resultados deste critério para os edifícios (Tabela 30) foram bons porque o consumo de água como dito anteriormente foi majorado. Como os valores obtidos são por edifício o retorno do investimento ocorre em um tempo menor. No caso da medida reúso de água, este resultado foi obtido pelo projeto que foi desenvolvido por Lucas e Moreira (2001) no qual não foram discriminados todos os custos e não foram apresentados os cálculos do retorno do investimento.

4.3.2.1. Resultados dos edifícios

Tabela 30- Resultados gerais e pesos reais para o critério retorno do investimento

CRITÉRIO RETORNO DO INVESTIMENTO			
ALTERNATIVA	PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	2 anos e 9 meses	0,6	Viável
Torneiras e chuveiros econômicos	4 anos e 7 meses	0,2	Inviável
Aparelhos Poupadores	4 anos e um mês	0,2	Inviável
Reúso de água	3 anos	0,6	Viável
Medição Individualizada	2 anos e 9 meses	0,6	Viável

4.3.2.2. Resultados das residências

Tabela 31- Resultados gerais e pesos reais para o critério retorno do investimento

CRITÉRIO RETORNO DO INVESTIMENTO			
ALTERNATIVA	PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	8 anos e meio	0,2	Inviável
Torneiras e chuveiros econômicos	Acima de 10 anos	0,2	Inviável
Aparelhos Poupadores	Acima de 10 anos	0,2	Inviável
Água de Chuva	Acima de 10 anos	0,2	Inviável

4.3.3. Objetivo ambiental

Em ambos os casos (Tabelas 32 e 33) a redução de consumo de água maior foi dos aparelhos poupadores, visto que considera-se que em uma residência ou apartamento todos os aparelhos convencionais sejam trocados por poupadores. Deve-se observar que o consumo é reduzido independentemente do comportamento do usuário. Apesar de considerada uma medida com baixa redução de consumo, este índice como os das demais medidas são significativos principalmente se avaliarmos que estes valores estão associados a apenas uma residência e um edifício e não a todo o setor.

4.3.3.1. Resultados dos edifícios

Tabela 32- Resultados gerais e pesos reais para o critério redução de consumo

CRITÉRIO REDUÇÃO DE CONSUMO			
ALTERNATIVA	REDUÇÃO DE CONSUMO	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	16,5%	0,2	Muito Baixa
Torneiras e chuveiros econômicos	21,83%	0,2	Muito Baixa
Aparelhos Poupadores	38,33%	0,4	Baixa

Reúso de água	36%	0,4	Baixa
Medição Individualizada	25%	0,2	Baixa

4.3.3.2. Resultados das residências

Tabela 33- Resultados gerais e pesos reais para o critério redução de consumo

CRITÉRIO REDUÇÃO DE CONSUMO			
ALTERNATIVA	REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	16,5%	0,2	Muito Baixa
Torneiras e chuveiros econômicos	21,83%	0,2	Muito Baixa
Aparelhos Poupadores	38,33%	0,4	Baixa
Água de Chuva	36%	0,4	Baixa

4.3.4. Objetivo técnico-operacional

Com relação à dificuldade de implantação das alternativas em edifícios existentes (Tabelas 34, 35, 36 e 37), o reúso e a medição individualizada requerem um cuidado especial. O reúso de água devido à implantação de filtros e reservatórios de clarificação de águas servidas e sistema hidráulico (sistema duplo de tubulações) para a coleta destas águas dos chuveiros e lavatórios e posterior alimentação das bacias, colocação de um reservatório superior para as águas servidas. Isto modifica os projetos estrutural e hidrosanitário e, em alguns casos, a estética dos ambientes caso estes reservatórios fiquem expostos. A medição individualizada por necessitar-se de implantar um medidor em cada apartamento, em que, para isso, é necessária uma única coluna de distribuição de água no apartamento, isolando as colunas antigas e adaptando os novos ramais a nova coluna. O nível médio de dificuldade da captação de água de chuva diz respeito a troca das tubulações da bacia sanitária (o que não altera o projeto estrutural) e a colocação de um reservatório inferior (tanque de 10.000 ℓ) que modifica a estética do local.

O reúso de água é uma medida com alto nível tecnológico devido o processo necessitar de uma orientação especial periódica para o uso, principalmente para funcionamento dos filtros, análise das águas, medidas de segurança para o processo de clarificação que pode exigir a colocação de algumas substâncias nas quais deve-se ter cuidados especiais (dependendo do nível de sujeira da água). Com relação à água de chuva deve-se ter o cuidado com a captação correta da mesma, descartando as primeiras chuvas, realizar uma limpeza periódica nos reservatórios e ter alguns cuidados com o funcionamento da bomba.

Todas as alternativas com seus respectivos materiais e mão-de-obra são encontradas no comércio da cidade de Campina Grande. Alguns materiais são encontrados com maior facilidade como é o caso dos tubos e conexões. Outros aparelhos como os chuveiros e mictórios são encontrados em algumas casas de construção mais completas. A medida de reúso não foi pesquisada por causa da ausência da discriminação dos materiais.

A medida de reúso tem alto nível de manutenção por necessitar de manutenções periódicas em período de tempo inferior a três meses, como explicado no item nível tecnológico.

4.3.4.1. Resultados para os edifícios e residências

Tabela 34- Resultados gerais e pesos reais para o critério dificuldade de implantação em edifícios existentes.

CRITÉRIO DIFICULDADE DE IMPLANTAÇÃO EM EDIFÍCIOS EXISTENTES		
ALTERNATIVA	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	1,0	Baixa
Torneiras e chuveiros econômicos	1,0	Baixa
Aparelhos Poupadores	1,0	Baixa
Captação de água de chuva	0,4	Média
Reúso de água	0,2	Média
Medição Individualizada	0,2	Alta

Tabela 35- Resultados gerais e pesos reais para o critério nível tecnológico

CRITÉRIO NÍVEL TECNOLÓGICO		
ALTERNATIVA	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	1,0	Baixa
Torneiras e chuveiros econômicos	1,0	Baixa
Aparelhos Poupadores	1,0	Baixa
Aparelhos Poupadores UFCG	1,0	Baixa
Captação de água de chuva	0,4	Média
Reuso de água	0,2	Alta
Medição Individualizada	1,0	Baixa

Tabela 36- Resultados gerais e pesos reais para o critério disponibilidade de mercado

CRITÉRIO DISPONIBILIDADE DE MERCADO			
ALTERNATIVA	DISPONIBILIDADE (%)	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	100%	1,0	Muito alta
Torneiras e chuveiros econômicos	70%	0,8	Alta
Aparelhos Poupadores	85%	0,8	Alta
Aparelhos Poupadores UFCG	65%	0,8	Média
Captação de água de chuva	70%	0,8	Alta
Reuso de água	40%	-	Baixa
Medição Indv.	80%	0,8	Alta

Tabela 37- Resultados gerais e pesos reais para o critério dificuldade de manutenção

CRITÉRIO DIFICULDADE DE MANUTENÇÃO		
ALTERNATIVA	PESO REAL	CATEGORIA
Bacia Sanitária VDR	1,0	Muito baixa
Torneiras e chuveiros econômicos	1,0	Muito baixa
Aparelhos Poupadores	1,0	Muito baixa

Aparelhos Poupadores UFCG	0,8	Baixa
Captação de água de chuva	0,6	Média
Reuso de água	0,2	Alta
Medição Individualizada	0,8	Baixa

4.3.5. Pesos totais reais das alternativas e suas associações

Estes resultados correspondem às médias dos pesos dos critérios para cada objetivo bem como a média para os critérios das alternativas associadas conforme explicado no capítulo anterior.

4.3.5.1. Resultados dos edifícios

a) Alternativa 1: Bacia Sanitária VDR

Pode-se observar na Alternativa 1 (Tabela 38) que o objetivo técnico-operacional tem um peso alto por ser uma medida de fácil implantação, operação e manutenção. O objetivo ambiental manteve-se baixo por reduzir menos de 50% do consumo de água. É uma medida considerada desejável pelos entrevistados em relação aos três aspectos questionados (econômico, ambiental e geral) e é economicamente viável por apresentar um retorno do investimento em tempo pequeno.

Tabela 38- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 1: Bacia Sanitária VDR

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,6
Ambiental	0,2
Social	0,6
Técnico-operacional	1,0

b) Alternativa 2: Torneiras e Chuveiros Econômicos

A Alternativa 2 (Tabela 39) é razoavelmente desejável pelos entrevistados. é uma medida de fácil implantação, operação e manutenção, conseqüentemente o objetivo técnico-operacional tem um peso alto, o objetivo ambiental manteve-se baixo por reduzir menos de 50% do consumo de água, é economicamente inviável por apresentar um retorno do investimento superior a 4 anos.

Tabela 39- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 2: Torneiras e chuveiros econômicos.

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,2
Social	0,4
Técnico-operacional	1,0

c) Alternativa 3: Aparelhos Poupadores

A Alternativa 3 (Tabela 40) apresenta um baixo nível técnico-operacional por ser fácil de implantar, operar e manter, é aceitável por cerca de 50% dos entrevistados, reduz razoavelmente o consumo de água e é inviável economicamente por apresentar um retorno do investimento superior a 4 anos.

Tabela 40- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 3: Aparelhos poupadores

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,4
Social	0,5
Técnico-operacional	1,0

d) Alternativa 4: Medição Individualizada

A medida de medição individualizada (Tabela 41) é pouco desejável pela população entrevistada pelos apartamentos, principalmente por ser pouco conhecida dos mesmos, ambientalmente reduz o consumo em apenas 25% (valor significativo se avaliada a economia de água anual), o retorno do investimento é em pouco tempo (o que a torna uma medida viável economicamente). Em relação ao objetivo técnico operacional, é uma alternativa viável por não necessitar de manutenções em curto espaço de tempo.

Tabela 41- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 4: Medição Individualizada

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,6
Ambiental	0,2
Social	0,2
Técnico-operacional	0,7

e) Alternativa 5: Reúso de Água

A Alternativa 5 (Tabela 42) apesar de apresentar um alto nível técnico e operacional é razoavelmente desejável pelos entrevistados, reduz significativamente o consumo de água e é considerada viável economicamente.

Tabela 42- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 5: Reúso de Água

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,6
Ambiental	0,4
Social	0,4
Técnico-operacional	0,2

f) Alternativa 6: Reúso de Água +Bacia Sanitária VDR

A média dos pesos das duas alternativas (Tabela 43) resultou em um retorno do investimento viável, um baixo nível técnico-operacional, uma baixa redução de consumo e uma aceitabilidade em cerca de 50%.

Tabela 43 - Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 6: Reúso de Água +Bacia Sanitária VDR

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,6
Ambiental	0,3
Social	0,5
Técnico-operacional	0,6

g) Alternativa 7: Reúso de Água +Torneiras e Chuveiros Econômicos

A média dos pesos das duas alternativas (Tabela 44) resultou em um razoável viabilidade econômica, um baixo nível técnico-operacional, uma baixa redução de consumo e um razoável nível de aceitabilidade.

Tabela 44- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 7: Reúso de Água +Torneiras e Chuveiros Econômicos

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,4
Ambiental	0,3
Social	0,4
Técnico-operacional	0,6

h) Alternativa 8: Reúso de Água +Aparelhos Poupadores

Para a Alternativa 8 (Tabela 45) os resultados das médias dos pesos para os objetivos econômico, ambiental e social foram razoáveis e o objetivo técnico-operacional apresentou nível baixo.

Tabela 45 - Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 8: Reúso de Água +Aparelhos Poupadores

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,4
Ambiental	0,4
Social	0,45
Técnico-operacional	0,6

i) Alternativa 9: Reúso de Água + Medição Individualizada

O resultado da média dos pesos das duas alternativas (Tabela 46) apresentou viabilidade econômica, com níveis baixos, porém significativos para os demais objetivos.

Tabela 46 - Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 9: Reúso de Água + Medição Individualizada

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,6
Ambiental	0,3
Social	0,3
Técnico-operacional	0,43

j) Alternativa 10: Bacia Sanitária VDR + Medição Individualizada

A média dos pesos das alternativas (Tabela 47) foi alta para os objetivos econômico e técnico-operacional, baixa para o ambiental e razoável para o objetivo social.

Tabela 47- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 10: Bacia Sanitária VDR + Medição Individualizada.

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,6
Ambiental	0,2
Social	0,4
Técnico-operacional	0,85

k) Alternativa 11: Torneiras e Chuveiros Econômicos + Medição Individualizada

O resultado da média de pesos das duas alternativas associadas (Tabela 48) para os objetivos ambiental e social foi considerado baixo, tornando a Alternativa 11 inviável nestes dois aspectos, razoável para o econômico e o nível técnico-operacional foi baixo tornando este objetivo viável.

Tabela 48- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 11: Torneiras e Chuveiros Econômicos + Medição Individualizada.

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,4
Ambiental	0,2
Social	0,3
Técnico-operacional	0,85

l) Alternativa 12: Aparelhos Poupadores + Medição Individual

O resultado da média de pesos das duas alternativas associadas (Tabela 49) para os objetivos ambiental e social foi considerado baixo, tornando a Alternativa 12 inviável nestes dois aspectos, razoável para o econômico e o nível técnico-operacional foi baixo tornando este objetivo viável.

Tabela 49- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 12: Aparelhos Poupadores + Medição Individualizada.

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,4
Ambiental	0,3
Social	0,35
Técnico-operacional	0,85

m) Alternativa 13 :Reúso de Água + Aparelhos Poupadores + Medição Individualizada

A média dos pesos para as três medidas (Tabela 50) resultou em um razoável nível econômico e social, média redução de consumo e baixo nível técnico-operacional.

Tabela 50- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 13: Reúso de Água + Aparelhos Poupadores + Medição Individualizada.

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,7
Ambiental	0,5
Social	0,6
Técnico-operacional	0,93

n) Alternativa 14: Reúso de Água + Bacia Sanitária VDR + Medição Individualizada

O resultado da média de pesos das duas alternativas associadas (Tabela 51) para os objetivos econômico e técnico-operacional foi alto, tornando a medida bastante viável nestes dois aspectos, razoável na redução de consumo e desejável em relação a aceitabilidade.

Tabela 51- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 14: Reúso de Água + Bacia Sanitária VDR+ Medição Individualizada

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,9
Ambiental	0,4
Social	0,6
Técnico-operacional	0,93

o) Alternativa 15 :Reúso de Água + Torneiras e Chuveiros Econômicos + Medição Individualizada

A média dos pesos para as três medidas (Tabela 52) resultou em nível razoáveis para os objetivos ambiental e social e satisfatórios para os objetivos econômico e técnico-operacional.

Tabela 52- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 15: Reúso de Água + Torneiras e Chuveiros Econômicos+ Medição Individualizada.

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,7
Ambiental	0,4
Social	0,5
Técnico-operacional	0,93

4.3.5.1. Resultados das residências

a) Alternativa 1: Captação de Água de Chuva

A Alternativa 1 (Tabela 53) foi considerada inviável sob o aspecto econômico devido ao alto período de retorno do investimento, mas reduz razoavelmente o consumo de água (cerca de e 36%) o que é um dado bastante significativo se observada a economia de água anual de 62m³ por residência. A medida é aceitável por cerca da metade dos entrevistados, (apesar de conhecida por todos). Tem um nível técnico-operacional bastante satisfatório.

Tabela 53- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 1: Captação de Água de Chuva

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,4
Social	0,4
Técnico-operacional	0,7

b) Alternativa 2: Bacia Sanitária VDR

Apesar dos objetivo econômico apresentar inviabilidade e do ambiental ter nível baixo é uma alternativa desejável pelos entrevistados e apresenta um baixo nível técnico-operacional (Tabela 54).

Tabela 54- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 2: Bacia Sanitária VDR

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,2
Social	0,6
Técnico-operacional	1,0

c) Alternativa 3: Torneiras e Chuveiros Econômicos

É uma medida com razoável índice de aceitabilidade por parte dos entrevistados, com baixo nível tecnológico, mas inviável economicamente e com baixa redução de consumo de água (Tabela 55).

Tabela 55- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 3: Torneiras e Chuveiros Econômicos

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,2
Social	0,4
Técnico-operacional	1,0

d) Alternativa 4: Aparelhos Poupadores

A Alternativa 4 (Tabela 56) apresenta baixo nível técnico-operacional, devido a facilidade de implantação e manutenção, é desejável pelos entrevistados, por causa do conhecimento da mesma por parte dos entrevistados, reduz razoavelmente o consumo de água, mas é inviável economicamente.

Tabela 56- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 4: Aparelhos Poupadores

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,4
Social	0,5
Técnico-operacional	1,0

e) Alternativa 5: Captação de água de chuva + Aparelhos Poupadores

A média dos pesos das duas alternativas (Tabela 57) resultaram em razoáveis níveis para os objetivos ambiental e social, baixo nível tecnológico e inviabilidade econômica.

Tabela 57- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 5: Captação de água de chuva + Aparelhos Poupadores

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,4
Social	0,45
Técnico-operacional	0,85

f) Alternativa 6: Captação de água de chuva + Bacia Sanitária VDR

A média dos pesos destas alternativas (Tabela 58) resultou em baixo nível técnico-operacional, boa aceitabilidade por parte dos entrevistados, e baixo nível ambientais e inviabilidade econômica.

Tabela 58- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 6: Captação de água de chuva + Bacia Sanitária VDR

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,3
Social	0,5
Técnico-operacional	0,85

g) Alternativa 7: Captação de água de chuva + Torneiras e Chuveiros Econômicos

A média dos pesos das duas alternativas (Tabela 59) resultou em razoável aceitabilidade por parte dos entrevistados, baixo nível técnico-operacional e ambiental e inviabilidade econômica.

Tabela 59- Resultados dos pesos totais reais dos objetivos para a Alternativa 6: Captação de água de chuva + Torneiras e Chuveiro Econômicos

OBJETIVOS	PESOS TOTAIS REAIS
Econômico	0,2
Ambiental	0,3
Social	0,4
Técnico-operacional	0,85

4.4. Simulação do modelo multicriterial

Foram realizadas 12 simulações para cada caso (residências e edifícios) que variaram de acordo com a ordem preferencial dos objetivos em questão, os resultados são apresentados na Tabela 60. Os resultados de cada simulação são, também, apresentados em gráficos

Tabela 60- Resultados das simulações do modelo multicriterial de acordo com a ordem preferencial dos objetivos

Simulação	Ordem preferencial dos objetivos	Alternativas selecionadas para as residências		Alternativas selecionadas para os edifícios	
		Alternativa	Peso total	Alternativa	Peso total
1ª	1. Econômico	Aparelhos Poupadores	40,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	69,3
	2. Ambiental				
	3. Social				
	4. Técnico-operacional				
2ª	1. Econômico	Bacia Sanitária VDR	46,8	Reúso de água + bacia VDR+ medição	76,5
	2. Social				
	3. Técnico-operacional				
	4. Ambiental				
3ª	1. Econômico	Aparelhos Poupadores	51,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	77,8
	2. Técnico-operacional				
	3. Ambiental				
	4. Social				
4ª	1. Ambiental	Aparelhos Poupadores	53,0	Reúso de água + aparelhos + medição	62,0
	2. Social				
	3. Técnico-operacional				
	4. Econômico				
5ª	1. Ambiental	Aparelhos Poupadores	55,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	67,8
	2. Técnico-operacional				
	3. Econômico				
	4. Social				
6ª	1. Ambiental	Aparelhos Poupadores	42,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	64,3
	2. Econômico				
	3. Social				
	4. Técnico-operacional				
7ª	1. Social	Bacia Sanitária VDR	60,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	73,8
	2. Técnico-operacional				
	3. Econômico				
	4. Ambiental				
8ª	1. Social	Bacia Sanitária VDR / aparelhos Poupadores	44,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	68,3
	2. Econômico				
	3. Ambiental				

		Alternativas selecionadas para as residências		Alternativas selecionadas para os edifícios	
	4. Técnico-operacional				
9ª	1. Social	Aparelhos Poupadores	54,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	63,5
	2. Ambiental				
	3. Técnico-operacional				
	4. Econômico				
10ª	1. Técnico-operacional	Aparelhos Poupadores	59,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	78,0
	2. Econômico				
	3. Ambiental				
	4. Social				
11ª	1. Técnico-operacional	Aparelhos Poupadores	64,0	(Reúso de água + bacia VDR+ medição)/ (Reúso de água+aparelhos + medição)	70,0
	2. Ambiental				
	3. Social				
	4. Econômico				
12ª	1. Técnico-operacional	Bacia Sanitária VDR	64,0	Reúso de água + bacia VDR+ medição	77,0
	2. Social				
	3. Econômico				
	4. Ambiental				

4.4.1. Resultados para edifícios

Os resultados das 12 simulações para os edifícios são apresentados a seguir. Nas Figuras que se seguem (da Figura 31 até 42) as alternativas "A" são indicadas pelos seguintes números:

- A1- Bacia sanitária VDR;
- A2- Torneiras e chuveiros econômicos;
- A3- Aparelhos poupadores;
- A4- Medição individualizada;
- A5- Reúso de água;
- A6- Reúso de água + bacia sanitária VDR;
- A7- Reúso de água + torneiras e chuveiros econômicos;
- A8 - Reúso de água + aparelhos poupadores;
- A9- Reúso de água + medição individualizada;
- A10- Bacia sanitária VDR + medição individualizada;
- A11- Torneiras e chuveiros econômicos + medição individualizada;
- A12- Aparelhos poupadores + medição individualizada;

- A13- Reúso de água + aparelhos poupadores + medição individualizada;
- A14- Reúso de água + bacia sanitária VDR + medição individualizada;
- A15 - Reúso de água + torneiras e chuveiros econômicos + medição individualizada.

a) 1ª Simulação

Pode-se observar de acordo com a Tabela 61 e com a Figura 31 que para a primeira simulação (tendo como ordem de preferência o objetivo econômico, seguido do ambiental, social e técnico-operacional), a Alternativa selecionada foi a 14, que corresponde a associação das medidas reúso + bacia VDR + medição individualizada. Estas alternativas isoladas são viáveis economicamente, ambientalmente razoáveis, e apresentaram uma aceitabilidade média pelos entrevistados. Em relação as medidas isoladas (sem considerar as associadas) a Alternativa 1, bacia sanitária VDR, foi a selecionada por ser a mais viável economicamente (período de retorno de 2 anos e 9 meses), ser aceitável por boa parte dos entrevistados (cerca de 60%), e ser técnico-operacionalmente viável. A alternativa com o menor somatório de pesos para esta simulação foi a 2, torneiras e chuveiros econômicos, por causa da baixa viabilidade econômica e redução de consumo de água além de ser pouco desejável pelos entrevistados.

b) 2ª Simulação

A segunda simulação (Figura 32) apresenta como resultado novamente a seleção da Alternativa 14, reúso + bacia VDR + medição individualizada, que de acordo com a ordem de preferência, pode não ter apresentado uma alta redução de consumo, mas foi bastante desejável pelos entrevistados (cerca de 60%) e apresenta um baixo nível econômico e técnico-operacional. Numa análise das alternativas isoladas observa-se que novamente a Alternativa 1, bacia sanitária VDR, foi a selecionada, porque mesmo apresentando uma baixa redução de consumo de água é uma medida viável

economicamente, é desejável pelos entrevistados e tem baixo nível técnico-operacional. A alternativa com menor somatório dos pesos foi novamente a 2. torneiras e chuveiros econômicos.

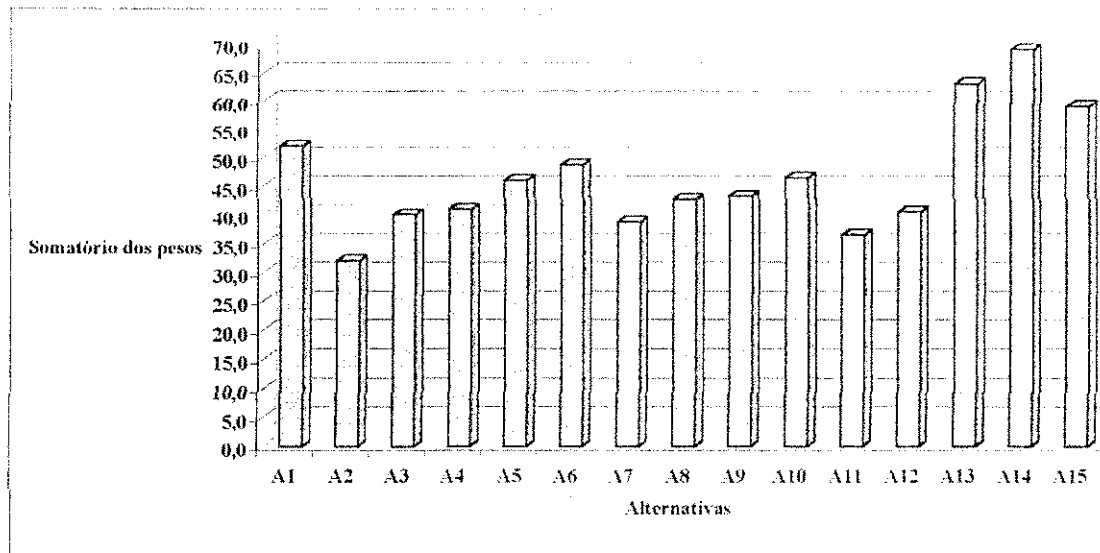


Figura 31- Resultados da 1ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

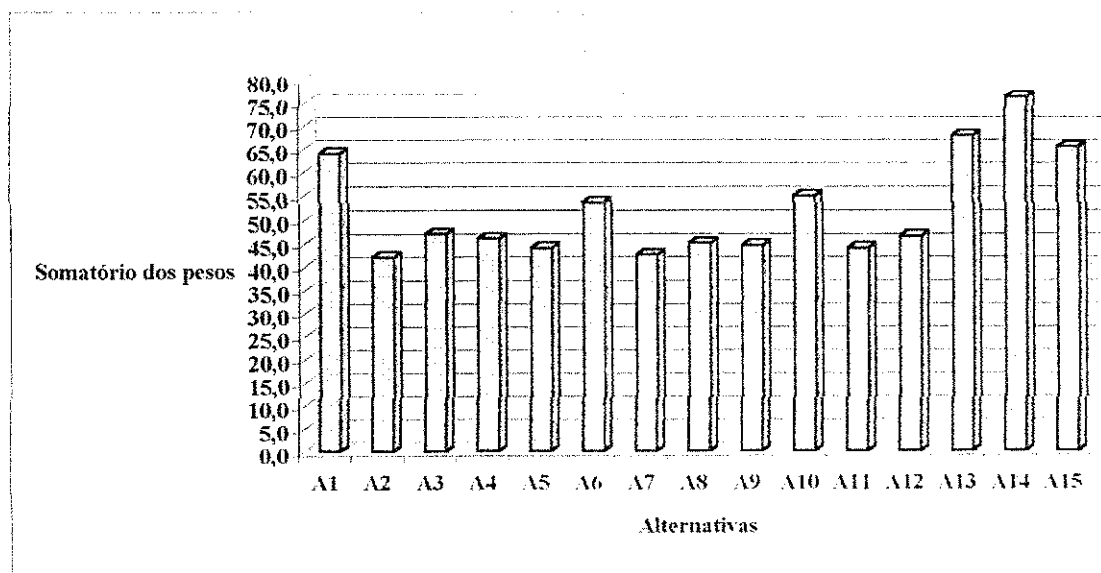


Figura 32- Resultados da 2ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

c) 3ª Simulação

Na terceira simulação (Figura 33) que tem como ordem de preferência o objetivo econômico seguido do técnico-operacional, ambiental e social, tem-se mais uma vez como selecionada a Alternativa 14, reúso + bacia VDR + medição individualizada, que apresenta um baixo nível técnico-operacional. Ela é facilmente implantável, com pouca dificuldade de operação e manutenção e é bastante desejável pelos entrevistados, e economicamente viável por apresentar pesos altos nestes dois itens (multiplicados pelos pesos preferenciais, resultou no maior somatório dos pesos). A melhor alternativa isolada foi novamente a bacia VDR. A alternativa com menor somatório de pesos foi a 5, reúso de água, por apresentar alto nível técnico-operacional e razoáveis níveis ambientais, aceitabilidade razoável apesar de ser economicamente viável.

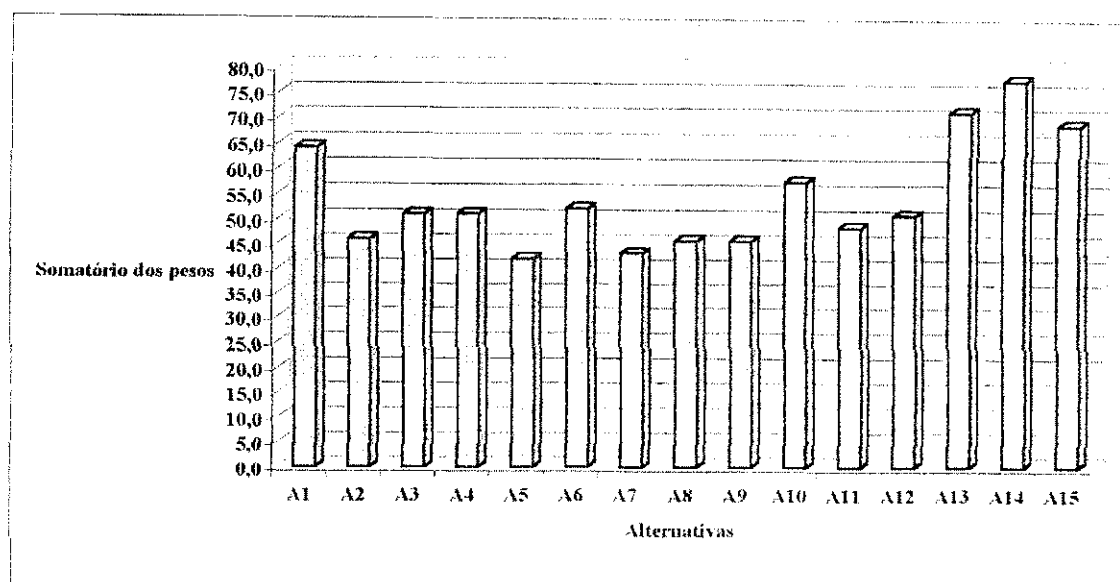


Figura 33- Resultados da 3ª simulação do modelo multicritério para as alternativas dos edifícios

d) 4ª Simulação

A quarta simulação (Figura 34) que tem como ordem preferencial o objetivo ambiental, seguido do social, técnico-operacional e econômico, teve como solução a seleção da Alternativa 13, reúso + medição individualizada + aparelhos poupadores, por apresentar uma redução de consumo de água superior a Alternativa 14.

Trata-se de uma pequena diferença pela qual a mesma não foi selecionada, já que em relação aos outros objetivos apresenta uma pequena superioridade. A melhor medida isolada foi a Alternativa 3, (aparelhos poupadores) em função da ordem preferencial dá prioridade ao objetivo ambiental, considerando a menor preferência a econômica, que é o único objetivo inviável para esta medida. A alternativa com menor somatório de pesos foi a 4, medição individualizada, por apresentar baixa redução de consumo por ser pouco desejável.

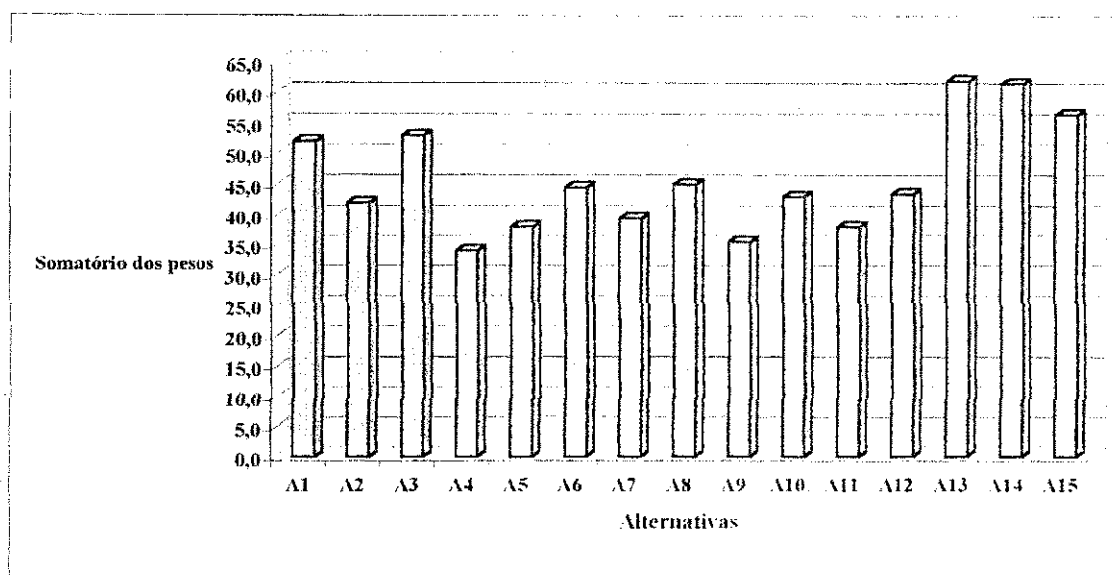


Figura 34- Resultados da 4ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

e) 5ª Simulação

A quinta simulação (Figura 35) tem como ordem preferencial de objetivos o ambiental, técnico-operacional, econômico e social, tendo como soluções mais uma vez como primeiro lugar a Alternativa 14, reúso + bacia VDR + medição individualizada, que apresenta maiores pesos reais. A melhor alternativa isolada é novamente a bacia sanitária VDR devido aos motivos mencionados anteriormente. A alternativa com menor somatório de pesos foi mais uma vez a 5, reúso de água, por ser a que apresenta alto nível técnico-operacional.

f) 6ª Simulação

Na 6ª simulação (Figura 36), com ordem preferencial de objetivos sendo ambiental, econômico, social e técnico-operacional, a solução do modelo multicriterial foi mais uma vez a Alternativa 14, reúso + bacia VDR + medição individualizada, com a Alternativa 1, bacia VDR, sendo a melhor das medidas isoladas. A alternativa com menor somatório de pesos foi mais uma vez a 2, torneiras e chuveiros econômicos, por apresentar baixa redução de consumo e inviabilidade econômica.

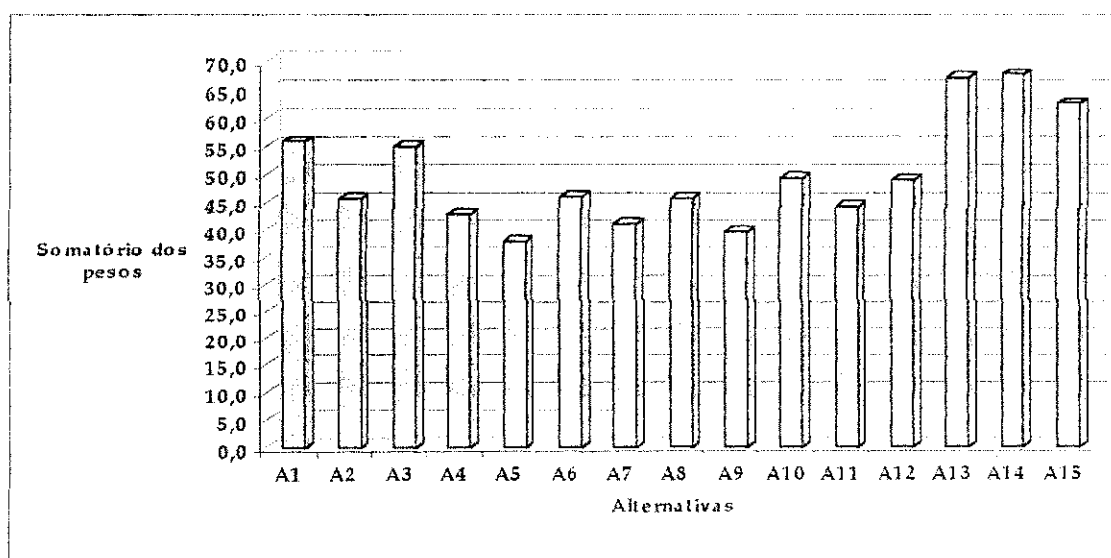


Figura 35- Resultados da 5ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

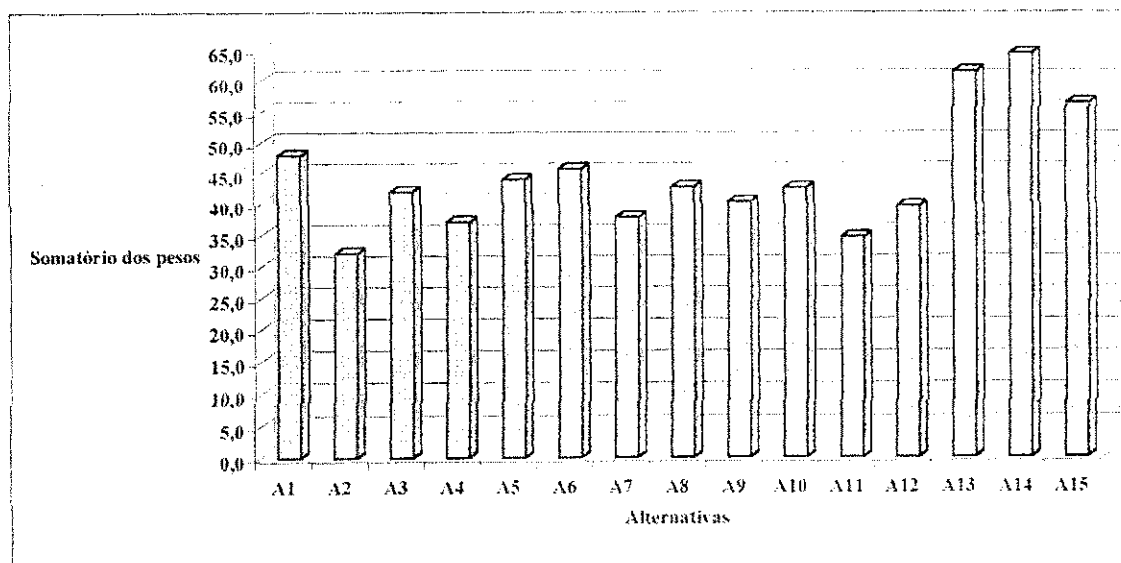


Figura 36- Resultados da 6ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

g) 7ª Simulação

De acordo com a ordem preferencial dos objetivos, a sétima simulação (Figura 37) teve como solução a Alternativa 14, reúso + bacia VDR + medição. A melhor alternativa isolada é novamente a bacia sanitária VDR. A alternativa com menor somatório de pesos foi mais uma vez a 4, reúso de água, devido a razoável aceitabilidade pelos entrevistados e ao alto nível técnico-operacional.

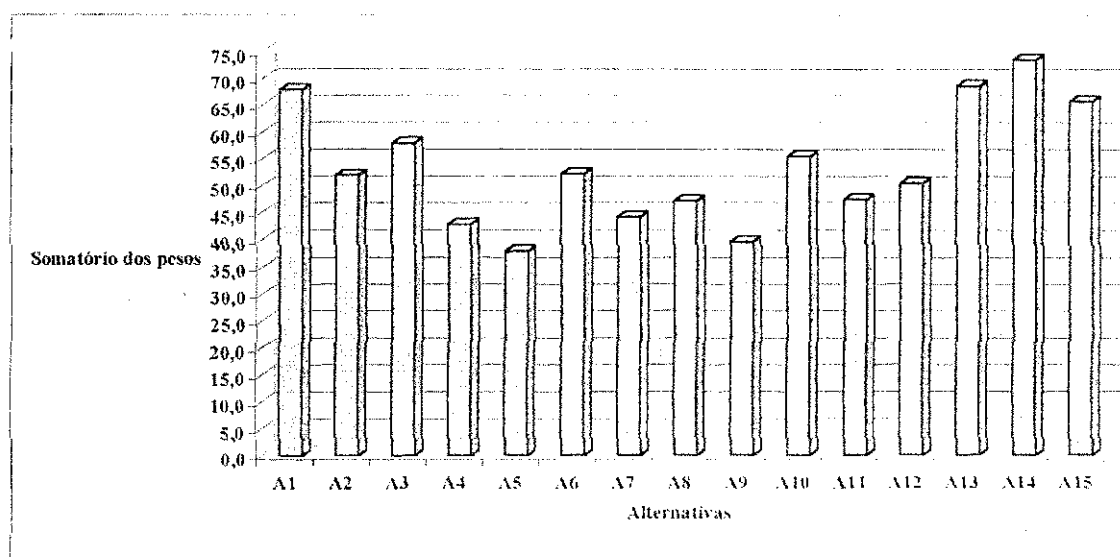


Figura 37- Resultados da 7ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

h) 8ª Simulação

A oitava simulação (Figura 38) também apresentou como solução a medida associada 14, reúso + bacia VDR + medição. A melhor alternativa isolada é a bacia sanitária VDR, devido a ordem de preferência dos objetivos adotada ser: social, econômico, ambiental e técnico-operacional, que foi justificado nas simulações anteriores. A alternativa com menor somatório de pesos foi novamente a 2, torneiras e chuveiros econômicos.

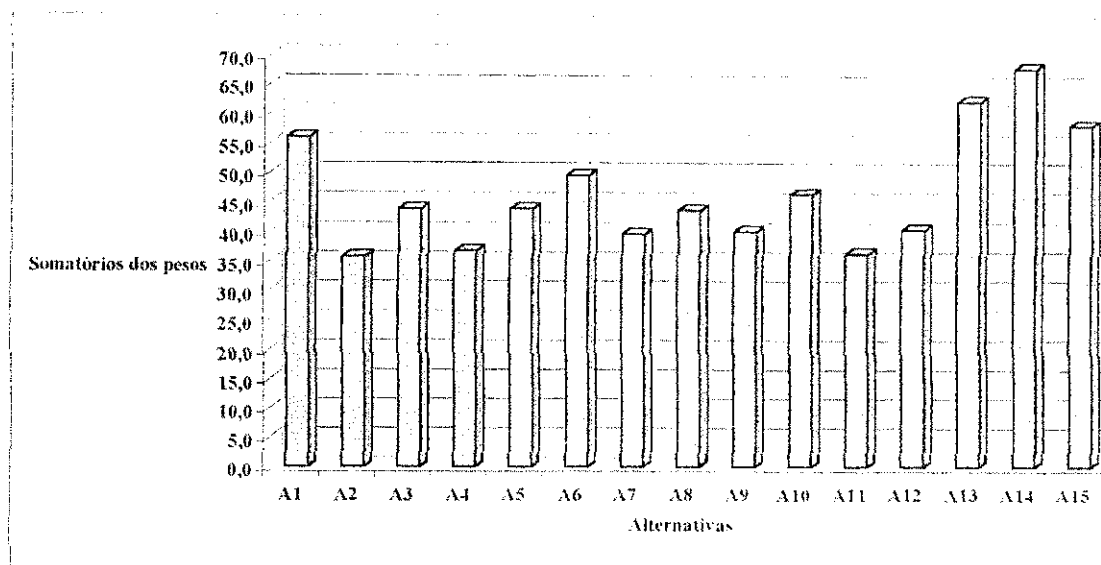


Figura 38- Resultados da 8ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

i) 9ª Simulação

O resultado selecionado da nona simulação (Figura 39) foi novamente a Alternativa 14, reúso + bacia VDR + medição. A melhor alternativa isolada é a bacia sanitária VDR. A alternativa com menor somatório de pesos foi a 4, medição individualizada, devido a ordem preferencial dos objetivos ser primeiramente social e ambiental, objetivos com níveis baixos para esta medida

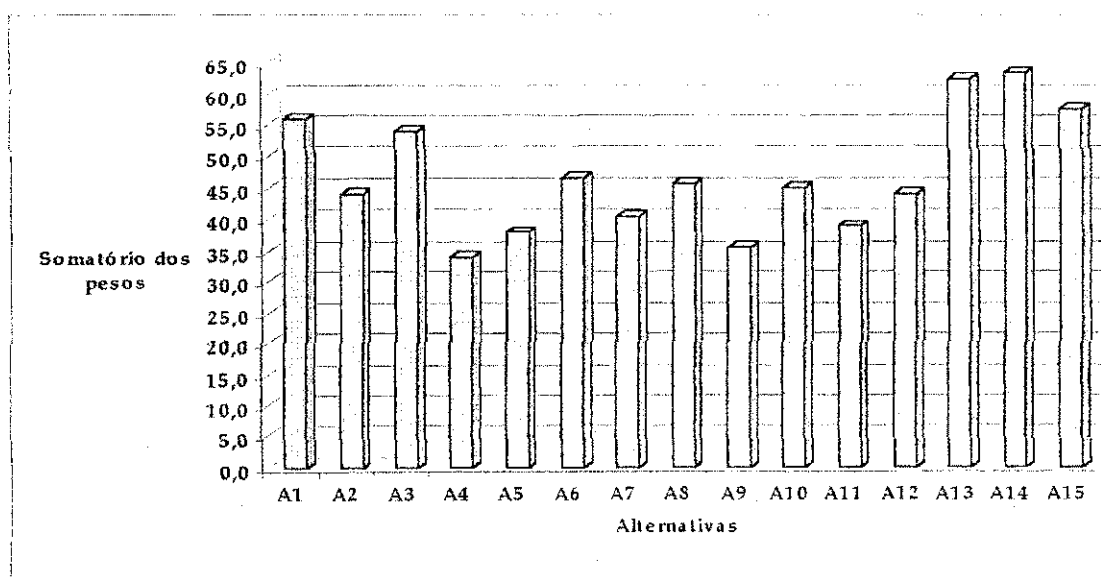


Figura 39- Resultados da 9ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

j) 10ª Simulação

Nesta simulação (Figura 40) novamente foram selecionadas a Alternativa 14, reúso + bacia VDR + medição, no geral e a melhor alternativa isolada a bacia sanitária VDR. A Alternativa com pior resultado foi a 5, reúso de água, devido a ordem preferencial de objetivos adotada.

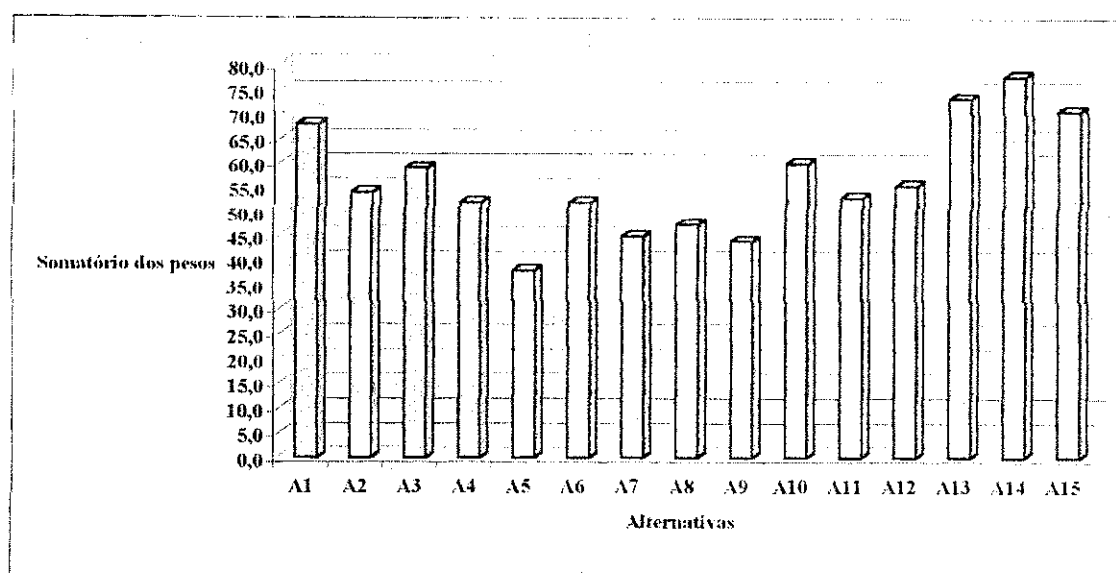


Figura 40- Resultados da 10ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

k) 11ª Simulação

Esta simulação (Figura 41) considera como preferencial o objetivo técnico-operacional, seguido do ambiental, social e econômico. Coincidentemente duas medidas tanto associadas quanto isoladas foram selecionadas por resultarem no mesmo somatório de pesos. Estas medidas associadas são a 13 e a 14, reúso + bacia VDR – medição e reúso + aparelhos poupadores + medição, respectivamente. As medidas isoladas são a bacia sanitária VDR e os aparelhos poupadores, este resultado foi devido a ordem preferencial dos objetivos em que um objetivo compensou o outro em cada medida, devido a bacia sanitária VDR ter maior aceitabilidade pelos entrevistados e os aparelhos poupadores maior redução de consumo, onde os demais objetivos apresentaram valores semelhantes. A medida com menor somatório de pesos foi a 5, reúso de água, que apresenta mais alto nível técnico-operacional.

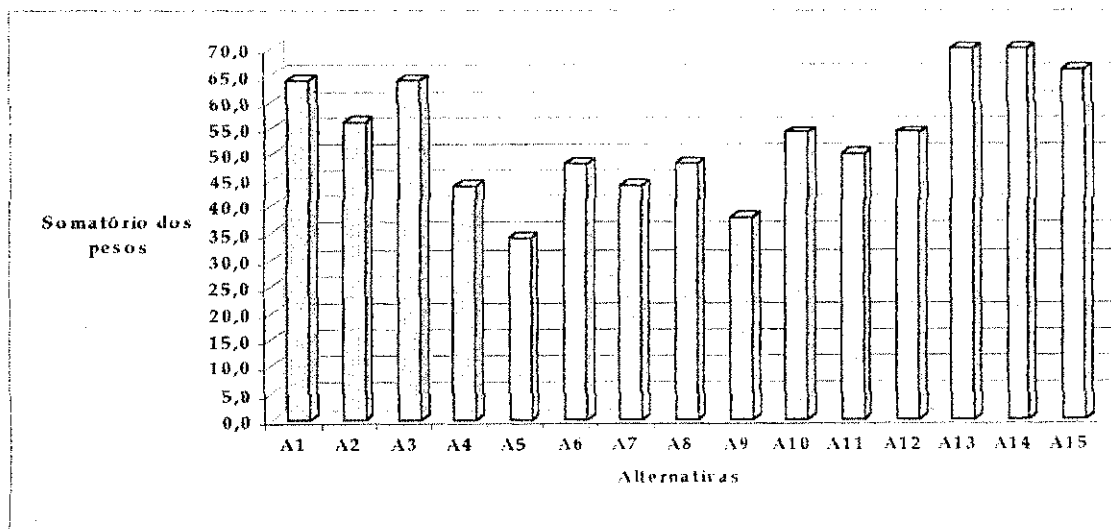


Figura 41- Resultados da 11ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

1) 12ª Simulação

Nesta simulação (Figura 42) as Alternativas selecionadas foram a 14, reúso + bacia VDR + medição, no geral, e a melhor alternativa isolada a bacia sanitária VDR. A medida com menor somatório de pesos foi a 9, reúso de água + medição individualizada, que é uma junção da menos viável técnico-operacionalmente (reúso) e ambiental e socialmente (medição individualizada).

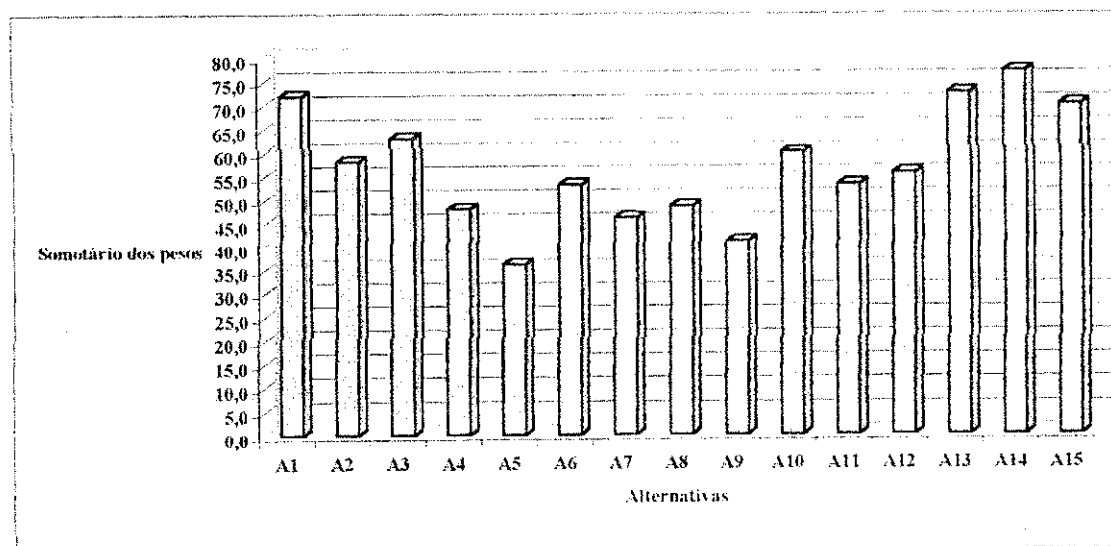


Figura 42- Resultados da 12ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

4.4.2. Resultados das residências

Os resultados das 12 simulações para as residências são apresentados a seguir. Nas Figuras que se seguem (da Figura 42 até 54) as Alternativas “A” são indicadas pelos seguintes números:

- A1- Captação de água de chuva;
- A2- Bacia sanitária VDR;
- A3- Torneiras e chuveiros econômicos;
- A4- Aparelhos poupadores;
- A5- Captação de água de chuva + aparelhos poupadores;
- A6- Captação de água de chuva + bacia sanitária VDR;
- A7- Captação de água de chuva + torneiras e chuveiros econômicos.

a) 1ª Simulação

Na primeira simulação (Figura 43), de acordo com a ordem de preferências dos objetivos, a Alternativa 4, aparelhos poupadores foi a selecionada por apresentar uma razoável redução de consumo de água (cerca de 38,5%), ter uma boa aceitabilidade pelos entrevistados (acima de 50%) e apresentar um baixo nível técnico-operacional. A segunda medida com maior somatório dos pesos foi a de número 5, que é a associação das medidas captação de água de chuva e aparelhos poupadores. Estas alternativas reduzem significativamente o consumo de água, são razoavelmente aceitáveis pelos entrevistados e apresentam baixo nível técnico-operacional. Caso elas sejam implantadas em conjunto, a economia anual de água alcançada é de 128,6 m³ por residência. A medida com menor somatório dos pesos foi a de número 3, torneiras e chuveiros econômicos, que além de ser inviável economicamente, apresenta baixa redução de consumo de água e pouca aceitabilidade pelos entrevistados.

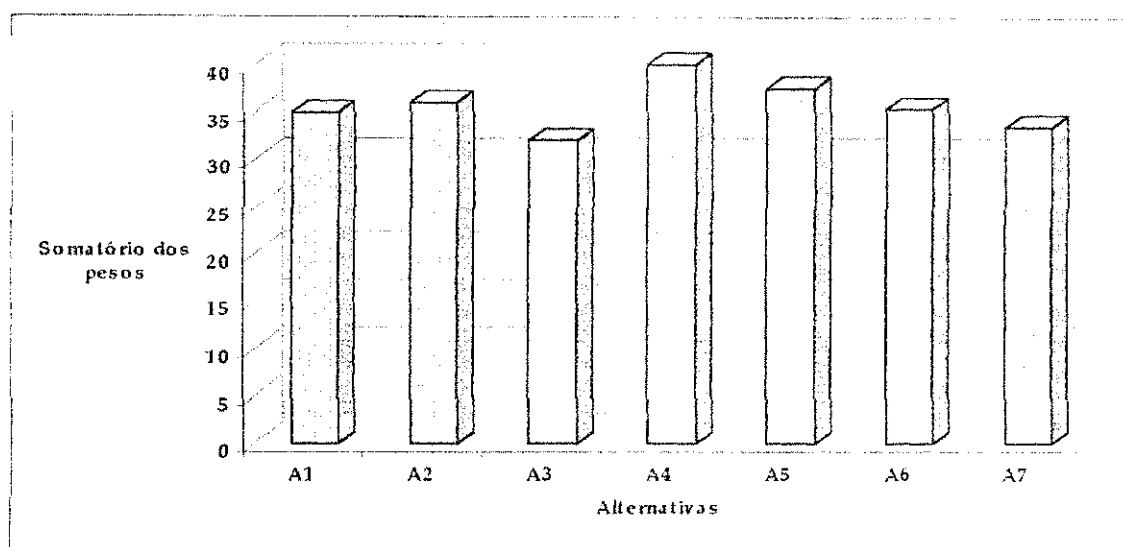


Figura 43 - Resultados da 1ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

b) 2ª Simulação

A segunda simulação (Figura 44) teve como ordem de preferências de objetivos o econômico, seguido do social, técnico operacional e ambiental. A Alternativa selecionada foi a bacia sanitária VDR por apresentar a maior aceitabilidade pelos entrevistados em relação as demais medidas e por ter um baixo nível técnico-operacional, apesar de ser economicamente inviável, e apresentar baixa redução de consumo de água. A segunda melhor medida foi a de número 3, aparelhos poupadores, que diferiu da primeira por apresentar uma maior redução de consumo de água. A medida com menor somatório de pesos foi a captação de água de chuva por ser pouco desejável pelos entrevistados e apresentar baixa redução de consumo de água além de ser inviável economicamente.

c) 3ª Simulação

A terceira simulação (Figura 45) que tem como ordem preferencial o objetivo econômico, seguido do técnico-operacional, ambiental e social. A Alternativa selecionada foi os aparelhos poupadores por apresentarem um baixo nível técnico-operacional e ser uma das medidas de maior redução de consumo de água, bem como

apresentar uma boa aceitabilidade pelos entrevistados. A segunda melhor medida foi a de número 2, bacia sanitária VDR, que como explicado anteriormente, apresenta o mesmo nível técnico-operacional e econômico da medida selecionada, menor redução de consumo de água, mas é mais desejável pelos entrevistados. A medida com menor somatório de pesos foi a captação de água de chuva por ser pouco desejável pelos entrevistados e apresentar baixa redução de consumo de água além de ser inviável economicamente.

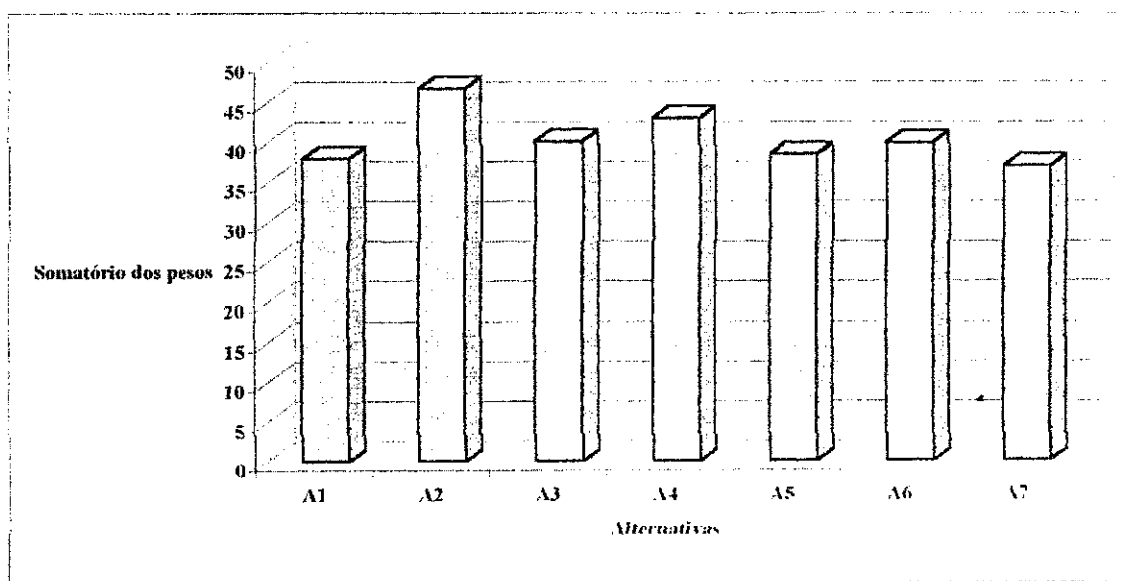


Figura 44 - Resultados da 2ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

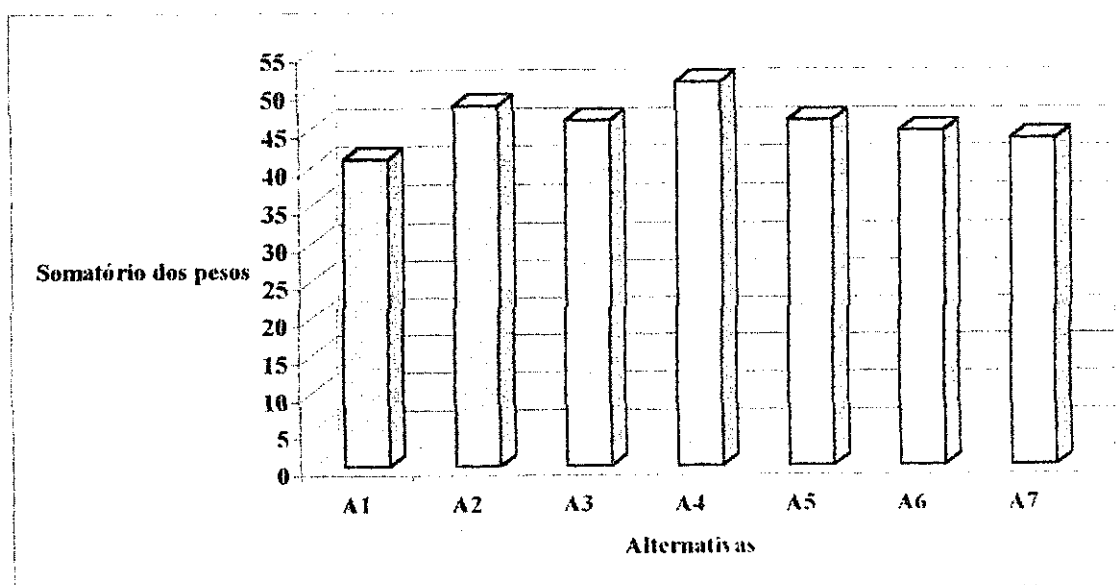


Figura 45- Resultados da 3ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

d) 4ª Simulação

A quarta simulação (Figura 46) teve uma ordem preferencial de objetivos que favoreceu mais uma vez a seleção da medida 4, aparelhos poupadores, devido aos três primeiros objetivos preferenciais serem ambiental, social, técnico-operacional. A segunda melhor medida também foi a de número 2, bacia sanitária VDR, que só difere da primeira em relação a aceitabilidade que é maior. A medida 3, torneiras e chuveiros econômicos foi a que apresentou menor somatório de pesos por apresentar inviabilidade econômica, baixa redução de consumo de água e razoável aceitabilidade pelos entrevistados.

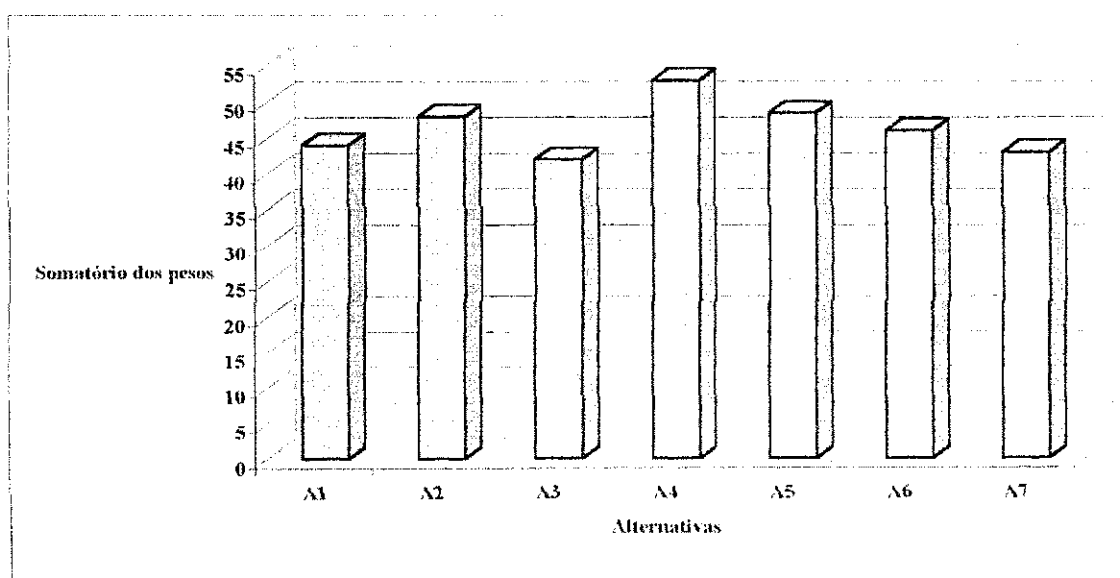


Figura 46- Resultados da 4ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

e) 5ª Simulação

Na quinta simulação (Figura 47), a ordem de preferência dos objetivos (ambiental, técnico-operacional, econômico e social) favoreceu novamente a seleção da Alternativa 4, aparelhos poupadores, pelos motivos antes comentados. A segunda melhor Alternativa foi a de número 5, captação de água de chuva + aparelhos poupadores, pois os maiores somatórios de pesos para a captação de água de chuva

(apesar de inferiores) são nas mesmas medidas dos aparelhos poupadores, o que reforçou a média e conseqüentemente o somatório de pesos. A medida com menor somatório de pesos foi a captação de água de chuva por ser pouco desejável pelos entrevistados e apresentar baixa redução de consumo de água além de ser inviável economicamente.

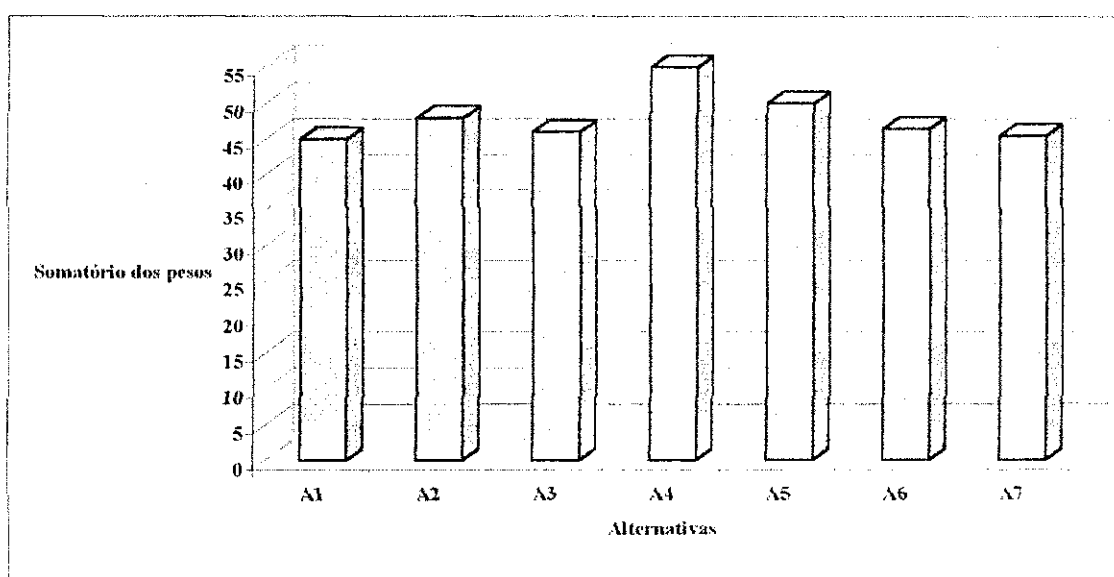


Figura 47- Resultados da 5ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

f) 6ª Simulação

A sexta simulação (Figura 48) também resultou na seleção das duas medidas anteriores. Isto decorre do fato de todas as medidas serem inviáveis economicamente e a Alternativa aparelhos poupadores apresentar o melhor somatório de pesos dos objetivos (exceto no ambiental). A medida com menor somatório de pesos foi a de torneiras e chuveiros econômicos já que os três primeiros objetivos preferenciais são ambiental, econômico e social, os quais a medida apresenta menores somatório de pesos.

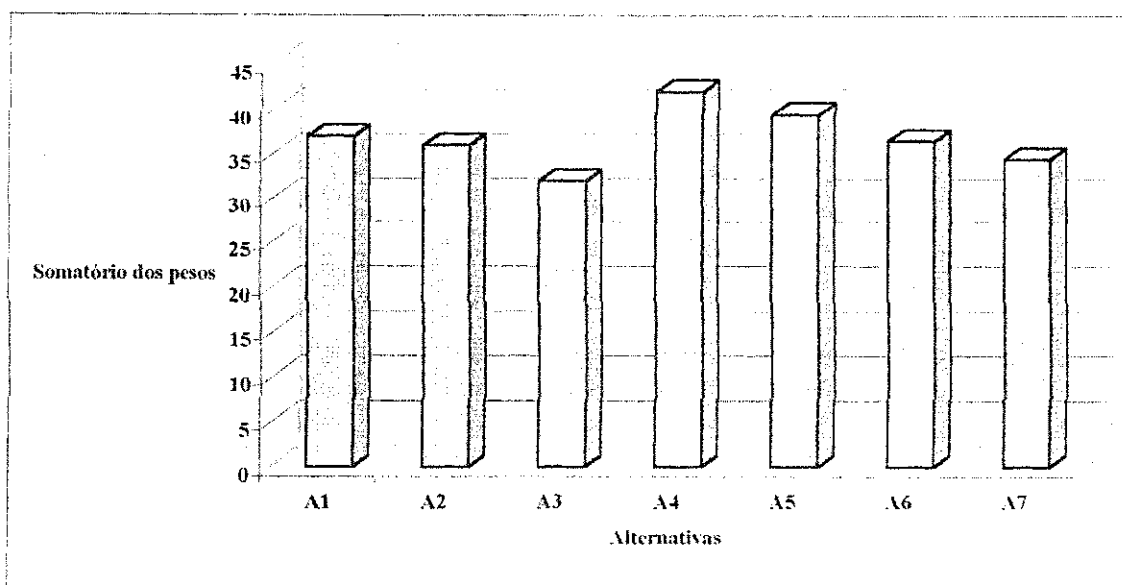


Figura 48- Resultados da 6ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

g) 7ª Simulação

Na sétima simulação (Figura 49) devido a ordem preferencial ter como primeiros objetivos o social e técnico-operacional. A medida 2, bacia sanitária foi a selecionada por apresentar maior aceitabilidade entre todas e ter o mesmo nível tecnológico dos aparelhos poupadores (estes foram a segunda melhor medida). A medida com menor somatório de pesos foi a captação de água de chuva.

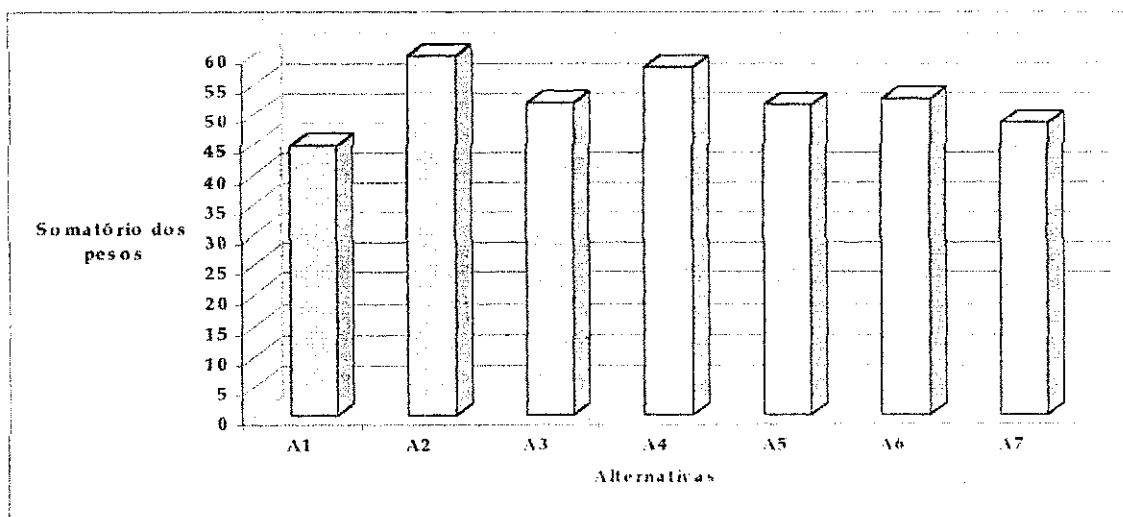


Figura 49 - Resultados da 7ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

h) 8ª Simulação

Na oitava simulação (Figura 50), coincidentemente, duas medidas foram selecionadas por resultarem no mesmo somatório de pesos, foram as medidas 2 e 4, bacia VDR e aparelhos poupadores respectivamente. Este resultado foi devido a ordem preferencial dos objetivos em que um objetivo compensou o outro em cada medida. A bacia sanitária VDR teve maior aceitabilidade pelos entrevistados e os aparelhos poupadores maior redução de consumo, os demais objetivos apresentaram valores semelhantes. A medida com menor somatório de pesos foi a 3, torneiras e chuveiros econômicos.

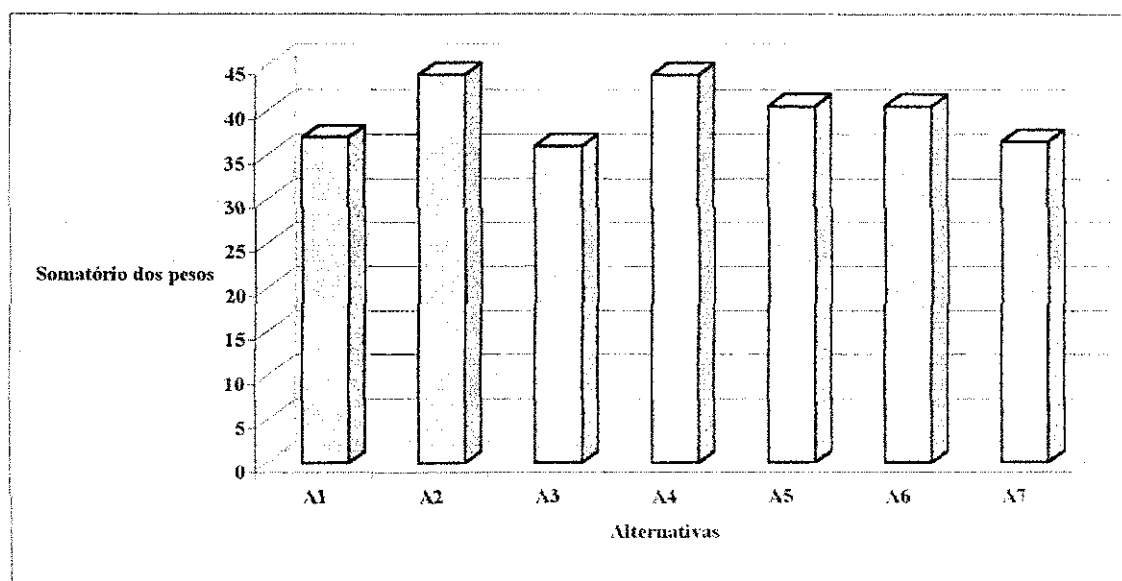


Figura 50- Resultados da 8ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

i) 9ª Simulação

Na nona simulação (Figura 51), a ordem preferencial dos objetivos foi social, ambiental, técnico-operacional e econômico. Os dois primeiros objetivos selecionaram mais uma vez em primeiro lugar os aparelhos poupadores e em segundo a bacia sanitária VDR. As medidas com menores somatório de pesos foram a captação de água de chuva (1), torneiras e chuveiros econômicos (3) e captação + torneiras e chuveiros (7) por apresentarem o mesmo nível de aceitabilidade, serem inviáveis

economicamente e devido aos objetivos ambientais e técnico-operacionais serem semelhantes, em que um peso compensa o outro.

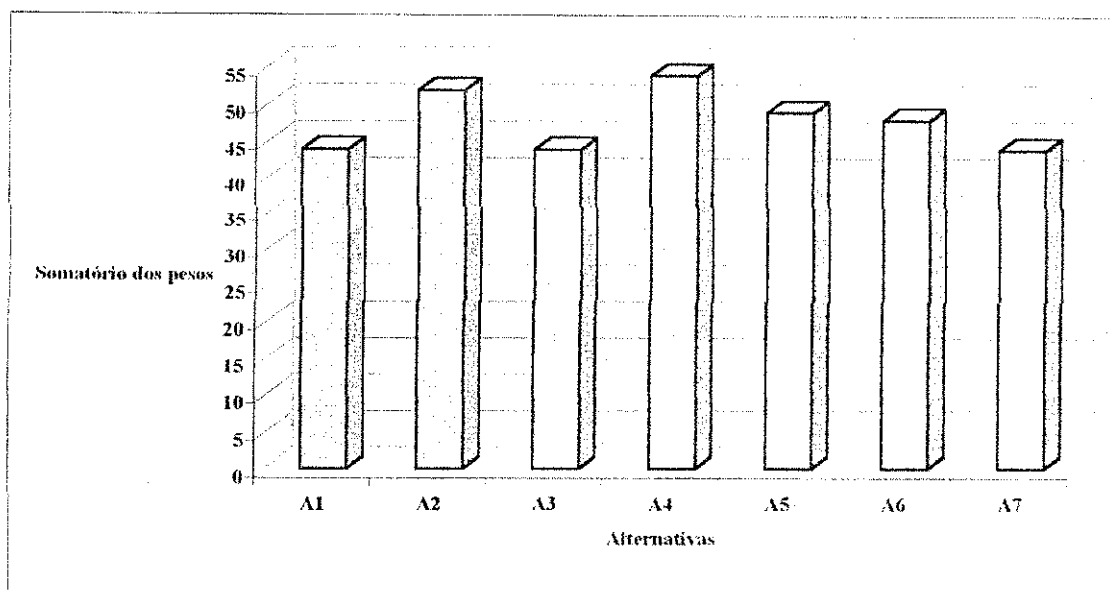


Figura 51- Resultados da 9ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

j) 10ª Simulação

A décima simulação (Figura 52), mais uma vez, selecionou as duas medidas: em primeiro lugar os aparelhos poupadores e em segundo a bacia VDR. Por último ficou a medida captação de água de chuva devido aos motivos anteriormente comentados.

k) 11ª Simulação

A décima primeira simulação (Figura 53), devido a ordem preferencial dos objetivos técnico-operacional, ambiental, social e econômico, selecionou mais uma vez a medida aparelhos poupadores seguida da bacia VDR e por fim a captação de água de chuva.

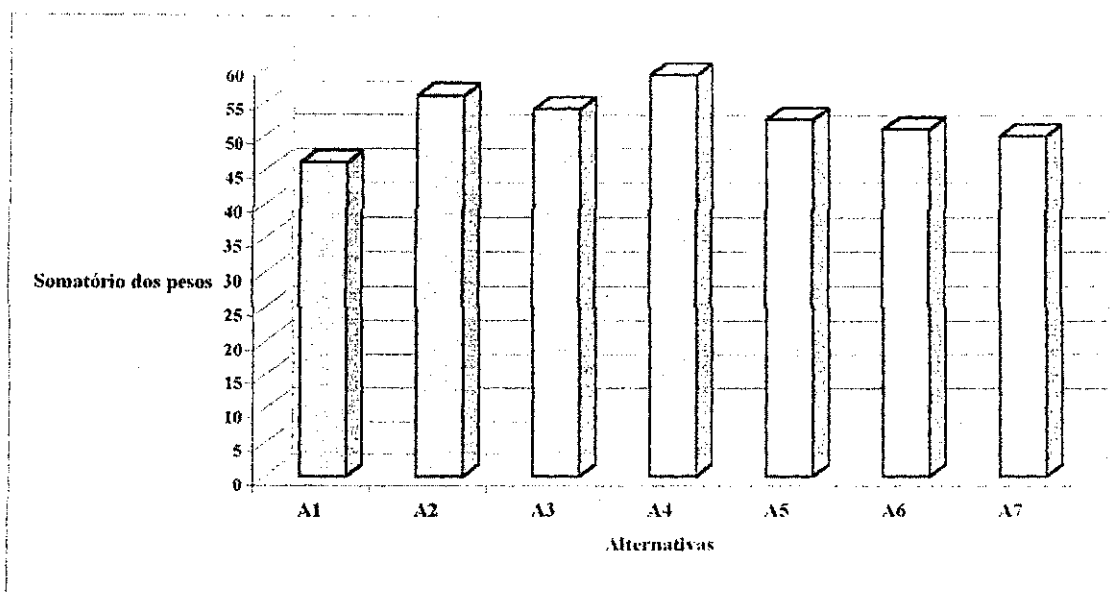


Figura 52- Resultados da 10ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

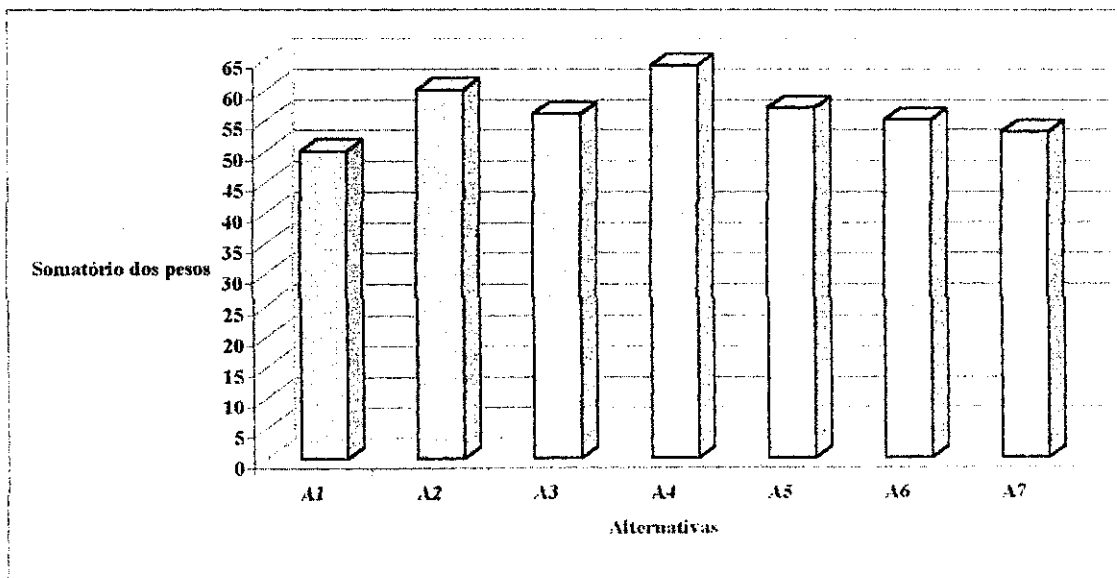


Figura 53- Resultados da 11ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

l) 12ª Simulação

A última simulação (Figura 54) considerou como objetivos preferenciais o técnico-operacional, social, econômico e por fim o ambiental, o que resultou na

seleção da primeira alternativa bacia sanitária VDR seguida pelos aparelhos poupadores. A alternativa com menor somatório de pesos foi novamente a captação de água de chuva.

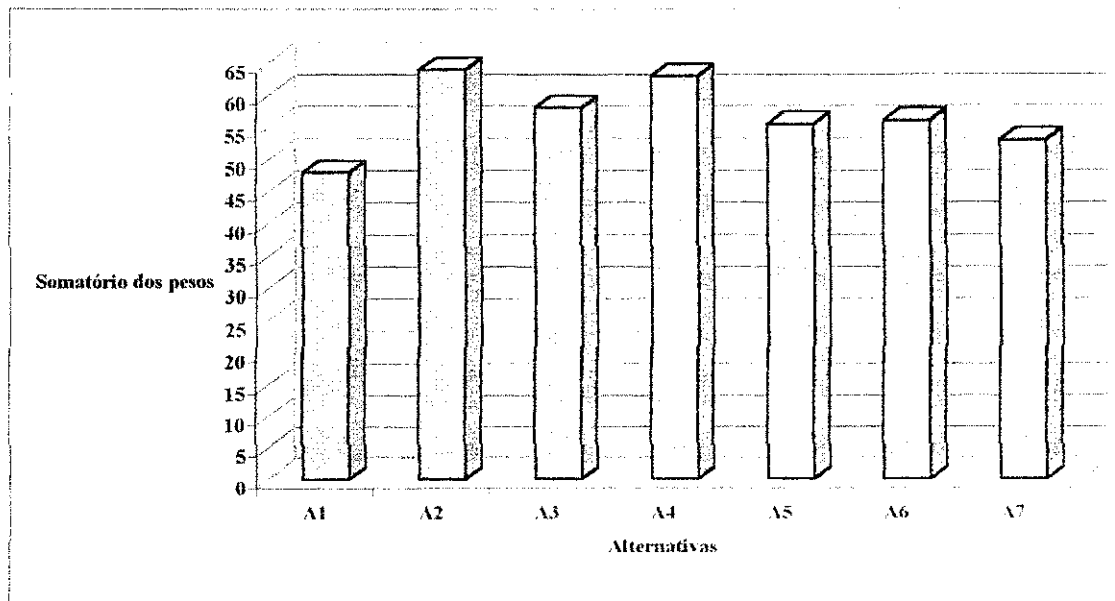


Figura 54- Resultados da 12ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

Capítulo 5

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Nesta pesquisa, através da avaliação multicriterial foram analisadas alternativas tecnológicas por meio de requisitos sustentáveis observados nos critérios considerados na formação de cada objetivo, uma vez que nestes critérios estava incluída a participação da população (entrevistados), que representou um fator importante no processo de seleção. Esta avaliação de alternativas foi realizada tendo como caso de estudo o bairro Conjunto dos Professores, setor 37, situado na cidade de Campina Grande-PB.

As principais conclusões, assim como as recomendações, derivadas desta pesquisa estão apresentadas a seguir.

5.1.1. As entrevistas

A realização das entrevistas enriqueceu bastante a pesquisa não só em relação às medidas avaliadas, mas de forma geral, por mostrar que a população está cada vez mais informada em relação aos problemas relacionados a água. A maioria dos entrevistados apresentou conhecimento sobre mais de uma alternativa. Isto se deve ao fato da população entrevistada ter vivenciado racionamentos de água e também por este tema ser bastante discutido na imprensa nacional.

5.1.2. Cálculos dos custos e economia de água para as alternativas

Os resultados do cálculo do retorno do investimento permitem concluir que a tarifa de água residencial é bastante baixa (R\$1,39 por m³). Mesmo que uma das medidas apresente uma grande economia de água, o retorno do investimento será alcançado após vários anos, tempo em que a maioria dos aparelhos já terá sido trocada.

Para os edifícios, o cálculo do retorno do investimento apresentou resultado mais satisfatório devido ao fato do consumo de água por apartamento ter sido majorado para uma média de 05 moradores consumindo 200 l/dia.

Os resultados do retorno do investimento das alternativas estudadas para a UFCG foram satisfatórios devido à tarifa de água ser pública, em que se paga R\$3,53/m³. A economia obtida é bastante alta se compararmos este valor à quantidade de água fornecida anualmente para a cidade de Campina Grande que é em média 25.550.000m³/ano de acordo com a CAGEPA (2003). Assim a economia está em torno de 0,15% do valor de água fornecido para a cidade só no Campus da UFCG.

A economia de água proporcionada por cada alternativa é bastante representativa. A economia obtida com a implantação das medidas de captação de água de chuva e aparelhos poupadores nas residências é de 43.209,6m³/ano. Ressaltando que a água de chuva nesta pesquisa só é utilizada para as bacias sanitárias e torneiras de jardim. Tais usos equivalem a 36% do consumo de água de uma residência.

No campus universitário esta economia corresponde a 23.530,0m³/ano. Somando-se todos estes valores (campus+residências) e a economia dos edifícios, que corresponde ao valor de 75.303,52m³/ano, tem-se uma economia de água anual (em apenas um setor da cidade) correspondente a cerca de 0,615% (142.043,12m³/ano) em relação ao total de água fornecido anualmente para Campina Grande. Considerando-se o consumo médio de água anualmente gasto no setor (197.996,0m³/ano), a economia de água em um ano é de 71,4% (valor extremamente representativo).

Com base nos resultados deste trabalho e reflexão sobre a literatura consultada, que a expansão da oferta de água apenas deveria ser concretizada quando esgotadas as possibilidades do gerenciamento da demanda. Os resultados desta pesquisa evidenciam que é possível aumentar a oferta de água gerenciando-se a demanda (ambientalmente, economicamente, tecnicamente e socialmente mais sustentável).

5.1.3. As simulações

O modelo multicriterial aplicado se mostrou eficaz para o estudo, no qual o ponto fundamental foi a interpretação dos resultados através da especificação dos pesos reais.

A redução de consumo de água para cada alternativa isolada foi baixa, considerando-se que este valor foi obtido por residência e por edifício e não para todo o setor estudado, onde essa redução passa a ser importante. Como esta redução de consumo de água é obtida pela própria alternativa (independente da conduta do usuário), se o usuário economizar a água este percentual será ainda maior.

A água de chuva e o reúso apresentaram uma significativa redução de consumo de água, levando-se em consideração que nesta pesquisa as águas captada e reutilizada abastecem apenas a bacia sanitária (reúso + captação) e as torneiras de jardim (captação).

No caso da medição individualizada observa-se, claramente, que a medida estimula os moradores dos edifícios a reduzir o consumo principalmente por pagar pelo que se usa e poder controlar seus próprios gastos.

As alternativas de medição individualizada e reúso de água foram as que apresentaram maior dificuldade de implantação em edifícios existentes, mas as mesmas podem ser implantadas, tomando-se os devidos cuidados.

A maioria das medidas com exceção do reúso de água, apresentaram baixo nível tecnológico e o material e mão-de-obra necessários as sua implantações estão disponíveis no comércio local.

Para as residências, em 75% de todas simulações, a alternativa dos aparelhos poupadores foi a selecionada. Devido ao fato desta ser a medida com maior redução de consumo, ser bastante aceitável pelos entrevistados e ter um baixo nível técnico-operacional. A alternativa bacia sanitária VDR foi a segunda a apresentar maior somatório de pesos, devido ser a medida com maior aceitabilidade entre os entrevistados e um baixo nível técnico-operacional. A captação de água de chuva foi a medida com menor somatório de pesos devido ser pouco desejável por parte dos entrevistados e apresentar um médio nível técnico-operacional.

Para os edifícios, a alternativa mais viável foi a "reúso + bacia VDR + medição individualizada" (91,67% das simulações). Quando analisando as alternativas

com medida única, a melhor foi a da bacia sanitária VDR, com a mesma ocorrência da alternativa anterior. As duas medidas apesar de apresentarem pouca redução de consumo, são viáveis economicamente, são bastante aceitáveis pelos entrevistados e apresentam baixo nível técnico-operacional. Com estes resultados observa-se que a junção das três medidas em uma só é extremamente viável principalmente quando se considera primeiramente a parte econômica (retorno do investimento). A economia de água anual alcançada implantando-as é de 3.431,61m³ por edifício. A medida com menor somatório de pesos foi o reúso de água por apresentar alto nível técnico-operacional, além ser pouco desejável pelos entrevistados e ter baixa redução de consumo de água.

Pôde-se observar, que analisando as alternativas, a medida que melhor atende a maioria dos objetivos estudados é a bacia sanitária VDR, devido a mesma estar presente nas alternativas selecionadas nas simulações para o caso das residências (aparelhos poupadores e a própria bacia VDR) e para os edifícios (reúso de água + bacia VDR + medição individualizada e reúso de água + aparelhos poupadores + medição individualizada).

De acordo com os resultados obtidos por esta pesquisa, considera-se que é possível serem implantadas as medidas estudadas para a cidade de Campina Grande-PB como um todo.

5.2. Recomendações

Quanto à pesquisa esta pode ser estendida tanto em relação ao estudo de mais alternativas e combinações para o bairro, como para uma área de estudo maior como uma pequena cidade. Caso se opte para o estudo em um bairro, deve-se considerar que sejam estudadas mais alternativas na escala de bairro, como as educacionais (deve-se considerar que sejam introduzidas disciplinas que abordem a questão da água nas escolas assim como que sejam implantados programas e campanhas para conservação e uso racional de água na cidade). Se o estudo a ser realizado for em uma cidade de pequeno porte, poderão ser analisadas alternativas econômicas, como o aumento da tarifa de água acompanhada de um bônus (sugerido pelos entrevistados nesta pesquisa) para as pessoas que economizam água; outras alternativas tecnológicas como a macromedição na rede de abastecimento de água e alternativas regulatórias/institucionais, como uma legislação que induza o uso racional de água (medidas não contempladas nesta pesquisa).

Um projeto piloto que inclua para as residências, além das medidas aqui estudadas (captação de água de chuva e aparelhos poupadores), a alternativa de reúso de água, poderá ser concebido para avaliar os benefícios reais que esta medida poderá oferecer (considerando os aspectos social, econômico, ambiental e técnico). Neste projeto a água captada pelos telhados e reutilizada poderá ser devidamente tratada para outros usos além do abastecimento da bacia sanitária e torneiras de jardim.

É interessante que a UFCG promova um programa de gerenciamento da demanda de água direcionado ao estudo e implantação de medidas no Campus, bem como campanhas para o uso racional de água de forma que este programa possa ser posteriormente direcionado a outros setores.

Quanto ao modelo multicriterial ele pode ser adaptado para uma escala de pesos de critérios diferentes, que de acordo com o estudo pode ser mais ou menos rigorosa. O mesmo poderá incluir outros objetivos além dos que foram aqui estudados, como político, institucional, educacional, entre outros. Poderão ser incluídos outros critérios, como a análise benefício-custo para o objetivo econômico, aceitabilidade com incentivo econômico na implantação das alternativas para o objetivo social, entre outros.

Através das entrevistas realizadas observou-se que muitas pessoas se motivaram em querer implantar as alternativas propostas em sua casa ou apartamento. O maior problema que se detecta é o pagamento pela implantação. Poder-se-ia, portanto, conceber que o governo do estado ou a prefeitura investiriam inicialmente nestas medidas. O montante investido seria descontado, por exemplo, mensalmente da conta de água do contribuinte. Para os moradores que desejem implantá-las e necessitem de um empréstimo, existem linhas de financiamento para construção e aquisição de material de construção para construção reforma e/ou ampliação de imóvel residencial urbano com o objetivo de reduzir o déficit habitacional bem como gerar emprego e renda (a Caixa Econômica Federal, por exemplo, limita o financiamento para aquisição de material de construção em R\$80.000,00).

Finalmente recomenda-se refletir sobre a atual situação do açude Boqueirão. Devido as fortes chuvas que ocorreram em janeiro de 2004, o açude atingiu sua capacidade máxima, o que não garante que uma nova crise de abastecimento possa surgir. O fato, portanto, de ter-se o açude nesta condição é um excelente momento para reflexão: os recursos hídricos (hoje abundantes) necessitam de gerenciamento a fim de que novas crises não se estabeleçam no futuro.

Bibliografia

6. BIBLIOGRAFIA

6.1. Referências bibliográficas

- AGENDA 21 1996 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992- Rio de Janeiro. Brasília: Senado Federal..
- ALMEIDA, T. M. 2001 *Avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água*. Relatório Parcial de Projeto de Iniciação Científica (PIBIC) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande -PB.
- ANDRADE NETO, C. O. 2003 *Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais*. In: 4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva. Anais... (Cd room). Juazeiro- BA.
- APPAN, A. 1997 *Sistemas de Captação de Água de Chuva: Tecnologia, Conceito, Classificação, Metodologia e Aplicação*. In: 1º Simpósio de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido Brasileiro. Anais.... Petrolina – PE.
- _____. 1999 *Trends in Water Demands and the Role of Rainwater Catchment Systems in the Next Millemium*. In: 9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Anais.... (Cd-rom). Petrolina – PE.
- ASANO, T. 1998 *Wastewater Reclamation and Reuse*. Water quality Management Library, vol. 10, Technomic Publishing Co. Inc. Public Support and Education for Water Reuse, pg. 1417-1475.
- BANCO MUNDIAL. 1998 *Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Brasília: Ministério do Meio ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

- BEZERRA, M. C. de L.; FERNANDES, M. A. 2000 *Cidades Sustentáveis: Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira*. Brasília: Ministério do meio Ambiente; Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Parceria 21 IBAM – ISER - REDEH.
- BOEHMER, K; MEMON, A.; MITCHELL, B. 2000 *Towards Sustainable Water Management in Southeast Asia – Experiences from Indonesia e Malasia*. Water Internacional, vol. 25, nº 3, pg. 356-377. Set. 2000.
- BRAGA, B.; GOBETTI, L. 1997 *Análise Multiobjetivo*. In: Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos. Editora Universidade. Pg. 361-418. Porto Alegre.
- BRAGA, B. P. F. 1987 *Técnicas de Otimização e Simulação Aplicadas em Sistemas de Recursos Hídricos*. In: Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos, vol.1, Coleção ABRH de Recursos Hídricos.
- BRAGA, C. F. C. 2001 *Avaliação Multicriterial e Mutidecisória no Gerenciamento da Demanda Urbana de Água*. Dissertação de Mestrado- Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande-PB.
- BREGA FILHO, D. ; MANCUSO; P. C. 2003 *Conceito de Reúso de Água*. In : Reúso de Água. Editora Manole Ltda. Barueri – SP.
- CAGEPA 2003a– COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA. Consumo Médio Mensal de Água por Ligação com Hidrômetro do Setor 37. Campina Grande-PB.
- _____ 2003b– COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA. Estrutura tarifária de abastecimento de água da CAGEPA. João Pessoa –PB.
- _____ 2003c– COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA. Dados do abastecimento de água de Campina Grande e Controle de Perdas. Campina Grande-PB.
- _____ 2001- Dados do consumo de água da cidade de Campina Grande. Campina Grande –PB.
- CAMPOS, M. A.; HERNANDES, A. T.; AMORIM, S. V. 2003 *Análise de Custo da Implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial para uma Residência Unifamiliar na Cidade de Ribeirão Preto*. In: 4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Anais (CD Room). Juazeiro-BA.

- CIOCCHI, L. 2003a Para Utilizar Água de Chuva em Edificações. *Grandes Vãos*. Revista de Tecnologia da Construção – Técnica, São Paulo, Edição 72, ano 11, Editora PINI. Pg. 58-60. Mar.2003.
- _____. 2003b Soluções Ambientais para uma Cidade-Bairro. *Alvenaria Estrutural*. Revista de Tecnologia da Construção – Técnica, São Paulo, Edição 75, ano 11. Editora PINI. Pg. 56-60. Jun. 2003.
- COELHO, A. C. 2001 *Manual de Economia de Água – Conservação de Água*. Comunigraf Editora. Olinda- PE.
- COELHO, A. C.; MAYNARD, J. C. B. 1999 *Medição Individualizada de Água em Apartamentos*. Comunigraf Editora. Olinda- PE.
- COHON, J. L., MARKS, D. H. 1975 *A Review and Evaluation of Multiobjective Programming Techniques*. Water Resources Research. Vol.11, nº.2, pg. 208- 220.
- COSTA, A. J. M. da C. 2001. Reuso de Águas. *Engenharia Plástica*. Revista de Tecnologia da Construção – Técnica, São Paulo, nº 50, ano 1. Editora PINI. Pg 5. Jan/fev 2001.
- CREDER, H. 1996 *Instalações Hidráulicas e Sanitárias*. Editora Livros Técnicos e Científicos. 5ª edição. Rio de Janeiro.
- DECA. 2000 *Perfil de consumo de água residencial*. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em: 30 nov. 2000.
- _____. 2001 *Uso racional de água*. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2001.
- ESCOBAR, H. 2002 *Chove. É preciso aproveitar toda esta água*. O Estado de São Paulo. Disponível em: <www.akatu.net>. Acesso em: 03 mar. 2002.
- FANG L., HIPEL e K. W. KILGOUR, M.D. 1993 *Interactive Decision Making, The Graph Model for Conflict Resolution*. New York: John Eiley & Sons, Inc.
- FINK, D. R.; SANTOS, H. F. 2003. *A legislação de Reúso de Água*. In: Reúso de Água. Editora Manole Ltda. Barueri- SP.
- FISCHER, N. 2001 Desperdício- Conheça os Componentes que Prometem Reduzir o Consumo de Água nas Edificações. Guerra ao Desperdício.Revista Construção Norte/Nordeste, vol. 337, pg. 14-48, Jul. 2001.
- FRANCO, M. A. R. 2000 *Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável*. Editora da FURB, Annablume, FAPESP. São Paulo – SP.

- FRASER, N. M.; HIPEL, K. W. 1984 *Conflicts Analysis: Models and Resolutions*. North-Holland, 1984.
- GALVÃO, C. O.; RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T. 2002 *Sustentabilidade da Oferta de Água para Abastecimento Urbano no Semi-Árido Brasileiro: O caso de Campina Grande*. In: Seminário: Planejamento, Projeto e Operação de Redes de Abastecimento de Água – O Estado da Arte e Questões Avançadas. João Pessoa, Jun. 2002.
- GNADLINGER, J. 2001a. *A contribuição da Captação de Água de Chuva para o Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido Brasileiro- uma Abordagem Focalizando o Povo*. In: 3^o Simpósio sobre Sistemas de Captação de água de Chuva. Anais...(Cd room). Campina Grande –PB.
- _____ 2001b. *Captação de Água de Chuva para uso Doméstico e Produção de Alimentos: A Experiência do Estado de Gansu no Norte da China*. In: 3^o Simpósio sobre Sistemas de Captação de água de Chuva. Anais...(Cd room). Campina Grande –PB.
- _____ 2000. *Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais*. In: The Second World Water Forum. The Netherlands. Disponível em: <www.irpaa.org.br/colheita> Acesso em: 16 jun. 2003.
- GOICOECHEA, A.; HANSEN, D. R.; DUCKSTEIN, L. 1982 *Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business*. Canadá: John Eiley & Sons, Inc.
- 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.
- HESPANHOL, I. 2002. *Potencial de Reuso de Água no Brasil – Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH- Porto Alegre. Vol. 7, nº 4. Out/Dez 2002, pg. 75-95.
- _____ 2001. Reuso de Água - uma alternativa viável. *Esgoto é a Prioridade*. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente – Bio- Rio de Janeiro. Ano XI, nº 18. Abr./Jun. 2001. Pg 24-25.
- HOWARD, N. 1971 *Paradoxes of Rationality*. Cambridge: MIT Press.
- IBGE -- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2001 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 jan. 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 1991

- JARDIM, S. B. 1999 *Aplicabilidade de algumas técnicas de análise multiobjetivo ao processo decisório no âmbito de comitês de gerenciamento de bacia hidrográfica*. Dissertação de mestrado- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- KITA, I.; TAKEYAMA, K.; TAKEUCHI, A. ; KITAMURA, K. 1999 *Local Government's Financial Assistance for Rainwater Utilisation in Japan*. In: 9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Anais... (Cd-rom). Petrolina – PE.
- LANNA, A. E. 1997 *Introdução*. In: Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos. Editora Universidade. Pp. 15- 41. Porto Alegre.
- LAVRADOR FILHO, J. 1987 *Contribuição para o Entendimento do Réuso Planejado de Água e Algumas Considerações Sobre Suas Possibilidades no Brasil*. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo.
- LEVINE, D. K. 2000 *Economic and Game Theory; What is it?* Disponível em: <<http://levine.sscnet.ucla.edu/general.htm>> Acesso em: 6 jun. 2000.
- LMRS – LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA E SENSORIAMENTO REMOTO DA PARAÍBA. *Volume do Açude Eptácio Pessoa (Boqueirão), 2003*. Disponível em : <www.lmrs-semarh.ufpb.br/hidrico> Acesso em: 08 jan. 2004.
- LMRS – LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA E SENSORIAMENTO REMOTO DA PARAÍBA. *Dados da precipitação em Campina Grande –PB (1961 a 1990)*, 2001.
- LOUCKS, D. P. 2000 *Sustainable Water Resources Management*. Water Internacional, vol. 25, nº 1, pg 3-10, mar. 2000.
- LUCAS FILHO, M.; MOREIRA, M. D. D. 2001 *Sugestão de Projeto Modelo: Reutilização de Água Servida em Descarga de Bacias Sanitárias em Edifício Residencial Multifamiliar*. Natal-RN.
- MAWAKDIYE, A. 1996 *A fonte Secou. A Construção põe o pé na estrada virtual*. Revista de Tecnologia da Construção – Téchné, São Paulo, Edição 21, ano 4. Editora PINI. Pg 14-17.
- MIO, G. P.; CÂMARA, C. D.; SOUZA, M. P. 2001 *Sustentabilidade Ambiental e Participação da Sociedade na Gestão dos Recursos Hídricos: Conceito e Prática*. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.. Anais... (Cd room). Aracajú- SE.

- MMA/IBAMA (1996)/ Consórcio Parceria 21 IBAMA- ISER- REDEH, 2000. 180P. 21 PERGUNTAS e respostas para você saber mais sobre a Agenda 21 Local. Rio de Janeiro: Comissão Pró- Agenda.
- MONTGOMERY CONSULTING, J. M. *Water treatment principles e design*. Nova York, John Wiley & Sons, 1985.
- MORAES, R. C. 1995. *Noções de Teoria dos Jogos*. In: Introdução à Economia. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- MOREIRA, M. D. D. 2001 *Reciclagem de Águas Servidas em edifícios Residenciais e Similares*. Dissertação de Mestrado- Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.
- NBR 5426. 1985. *Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por atributos*. ABNT. Rio de Janeiro, 1985.
- NBR 5427. 1985. *Guia para a utilização da norma NBR 5426 - Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por atributos*. ABNT. Rio de Janeiro, 1985.
- OLIVEIRA, C.; BRASIL, A. L. 2001 *Aproveitamento de Água em Edifícios*. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente – Bio- Rio de Janeiro. Ano XI, nº18, abr./jun. 2001. Pg 23.
- OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. 1999 *Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifícios*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo.
- PÁDUA FILHO, H. 2003 *Estação Experimental Jesus Neto, da SABESP*. Sistemas de Reúso de Água: Projeto e Estudo de Casos. In: Reúso de Água. Editora Manole Ltda. Barueri- SP.
- PEDROSA, H. C. 2000 *Capacitação de recursos humanos para construção de cisternas de placas no meio rural*. Programa de Estudos e Ações para o Semi-Árido. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba.
- PEGORIN, F. 2001 Dossiê Água – Está na Hora de Poupar. *Amazônia: A Ameaça é Maior do que se Pensa*. Revista Vivendo e Aprendendo – Galileu, São Paulo, ano 10. nº119, pg. 41-52. Jun. 2001.
- PESSOA, E. 2001 *Recreio dos Bandeirantes - Um Bairro Sustentável*. Fórum 21 – da cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <www.favelabairro.vpg.com.br/artigos/> Acesso em: 25 set. 2003.

- PMCG- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE. 2003. *Perfil do Município de Campina Grande*. 2003. Disponível em: <www.pmcg.pb.gov.br> Acesso em: 25 set. 2003.
- PNCDA – PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA. SECRETARIA DE POLÍTICA URBANA. 2000. Disponível em: <<http://www.pncda.gov.br/>> Acesso em: 25 ago. 2000.
- POND, C. E. et al. CULP, R. L. et al. *Handbook of advanced wastewater treatment*. 2. Ed. Nova York, Van Nostrand Reinhold Company, 1977.
- REGIONAL MUNICIPALITY OF WATERLOO. 2000. *Regional water services*. Disponível em: <<http://www.region.waterloo.on.ca/water>> Acesso em: 04 mar. 2000.
- RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T. e GALVÃO, C. O. 2001. *Participação da Sociedade na Crise 1998-2000 no Abastecimento d'água em Campina Grande – PB, Brasil*. In: IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas. Foz do Iguaçu: ABRH/IWRA.
- 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... Recife-PE..
- ROSEGRANT, M. W.; CAI, X. 2002. *Global Water Demand and Supply Projections – Part 2. Results and Prospects to 2025*. Water Internacional, vol. 27, nº 2, Pg. 170-182. Jun. 2002.
- SAATY, T. L. 1977. *A scaling method for priorities in hierarchial structures* : Journal of Mathematical Psychology, v.15
- SABESP Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/uragua>>. Acesso em: 23 abr. 2001.
- SABESP Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. 2000. São Paulo: Programa de Economia de Água em edifícios. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>>. Acesso em: Nov. 2000.
- SANTOS, D. C.; MANSINI, H; SANTOS, C. A.; GONÇALVES, O. M. 1998 *Avaliação Comparativa entre o Desempenho de Bacias Sanitárias Convencionais, Submetidas a Diferentes Volumes de Descarga, e o Desempenho de Bacias Sanitárias Economizadoras de Água*. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Qualidade no Processo Construtivo. Florianópolis-SC. Abr. 1998. Disponível em: <www.infohab.org.br> Acesso em: 22 maio 2003.

- SANTOS, D. C.; SAUNITTI, R. M.; BUSATO, R. 2000 *O Recurso Água: Promovendo a Sustentabilidade do Manancial Através do Uso de Bacias Sanitárias Economizadoras de Água*. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <www.infohab.org.br> Acesso em: 22 maio 2003.
- SANTOS, H. F. 2003 *Custos dos Sistemas de Reúso de Água*. In: Reúso de Água. Editora Manole Ltda. Barueri- SP.
- SANTOS, H. F.; MANCUSO, P. C. S. 2003 *Participação Comunitária e Aceitabilidade da Água de Reuso*. In: Reúso de Água. Editora Manole Ltda. Barueri- SP.
- SAVENIJE, H.H.G.; VAN DER ZAAG, P. 2002 *Water as an Economic Good and Demand Management: Paradigms and Pitfalls*. Water Internacional, v. 27, nº1, pg. 98-104.
- SAYEGH, S. Economia pelo cano. *Minhocão*. 2002 Revista de Tecnologia da Construção – Técnica. São Paulo, Edição 62, ano 10, Editora PINI, pg. 28-33. Maio 2002.
- SCHMIDT, M. 2001 *Rainwater Harvesting in Germany – New Concepts for the Substitution of Drinking Water, Flood Control and Improving the Quality of the Surface Waters*. In: 3º Simpósio sobre Sistemas de Captação de água de Chuva. Anais...(Cd room). Campina Grande –PB.
- SEMARH – SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS DO ESTADO DA PARAÍBA. Disponível em: <www.semarh.pb.gov.br>. Acesso em : 25 set. 2003.
- SICKERMANN, J. 2002 Sistema de aproveitamento de águas pluviais em edificações. *Super Building*. Revista de Tecnologia da Construção – Técnica, São Paulo, Edição 59, ano 10. Editora PINI. Pg. 69-71. Fev. 2002,
- SILVA, S. R. M.; SHIMBO, I. 2000 *Indicadores de Sustentabilidade Urbana*. In: 8º ENTAC, Artigo Técnico, vol. 1, pg. 91-98, Salvador – BA.
- TATE, D. 2001 An overview of water demand management and conservation. *Vision 21: Water for People*. Disponível em: <<http://www.wsscc.org/visio21/docs/docs/docs25>> Acesso em: 09 mar. 2001.
- TOMAZ, P. 2001 *Economia de Água para Empresas e Residências – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional de Água*. Navegar editora. 2ª Edição. São Paulo.
- TUCCI, C. E. M. 2001 *Escoamento Superficial*. Em: Hidrologia: Ciência e Aplicação. Editora Universidade/UFRGS. Coleção ABRH de Recursos Hídricos 2ª Edição. Porto Alegre-RS. Pg 391-437.

- VIEIRA, Z. M. C. L. 2002 *Análise de Conflitos na Seleção de Alternativas de Gerenciamento da Demanda Urbana de Água*. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande.
- WALLER, D. et al. 1999 *Rainwater as a Source in an Innovative Urban Dwelling*. In: 9^a Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Anais... (Cd-rom). Petrolina – PE.
- WESTERSHOFF, G. P. 1984. *An Update of Research Needs for Water Reuse*. In: Water Reuse Symposium, 3. San Diego, Califórnia, Proceedings, pg. 1731-1742.
- YOSHIMOTO, P. M. ; OLIVEIRA, L. H. 1999 *Uso Racional de Água, programa de economia de água em edifícios*. In : 20^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais: ... (Cd-rom). Rio de Janeiro.
- ZUFFO, A. C. 1998 *Seleção e Aplicação de Métodos Multicriteriais ao Planejamento Ambiental de Recursos Hídricos*. Tese de Doutorado- Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 1998.

6.2. Bibliografia consultada

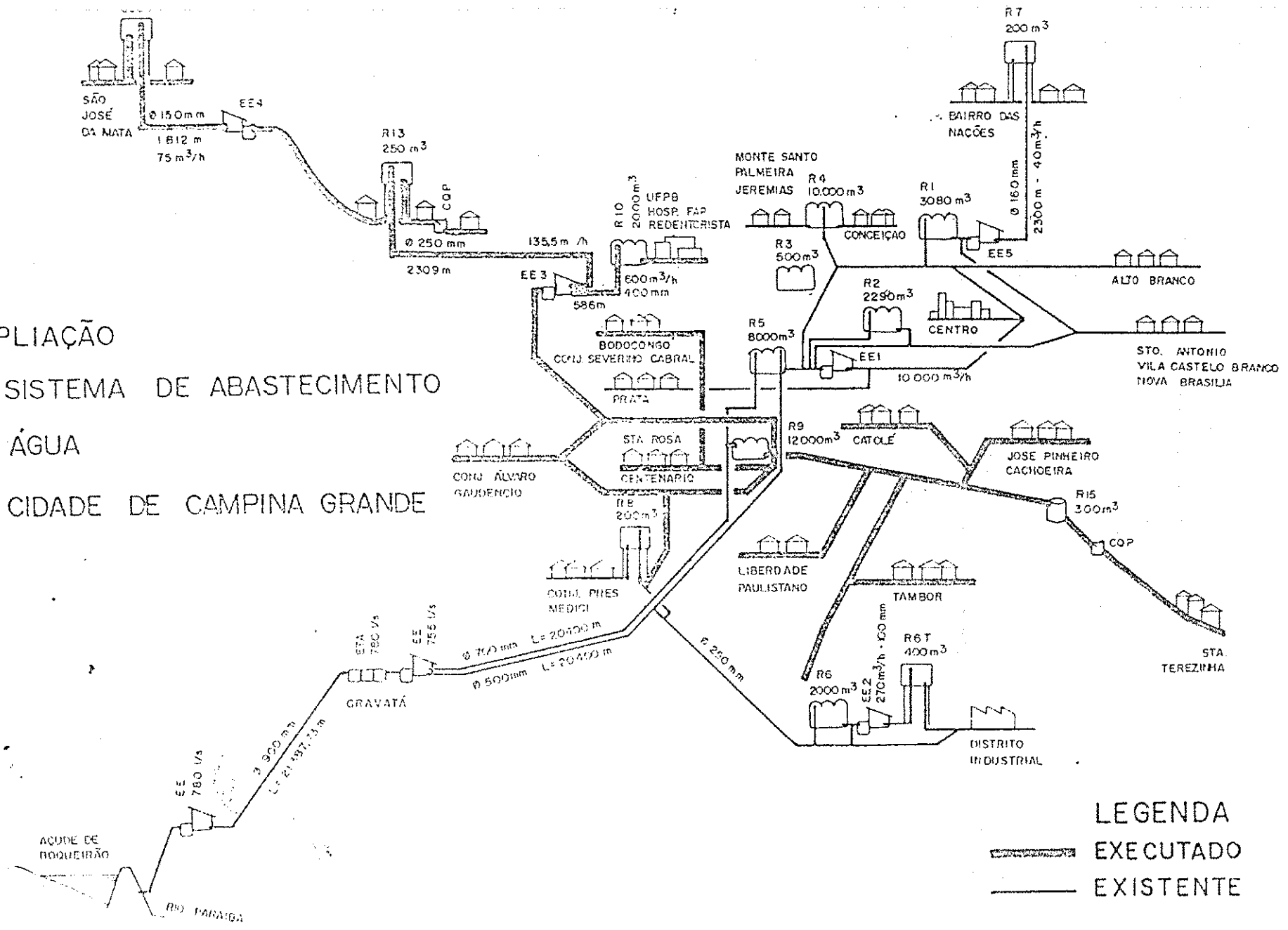
- CHU, S. C.; LIAW, C. H.; HUANG, W. L.; HSU, S. K.; TSAI, Y. L.; KUO, J. J. 1999. *The Study for Influencing Factors of Urban Rainwater Catchment System Capacity*. In: 9^a Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Anais... (Cd-rom). Petrolina – PE.
- DEPONTI, C. ; ALMEIDA, J. 2001 *Indicadores para Avaliação da Sustentabilidade em Contextos de Desenvolvimento Rural Local*. Disponível em: <www.ufrgs.br/pgdr/textosabertos/artigo%20depontil.pdf>. Acesso em: 25 mar.2003
- FIGUEIREDO, G. A. B. G. 2000. “ *Sistemas Urbanos de Água: Avaliação de Método para Análise de Sustentabilidade Ambiental de Projetos*”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos.
- GNADLINGER, J. 1997. *Apresentação de Técnicas de Diferentes Tipos de Cisternas Construídas em Comunidades Rurais do Semi-Árido Brasileiro*. In: 1^o Simpósio de Captação de água de Chuva no Semi-Árido Brasileiro, Anais..... Petrolina –PE.

- LOUCKS, D. P. 1975 *Conflict and Choice: Planning for Multiple Objectives, in Economy Wide Models and Development Planning*. Edited by C. Blitzer, P. Clark, and Taylor, Oxford University Press, New York, 1975.
- LUZ, M. A.S. 2002 *Indicadores de Sustentabilidade para o Município de Santa Luzia (PB)*. Veredas- Revista Científica de Turismo. Nº1, ano 1, Jun. 2002. Disponível em: <www.iesp.edu.br/labtur/veredas-01-p-109-121.pdf> Acesso em: 25 mar. 2003.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICA. 1981 *Manual de Saneamento*. 2ª Edição, revisada e atualizada. Rio de Janeiro- RJ.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E SECRETARIA DE POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. 2003. *Políticas para o Desenvolvimento Sustentável Consumo Sustentável*. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/sds/gui.html> Acesso em: 23 set. 2003.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS SRH. Gerenciamento de Recursos Hídricos. Banco Mundial. Brasília, 1998.
- REBOUÇAS, A. C. 1999. *Águas Doces no Brasil- Capital Ecológico, Uso e Conservação*. Capítulo 1. São Paulo, Escrituras Editora, 1999. Pg. 1-59.
- RIBEMBOIM, J. 1997. *Mudando os Padrões de Produção e Consumo*. Edição IBAMA. Brasília – DF.
- UBIRATAN, L. 2002 Água por um fio. *Cidades Pedem Água*. Revista de Tecnologia da Construção – Téchne, São Paulo, Edição 48, ano 09, Editora PINI. Pg. 38-39. Set/out 2002
- _____ 2002 Ataque em duas frentes. *Cidades Pedem Água*. Revista de Tecnologia da Construção – Téchne, São Paulo, Edição 48, ano 09, Editora PINI. Pg. 43-44. Set/out 2002.
- VALE, A. M. 2003 Disputa do Amanhã . *Insensatez*. Revista Isto é. Nº 1747. 26 mar. 2003. Pg 74-77.

Anexos

ANEXO A – Dados do sistema de abastecimento de água de Campina Grande.

AMPLIAÇÃO
DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA
DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE



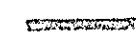

LEGENDA
 EXECUTADO
 EXISTENTE

Tabela A.1- Dados e localização dos reservatórios que abastecem a cidade de Campina Grande -- PB

No. ordem	Reservatório	Capacidade (m ³)	COTAS DO N.A (m)		Localização	Zona de Pressão
			Máxima	Mínima		
1	R-1	3.080	563,0	560,00	Alto Branco	B
2	R-2	2.290	554,80	552,00	Centro	B
3	R-3	500	575,17	572,00	Monte Santo	C
4	R-4	10.000	607,34	602,34	Palmeira	C
5	R-5	8.000	567,00	563,00	Prata	B e C
6	R-6	400	530,50	524,70	D.I.C. Grande	A
7	R-6-T	2.000	501,45	498,45	D.I.C. Grande	A
8	R-7	200	616,36	612,56	B. Nações	C
9	R-8	200	514,65	509,60	Pres. Médice	A
10	R-9	39.000	554,00	548,50	Sta Rosa	A e D
11	R- 10	2.000	571,00	566,00	Bodocongô	D-1
12	R-11	250	616,50	613,00	Bodocongô	D-2
14	R-13	250	665,00	662,00	Serrotão	D-3.1
15	R-14	300	704,50	669,00	São J. da Mata	D
16	R-15	350	517,50	513,00	Mirante	A-6
17	R-16	500	554,00	549,00	Malvinas	A-5
18	R-17	600	535,00	520,00	D.I. Queimadas	A
19	R-18	200	620,00	616,00	Mut. Serrotão	D
20	R-19	250	512,00	508,00	Ligeiro	A
21	R-20	150			Galante	A
22	R-21	150			Alça Sudoeste	A
23	R-22	200			Pocinhos/ETA	D
24	R-23	250			Pocinhos/ESC.	D
25	R-24	900			Queimadas	
26	R-25	300			Queimadas	
27	R-26	50			Queimadas	
28	R-27	50			Caturité	
29	R-28	300 + 200			Nenzinha C. Lima	A/B
30	R-29	300		677,00	Cuités	C
Total=		73.220				

FONTE: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAIBA - CAGEPA, 25/09/2000.

ANEXO B – Tabela do Plano de Amostragem.

Tabela B.1 – Plano de Amostragem Dupla – Normal (NBR5426/1985)

Tabela B - Plano de amostragem dupla - Normal

Lote Tamanho N	Lote Tamanho n	Lote Tamanho n	A.C.																											
			0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,30	10,00	15,00	25,00	40,00	63,00	100,00	150,00	250,00	400,00	630,00	1000,00	1500,00	2500,00	4000,00	6300,00	10000,00		
Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	Ac	Ba	
A	1*	2																												
B	1*	3																												
C	1*	5																												
D	1*	8																												
E	1*	13																												
F	1*	20																												
G	1*	32																												
H	1*	50																												
I	1*	80																												
J	1*	125																												
K	1*	200																												
L	1*	315																												
M	1*	500																												
N	1*	800																												
O	1*	1250																												
P	1*	2000																												
Q	1*	3150																												
R	1*	5000																												

NOTA: Os significados das abreviações "Ac" e "Ba" e das setas estão indicados na Tabela 2.

1. Utilize o plano de amostragem em qualquer caso conforme foi planejado amostragem (veja, em cada elemento abastecido, a tabela de controle de qualidade).

ANEXO C – Projeto e orçamento para a implantação da captação de água de chuva e troca de aparelhos



Obra : Projeto de uso racional de água em um bairro s/bdi 0,00 N.09031

PÁGINA 001

Cliente : Tatiana Máximo Almeida

Local da Obra : Campina Grande - Conj. Professores

DATA 21/09/03

ITEM	SERV.	DESCRIÇÃO	UND.	QTDE.	PRÇ.UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	BDI%	CUSTO
** 01 **		Uso racional em casas			5.704,70			°
01		Trabalhos iniciais				1.126,85		19,75 %
0101	080013	Demolição de cobertura de fibrocimento com reaproveitamento de material	M2	176,000	5,90	1.038,40		18,20 %
0102	010917	Demolição de alvenaria de tijolos comuns, assentados com argamassa mista, sem reaproveitamento	M3	0,300	9,07	2,72		0,05 %
0103	020627	Escavação manual de valas, solo de qualquer categoria, exceto rocha, até 1,5m de profundidade	M3	8,300	10,33	85,73		1,50 %
02		Superestrutura				37,34		0,65 %
0201	010130	Laje pré-fabricada para pisos, coberturas, ferros e telhaços interixo 41 cm, espessura 12 cm (capeamento 4 cm), consumo de concreto controle tipo "B", fck = 15 MPa = 0,048m³/m²	M2	1,000	37,34	37,34		0,65 %
03		Painéis e alvenarias				100,86		1,77 %
0301	050208	Alvenaria de elevação com tijolos cerâmicos furados, dimensões 10x20x20cm, assentados com argamassa. Espessura das juntas: 12mm - espessura de parede (a espelho) sem revestimento: 10cm	M2	8,710	11,58	100,86		1,77 %
04		Revestimentos				239,44		4,20 %
0401	100143	Chapisco sobre superfícies verticais, empregando argamassa de cimento e areia média ou grossa sem peneirar no traço 1:3, espessura 5mm	M2	8,710	1,76	15,33		0,27 %
0402	100144	Emboço para paredes internas ou externas, empregando argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou grossa sem peneirar, no traço 1:2:9, espessura 20mm	M2	8,710	10,00	87,10		1,53 %
0403	030109	Lastro de concreto	M3	0,778	176,11	137,01		2,40 %
05		Cobertura				160,05		2,81 %
0501	030012	Cobertura em uma água com telha de fibrocimento com	M2	128,000	0,87	111,36		1,95 %



Obra : Projeto de uso racional de água em um bairro s/bdi 0,00 N.09031

Cliente : Tatiana Máximo Almeida

Local da Obra : Campina Grande - Conj. Professores

PÁGINA 002

DATA 21/09/03

ITEM	SERV.	DESCRIÇÃO	UND.	QTDE.	PRÇ.UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	BDI%	CUSTO
		material reaproveitado						
0502	060011	Grelha hemisférica de ferro fundido, diâmetro 80 mm (3") a 150 mm (6").	UND	1.000	13,15	13,15		0,23%
0503	080015	Cobertura em uma água com telha de fibrocimento ondulada de 6 mm	M2	2.240	15,87	35,54		0,62%
06		Louças, metais e Caixas d'água				3.777,64		66,22%
0601	170001	Bacia de louça com caixa acoplada, branca ou em cores, com saída horizontal, tampa e acessórios	UND	4.000	143,40	573,60		10,05%
0602	170008	Chuveiro elétrico com articulação cromado	UND	3.000	137,99	413,97		7,26%
0603	060021	Torneira de pressão cromada para lavatório	UND	4.000	65,08	260,32		4,56%
0604	060022	Torneira de pressão cromada pra pia	UND	3.000	54,81	164,43		2,88%
0605	060023	Torneira para jardim	UND	3.000	27,04	81,12		1,42%
0606	060024	Caixa d'água de 10.000 L (funcionando como cisterna elevada)	UND	1.000	1.440,64	1.440,64		25,25%
0607	060039	Caixa d'água de 3.000 L	UND	1.000	651,84	651,84		11,43%
0608	070001	Instalação de bomba sapo de 3/4" (altura manométrica de 65 m e vazão de 1.900 L)	UND	1.000	141,00	141,00		2,47%
0609	060040	Automático de bóia	UND	2.000	25,36	50,72		0,89%
07		Instalações de água fria (vindas da cisterna)				262,52		4,60%
0701	060025	Assentamento de tubo soldável de 1/2"	M.	43.000	1,49	64,07		1,12%
0702	060026	Assentamento de tubo soldável de PVC de 3/4"	M.	51.000	1,84	93,84		1,61%
0703	060028	Colocação de cotovelos ou curvas de PVC de 1/2" soldável	UND	19.000	1,19	22,61		0,46%
0704	060029	Colocação de cotovelos ou curvas de PVC de 3/4" soldável	UND	6.000	1,50	9,00		0,16%
0705	060031	Colocação de Tê de PVC rígido de 3/4"	UND	1.000	1,86	1,86		0,03%
0706	060032	Colocação de tê de redução de PVC soldável de 3/4" para 1/2"	UND	5.006	2,67	13,35		0,23%
0707	060036	Registro de gaveta bruto de 3/4"	UND	3.000	16,23	48,69		0,85%



Obra : Projeto de uso racional de água em um bairro s/bdi 0,00 N.09031

Cliente : Tatiana Máximo Almeida

Local da Obra : Campina Grande - Conj. Professores

PÁGINA 003

DATA 21/09/03

ITEM	SERV.	DESCRIÇÃO	UND.	QTDE.	PRÇ.UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	BDI%	CUSTO
0708	060041	Mangueira para bomba sapo	ML	10.000	0,53	5,30		0,09%
		TOTAL				5.704,70		

O presente orçamento importa o valor de Cinco Mil, Setecentos e Quatro REAIS e Setenta CENTAVOS***



CURVA ABC DE INSUMOS (POR TIPO)

PÁGINA 001

09031 Projeto de uso racional de água em um bairro

DATA 21-09-03

CÓD.	DESCRIÇÃO	UNID.	PREÇO UNIT.	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	CUSTO AC.
EQ	Equipamento					
16	Betoneira	HRS	9,36	0,0343	0,33	0,01%
	SUB-TOTAL (TIPO)				0,33	0,01%
MA	Materiais					
68057	Caixa d'água de 10.000 L	UND	1.380,00	1,0000	1.380,00	24,19%
68072	Caixa d'água de 3.000 L	UND	480,00	1,0000	480,00	8,41%
11056	Bacia sanitária c/ ex. de descarga acoplada e paraf. p/ fixação	UND	108,50	4,0000	434,00	7,61%
11028	Chuveiro-ducha cromado com redutor de vazão	UND	133,99	3,0000	401,97	7,05%
40018	Torneira para lavatório	UND	60,12	4,0000	240,48	4,22%
40019	Torneira longa p/ pia	UND	49,85	3,0000	149,55	2,62%
6001	Cimento portland 320	KG	0,38	256,7345	97,45	1,71%
68060	Tubo de PVC roseável de 1"	ML	30,00	3,0000	90,00	1,58%
68073	Bomba sapo de 3/4" (altura manométrica de 65 m e vazão de 1.900 L)	UND	90,00	1,0000	90,00	1,58%
53106	Torneira de pressão 20mm	UND	22,08	3,0000	66,24	1,16%
11085	Tubo de PVC soldável p/ água 25mm (3/4")	ML	1,10	51,5100	56,61	0,99%
11084	Tubo de PVC soldável p/ água 20mm (1/2")	ML	0,95	43,4300	41,28	0,72%
11080	Tampo plástico p/ bacia sanitária	UND	9,50	4,0000	38,00	0,67%
68074	Automático de bóia	UND	19,00	2,0000	38,00	0,67%
22001	Cal hidratada	KG	1,24	28,2204	34,92	0,61%
9007	Tijolo cerâmico furado 10x20x20cm	UND	0,15	217,7500	32,66	0,57%
63513	Telha ondulada de fibrocimento de 6mm	M2	11,48	2,7328	31,36	0,55%
11076	Registro de gaveta de 3/4"	UND	10,00	3,0000	30,00	0,53%
68058	Flange de 1"	UND	8,95	3,0000	26,85	0,47%
11052	Fita de vedação	ML	3,00	8,7000	26,10	0,46%
11031	Anel de borracha p/ bacia sanitária	UND	4,50	4,0000	18,00	0,32%
18001	Laje pré-moldada p/ piso	M2	18,00	1,0000	18,00	0,32%
63503	Brita 2	M3	35,00	0,5080	17,77	0,31%
7002	Areia média	M3	17,50	0,9368	16,24	0,28%
11058	Joelho de PVC de 100mm	UND	2,50	6,0000	15,00	0,26%
68028	Grelha hemisférica	UND	12,80	1,0000	12,80	0,22%
11090	Tubo de PVC soldável p/ esgoto de 100mm	ML	3,67	3,0000	11,01	0,19%
63061	Lava de união de PVC de 1"	UND	3,00	3,0000	9,00	0,16%
63562	Brita 1	M3	35,00	0,2172	7,59	0,13%
68066	Tê de PVC 25 mm x 20 mm	UND	1,35	5,0000	6,75	0,12%
11060	Lance de mangueira c/ 15m	UND	8,00	0,6700	5,30	0,09%
1013	Massa de calafetar	KG	6,80	0,6000	4,08	0,07%
11055	Joelho de PVC de 1/2" soldável	UND	0,20	19,0000	3,80	0,07%
2005	Pontalete de louro de 3a. 3x3"	ML	2,71	1,1300	3,06	0,05%
2601	Tábua de louro de 5a. 1x12"	ML	4,41	0,6300	2,77	0,05%
11078	Adesivo para PVC	KG	12,94	0,2552	2,55	0,04%
68071	Gancho para telha de fibrocimento	UND	0,67	3,3600	2,24	0,04%
11054	Joelho de PVC de 3/4" soldável	UND	0,30	6,0000	1,80	0,03%



CURVA A B C DE INSUMOS (POR TIPO)

PÁGINA 002

09031 Projeto de uso racional de água em um bairro

DATA 21/09/03

CÓD.	DESCRIÇÃO	UNID.	PREÇO UNIT.	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	CUSTO AC.
MA	Materiais					
17008	Aço CA-50 1/4" (6.25mm)	KG	2,64	0,3000	0,79	0,01% 69,34
2001	Sarrafo de louro de 3a. 1x4"	ML	1,17	0,6700	0,78	0,01% 69,16
68062	Solução limpadora para tubos PVC	LT	6,10	0,1298	0,57	0,01% 69,17
68065	Tê de PVC de 3/4"	UND	0,55	1,0000	0,55	0,01% 69,18
7608	Massame	M3	12,00	0,0496	0,52	0,01% 69,18
5001	Prego 18x27	KG	3,30	0,0300	0,09	0,00% 69,19
	SUB-TOTAL (TIPO)				3.946,53	69,18%
MO	Mão de Obra					
2	Servente	HRS	1,18	295,9628	782,37	13,71% 82,90
1	Pedreiro	HRS	1,65	131,3990	486,50	8,53% 91,43
39	Encanador	HRS	1,65	57,3100	209,86	3,68% 95,11
4	Ajudante	HRS	1,18	77,5436	202,62	3,55% 98,66
3	Carpinteiro	HRS	1,65	18,2336	66,42	1,16% 99,82
40	Eletricista	HRS	1,65	2,0000	7,42	0,13% 99,95
48	Encarregado	HRS	1,80	0,6474	2,57	0,05% 100,00
	SUB-TOTAL (TIPO)				1.757,76	30,81%
	TOTAL GERAL				5.704,62	
	-> Fhu de relatório ...					



Obra : Uso racional de água na UFCG s/bdi 0,00 N.22033

PÁGINA 001

Cliente :

Local da Obra :

DATA 21/09/03

ITEM	SERV.	DESCRIÇÃO	UND.	QTDE.	PRÇ.UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	BDI%	CUSTO
** 01 **		Uso racional de água na UFCG			92.456,78			°°
01		Aparelhos hidro-sanitários poupadores				92.456,78		100,00 %
0101	170001	Bacia de louça com caixa acoplada, branca ou em cores, com saída horizontal, tampa e acessórios	UND	363,000	134,55	48.841,65		52,83 %
0102	060021	Torneira de pressão cromada para lavatório	UND	495,000	62,79	31.081,05		33,62 %
0103	170008	Chuveiro elétrico com articulação cromado	UND	92,000	136,24	12.534,08		13,56 %
		TOTAL				92.456,78		

O presente orçamento importa o valor de Noventa e Dois Mil, Quatrocentos e Cinquenta e Seis REAIS* e Setenta e oito CENTAVOS*

ANEXO D – Projeto e orçamento para a implantação da medição individualizada nos edifícios.



Obra : Projeto medição individual s/bdi 0,00 N.70104
Cliente : Tatiana Máximo Almeida Albuquerque
Local da Obra : Conj. dos Professores - Campina Grande - PB

PÁGINA 001

DATA 07.01.04

ITEM	SERV.	DESCRIÇÃO	UND.	QTDE.	PRÇ.UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	BDI%	CUSTO
** 01 **		Projeto de medição individualizada			10.289,49			%
0101	060034	Colocação de bucha de redução de PVC de 50 mm x 25 mm	UND	7.000	10,41	72,87		0,71 %
0102	060039	Colocação de cruzeta de PVC de 1 1/2" soldável	UND	5.000	9,46	47,30		0,43 %
0103	060040	Colocação de cruzeta de PVC de 2" soldável	UND	3.000	14,56	43,68		0,42 %
0104	060043	Colocação de hidrômetro	UND	17.000	35,00	595,00		5,78 %
0105	060044	Registro de gaveta bruto de 1 1/2"	UND	38.000	52,20	1.983,60		19,28 %
0106	060041	Assentamento de tubo soldável de 2"	ML	15.000	6,96	104,40		1,01 %
0107	060049	Assentamento de tubo soldável de 1 1/2"	ML	387.000	4,98	1.927,26		18,73 %
0108	060045	Colocação de joelho de PVC de 45° de 1 1/2" soldável	UND	50.000	4,80	240,00		2,33 %
0109	060046	Colocação de joelho de PVC de 90° de 1 1/2" soldável	UND	32.000	8,06	257,92		2,51 %
0110	060047	Colocação de Tê de PVC rígido de 90° de 1 1/2"	UND	48.000	8,62	413,76		4,02 %
0111	060048	Colocação de Tê de PVC rígido de 45° de 1 1/2"	UND	16.000	8,62	137,92		1,34 %
0112	060050	Perfuração manual em vigas para passagem de tubulação (5cm de diâmetro)	M3	0,073	42,48	3,10		0,03 %
0113	200004	Retirada de forro em gesso	M2	116.000	0,25	29,00		0,28 %
0114	200003	Forro de placa de gesso pré-moldada, com 12mm de espessura central e 30mm nas bordas, dimensões de 60 x 60 cm ou 65 x 65 cm, encaixe pelo sistema macho-fêmea (tipo: bisotado, liso ou decorado)	M2	141.200	31,40	4.433,68		43,09 %
		TOTAL				10.289,49		

O presente orçamento importa o valor de Dez Mil, Duzentos e Oitenta e Nove REAIS e Quarenta e Nove CENTAVOS*****



CURVA ABC DE INSUMOS (POR TIPO)

70104 Projeto medição individual

DATA 07.01.04

CÓD.	DESCRIÇÃO	UNID.	PREÇO UNIT.	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	CUSTO AC.
MA	Materialis					
11076	Registro de gaveta de 1 1/2"	UND	49,00	38,0000	1.862,00	18,10%
11087	Tubo de PVC soldável p/ água 50mm (1 1/2")	ML	4,70	390,8700	1.834,38	17,83%
55001	Forro de gesso liso 60x60cm	M2	11,00	152,4960	1.677,45	16,30%
55002	Jula cardada para vedação de forro de gesso	KG	3,00	282,4000	847,20	8,23%
55064	Tela de juto	M2	3,00	211,8000	635,40	6,18%
68074	Hidrômetro de classe metrológica C 1 1/2"	UND	35,00	17,0000	595,00	5,78%
54003	Tiro c/ pino para fixação	UND	0,80	564,8000	451,84	4,39%
68077	Tê de PVC de 90° de 1 1/2"	UND	8,00	48,0000	384,00	3,73%
68076	Joelho de PVC de 90° de 1 1/2"	UND	7,56	32,0000	241,92	2,35%
22003	Gesso em pó	KG	0,40	564,8000	225,92	2,20%
68075	Joelho de PVC de 45° de 1 1/2"	UND	4,30	50,0000	215,00	2,09%
68078	Tê de PVC de 45° de 1 1/2"	UND	8,00	16,0000	128,00	1,24%
68073	Tubo de PVC soldável de 2"	ML	6,66	15,1500	100,80	0,98%
11052	Fita de vedação	ML	3,00	31,3600	94,08	0,91%
17015	Arame galvanizado 18 AWG	KG	6,50	14,1200	91,78	0,89%
68071	Cruzeta de 1 1/2"	UND	8,90	5,0000	44,50	0,43%
68072	Cruzeta de 2"	UND	14,00	3,0000	42,00	0,41%
68068	Bucha de PVC de 2" x 1 1/2"	UND	5,70	7,0000	39,90	0,39%
9007	Tijolo cerâmico furado 10x20x20cm	UND	0,15	169,4400	25,41	0,25%
11098	Adesivo para PVC	KG	12,94	0,6808	6,24	0,06%
68062	Solução limpadora para tubos PVC	LT		0,4524		0,00%
	SUB-TOTAL (TIPO)				9.542,82	92,74%
MO	Mão de Obra					
1	Ajudante	HRS	1,18	255,4800	297,31	2,89%
25	Colocador	HRS	1,65	169,4400	279,57	2,72%
30	Encanador	HRS	1,65	86,0400	137,65	1,34%
1	Pedreiro	HRS	1,65	17,9800	29,00	0,28%
2	Servente	HRS	1,18	2,6280	3,10	0,03%
	SUB-TOTAL (TIPO)				746,65	7,26%
	TOTAL GERAL				10.289,47	
	-> Fim de relatório ...					

ANEXO E – Estrutura Tarifária de Abastecimento de Água da CAGEPA (CAGEPA, 2003).

Tabela E.1 - Estrutura tarifária de abastecimento d' água da CAGEPA (CAGEPA, 2003):

Estrutura tarifária de abastecimento d' água (Abril, 2003)				+1 0%
		Faixas de consumo mensais	RS	RS
CATEGORIAS	Residencial	<i>Tarifa Mínima</i>		
		Até 10 m ³ (ligações não medidas)	7,93	
		Até 10 m ³ (ligações medidas)	9,73	
		<i>Tarifa de consumo normal (consumos > 10 m³)</i>		
		0 a 10 m ³	10,87	
		11 a 20 m ³	1,39 por m ³	
		21 a 30 m ³	1,85 por m ³	
		31 a 45 m ³	2,17 por m ³	
		Superior a 45 m ³	2,88 por m ³	
	Comercial	0 a 10 m ³ (tarifa mínima)	19,41	
		Superior a 10 m ³	3,37 por m ³	
	Industrial	0 a 10 m ³ (tarifa mínima)	23,51	
		Superior a 10 m ³	3,75 por m ³	
	Pública	0 a 10 m ³ (tarifa mínima)	22,04	
		Superior a 10 m ³	3,53 por m ³	

ANEXO F – Detalhes dos cálculos dos custos e economia de água para a implantação de cada alternativa

Tabela F. 1 - Consumo mensal de água por aparelhos **convencionais** para as residências

Usos dos Aparelhos	Vazão (l/s)	Consumo %	Volume Mensal (m³)											
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Lav. de carro e jardim	12,0	3,0	0,496	0,378	0,435	0,402	0,467	0,402	0,405	0,395	0,431	0,432	0,436	0,492
Chuveiro e lavatório	27,0	25,0	4,134	3,154	3,626	3,349	3,895	3,348	3,373	3,290	3,593	3,598	3,633	4,100
Descarga	12,0	33,0	5,457	4,163	4,787	4,420	5,141	4,419	4,452	4,343	4,742	4,749	4,795	5,412
Lav. de roupa	18,0	12,0	1,984	1,514	1,741	1,607	1,870	1,607	1,619	1,579	1,724	1,727	1,744	1,968
Pia de cozinha	15,0	27,0	4,464	3,406	3,916	3,617	4,207	3,615	3,642	3,553	3,880	3,885	3,923	4,428
Total	84,0	100,0	16,535	12,615	14,505	13,395	15,580	13,390	13,490	13,160	14,370	14,390	14,530	16,400

Tabela F. 2- Consumo mensal de água por aparelhos **poupadores** para as residências

Usos dos Aparelhos	Vazão (l/s)	Consumo %	Volume Mensal (m³)											
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Lav. de carro e jardim	8,0	3,0	0,331	0,252	0,290	0,268	0,312	0,268	0,270	0,263	0,287	0,288	0,291	0,328
Chuveiro e lavatório	22,0	25,0	3,368	2,570	2,955	2,729	3,174	2,728	2,748	2,681	2,927	2,931	2,960	3,341
Descarga	6,0	33,0	2,728	2,081	2,393	2,210	2,571	2,209	2,226	2,171	2,371	2,374	2,397	2,706
Lav. de roupa	18,0	12,0	1,984	1,514	1,741	1,607	1,870	1,607	1,619	1,579	1,724	1,727	1,744	1,968
Pia de cozinha	6,0	27,0	1,786	1,362	1,567	1,447	1,683	1,446	1,457	1,421	1,552	1,554	1,569	1,771
Total	60,0	100,0	10,197	7,780	8,945	8,261	9,608	8,258	8,319	8,116	8,862	8,874	8,961	10,114

Tabela F.7- Cálculos efetuados para a alternativa Captação de Água de Chuva

MÊS	P (mm)	CS	A (m³)	VS (m³/mês)	VD (m³/mês)	VT (m³/mês)	CMAP (m³)	CMAT (m³)	INV. (R\$)	CO&M (R\$)	SDVC (m³)	VRP (m³/mês)	CMPP (R\$)	ECON1 (m³)	RI (R\$)	IR (%)	ECON. ANUAL
JAN	0,049	1,0	217,5	10,6575	2,1315	8,526	5,953	16,535	4.211,26	1,7	2,573	0,000	10,87	5,953	4196,37	36	62,050
FEV	0,0546	1,0	217,5	11,8755	2,3751	9,5004	4,541	12,615	0,00	1,7	7,532	0,000	10,87	4,541	4190,75	36	
MAR	0,0998	1,0	217,5	21,7065	4,3413	17,3652	5,222	14,505	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,222	4179,88	36	
ABR	0,1292	1,0	217,5	28,101	5,6202	22,4808	4,822	13,395	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,822	4172,10	36	
MAI	0,0945	1,0	217,5	20,55375	4,11075	16,443	5,609	15,58	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,609	4158,24	36	
JUN	0,1067	1,0	217,5	23,20725	4,64145	18,5658	4,820	13,39	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,820	4150,47	36	
JUL	0,1239	1,0	217,5	26,94825	5,38965	21,5586	4,856	13,49	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,856	4142,43	36	
AGO	0,0581	1,0	217,5	12,63675	2,52735	10,1094	4,738	13,16	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,738	4135,30	36	
SET	0,038	1,0	217,5	8,265	1,653	6,612	5,173	14,37	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,173	4124,80	36	
OUT	0,0169	1,0	217,5	3,67575	0,73515	2,9406	5,180	14,39	0,00	1,7	10,760	0,000	10,87	5,180	4114,25	36	
NOV	0,0187	1,0	217,5	4,06725	0,81345	3,2538	5,231	14,53	0,00	1,7	8,783	0,000	10,87	5,231	4103,32	36	
DEZ	0,0214	1,0	217,5	4,6545	0,9309	3,7236	5,904	16,4	0,00	1,7	6,603	0,000	10,87	5,904	4088,56	36	
JAN	0,049	1,0	217,5	10,6575	2,1315	8,526	5,953	16,535	0,00	1,7	9,176	0,000	10,87	5,953	4073,66	36	
FEV	0,0546	1,0	217,5	11,8755	2,3751	9,5004	4,541	12,615	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,541	4068,05	36	
MAR	0,0998	1,0	217,5	21,7065	4,3413	17,3652	5,222	14,505	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,222	4057,18	36	
ABR	0,1292	1,0	217,5	28,101	5,6202	22,4808	4,822	13,395	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,822	4049,40	36	
MAI	0,0945	1,0	217,5	20,55375	4,11075	16,443	5,609	15,58	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,609	4035,54	36	
JUN	0,1067	1,0	217,5	23,20725	4,64145	18,5658	4,820	13,39	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,820	4027,77	36	
JUL	0,1239	1,0	217,5	26,94825	5,38965	21,5586	4,856	13,49	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,856	4019,72	36	
AGO	0,0581	1,0	217,5	12,63675	2,52735	10,1094	4,738	13,16	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,738	4012,59	36	
SET	0,038	1,0	217,5	8,265	1,653	6,612	5,173	14,37	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,173	4002,10	36	
OUT	0,0169	1,0	217,5	3,67575	0,73515	2,9406	5,180	14,39	0,00	1,7	10,760	0,000	10,87	5,180	3991,55	36	
NOV	0,0187	1,0	217,5	4,06725	0,81345	3,2538	5,231	14,53	0,00	1,7	8,783	0,000	10,87	5,231	3980,61	36	
DEZ	0,0214	1,0	217,5	4,6545	0,9309	3,7236	5,904	16,4	0,00	1,7	6,603	0,000	10,87	5,904	3965,35	36	
JAN	0,049	1,0	217,5	10,6575	2,1315	8,526	5,953	16,535	0,00	1,7	9,176	0,000	10,87	5,953	3950,96	36	
FEV	0,0546	1,0	217,5	11,8755	2,3751	9,5004	4,541	12,615	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,541	3945,35	36	
MAR	0,0998	1,0	217,5	21,7065	4,3413	17,3652	5,222	14,505	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,222	3934,48	36	
ABR	0,1292	1,0	217,5	28,101	5,6202	22,4808	4,822	13,395	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,822	3926,69	36	
MAI	0,0945	1,0	217,5	20,55375	4,11075	16,443	5,609	15,58	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,609	3912,84	36	
JUN	0,1067	1,0	217,5	23,20725	4,64145	18,5658	4,820	13,39	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,820	3905,07	36	
JUL	0,1239	1,0	217,5	26,94825	5,38965	21,5586	4,856	13,49	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,856	3897,02	36	
AGO	0,0581	1,0	217,5	12,63675	2,52735	10,1094	4,738	13,16	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,738	3889,89	36	
SET	0,038	1,0	217,5	8,265	1,653	6,612	5,173	14,37	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,173	3879,40	36	
OUT	0,0169	1,0	217,5	3,67575	0,73515	2,9406	5,180	14,39	0,00	1,7	10,760	0,000	10,87	5,180	3868,85	36	
NOV	0,0187	1,0	217,5	4,06725	0,81345	3,2538	5,231	14,53	0,00	1,7	8,783	0,000	10,87	5,231	3857,91	36	
DEZ	0,0214	1,0	217,5	4,6545	0,9309	3,7236	5,904	16,4	0,00	1,7	6,603	0,000	10,87	5,904	3843,15	36	
JAN	0,049	1,0	217,5	10,6575	2,1315	8,526	5,953	16,535	0,00	1,7	9,176	0,000	10,87	5,953	3828,26	36	
FEV	0,0546	1,0	217,5	11,8755	2,3751	9,5004	4,541	12,615	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,541	3822,64	36	
MAR	0,0998	1,0	217,5	21,7065	4,3413	17,3652	5,222	14,505	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,222	3811,77	36	
ABR	0,1292	1,0	217,5	28,101	5,6202	22,4808	4,822	13,395	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	4,822	3803,99	36	
MAI	0,0945	1,0	217,5	20,55375	4,11075	16,443	5,609	15,58	0,00	1,7	13,000	0,000	10,87	5,609	3790,13	36	

Onde.

P (mm) – Precipitação;

CS – Coeficiente de escoamento superficial;

A (m²) – Área da superfície de contribuição;

VS - Volume de água captado pela superfície do telhado (m³/mês);

VD - Volume descontado (m³/mês);

VT - Volume total mensal captado pela superfície do telhado (m³/mês);

CMAP - Consumo mensal de Água atual parcial (m³/mês);

CMAT - Consumo mensal de água atual total (m³/mês);

INV – Investimento (R\$);

CO&M - Custo de operação e manutenção (R\$);

SDVCS - Saldo mensal do volume acumulado na cisterna;

VRP - Volume utilizado da rede pública (m³/mês);

CMPP - Custo do consumo mensal de água posterior parcial (R\$);

ECON1 - Economia de água mensal (m³);

RI – Retorno do investimento (R\$);

IR – Índice de redução de consumo (%);

ECON. ANUAL – Economia de água anual (m³).

Tabela F.8- Cálculos efetuados para a alternativa Bacia Sanitária VDR para as Residências

MES	ECONI(m³)	C/MAT (m³)	INV. (RS)	CO&M (RS)	CMP (RS)	RI (RS)	IR (%)	ECON. ANUAL
JAN	2.728	16.535	573.60	1,0	21.4527	566,97	16,5	28.439
FEV	2.081	12.615	0,00	1,0	11.6116	562,14	16,5	
MAR	2.393	14.505	0,00	1,0	13.80523	556,44	16,5	
ABR	2.210	13.395	0,00	1,0	12.51691	551,26	16,5	
MAI	2.571	15.58	0,00	1,0	15.05293	545,06	16,5	
JUN	2.209	13.39	0,00	1,0	12.5111	539,88	16,5	
JUL	2.226	13.49	0,00	1,0	12.62717	534,65	16,5	
AGO	2.171	13.16	0,00	1,0	12.24415	529,57	16,5	
SET	2.371	14.37	0,00	1,0	13.64854	523,93	16,5	
OUT	2.374	14.39	0,00	1,0	13.67175	518,29	16,5	
NOV	2.397	14.53	0,00	1,0	13.83424	512,58	16,5	
DEZ	2.706	16.4	0,00	1,0	16.00466	506,01	16,5	
JAN	2.728	16.535	0,00	1,0	16.16135	499,38	16,5	
FEV	2.081	12.615	0,00	1,0	11.6116	494,55	16,5	
MAR	2.393	14.505	0,00	1,0	13.80523	488,85	16,5	
ABR	2.210	13.395	0,00	1,0	12.51691	483,67	16,5	
MAI	2.571	15.58	0,00	1,0	15.05293	477,48	16,5	
JUN	2.209	13.39	0,00	1,0	12.5111	472,29	16,5	
JUL	2.226	13.49	0,00	1,0	12.62717	467,06	16,5	
AGO	2.171	13.16	0,00	1,0	12.24415	461,98	16,5	
SET	2.371	14.37	0,00	1,0	13.64854	456,34	16,5	
OUT	2.374	14.39	0,00	1,0	13.67175	450,70	16,5	
NOV	2.397	14.53	0,00	1,0	13.83424	444,99	16,5	
DEZ	2.706	16.4	0,00	1,0	16.00466	438,42	16,5	
JAN	2.728	16.535	0,00	1,0	16.16135	431,79	16,5	
FEV	2.081	12.615	0,00	1,0	11.6116	426,96	16,5	
MAR	2.393	14.505	0,00	1,0	13.80523	421,26	16,5	
ABR	2.210	13.395	0,00	1,0	12.51691	416,08	16,5	
MAI	2.571	15.58	0,00	1,0	15.05293	409,89	16,5	
JUN	2.209	13.39	0,00	1,0	12.5111	404,70	16,5	
JUL	2.226	13.49	0,00	1,0	12.62717	399,47	16,5	
AGO	2.171	13.16	0,00	1,0	12.24415	394,39	16,5	
SET	2.371	14.37	0,00	1,0	13.64854	388,75	16,5	
OUT	2.374	14.39	0,00	1,0	13.67175	383,11	16,5	
NOV	2.397	14.53	0,00	1,0	13.83424	377,40	16,5	
DEZ	2.706	16.4	0,00	1,0	16.00466	370,83	16,5	
JAN	2.728	16.535	0,00	1,0	16.16135	364,20	16,5	
FEV	2.081	12.615	0,00	1,0	11.6116	359,37	16,5	
MAR	2.393	14.505	0,00	1,0	13.80523	353,67	16,5	
ABR	2.210	13.395	0,00	1,0	12.51691	348,49	16,5	
MAI	2.571	15.58	0,00	1,0	15.05293	342,30	16,5	
JUN	2.209	13.39	0,00	1,0	12.5111	337,11	16,5	
JUL	2.226	13.49	0,00	1,0	12.62717	331,88	16,5	
AGO	2.171	13.16	0,00	1,0	12.24415	326,80	16,5	
SET	2.371	14.37	0,00	1,0	13.64854	321,16	16,5	
OUT	2.374	14.39	0,00	1,0	13.67175	315,52	16,5	
NOV	2.397	14.53	0,00	1,0	13.83424	309,81	16,5	
DEZ	2.706	16.4	0,00	1,0	16.00466	303,24	16,5	
JAN	2.728	16.535	0,00	1,0	16.16135	296,61	16,5	
FEV	2.081	12.615	0,00	1,0	11.6116	291,78	16,5	
MAR	2.393	14.505	0,00	1,0	13.80523	286,09	16,5	
ABR	2.210	13.395	0,00	1,0	12.51691	280,90	16,5	
MAI	2.571	15.58	0,00	1,0	15.05293	274,71	16,5	
JUN	2.209	13.39	0,00	1,0	12.5111	269,52	16,5	
JUL	2.226	13.49	0,00	1,0	12.62717	264,29	16,5	
AGO	2.171	13.16	0,00	1,0	12.24415	259,21	16,5	
SET	2.371	14.37	0,00	1,0	13.64854	253,57	16,5	

Onde.

CMA (m^3) – Consumo mensal de água anterior,

IR – Índice de redução de consumo de água (%);

CMP (m^3) – Consumo mensal de água posterior;

ECON1 (m^3) e ECON2 (R\$) – Economia de água mensal;

INV. (R\$) – Investimento;

CO&M (R\$) – Custo de operação e manutenção;

RI (R\$) – Retorno do Investimento;

ECON. ANUAL. – Economia de água anual (m^3).

Tabela F.9- Cálculos efetuados para a alternativa Aparelhos Poupadores para as Residências

MES	ECON1 (m²)	CMA (m²)	INV. (R\$)	CO&M (R\$)	CMP (R\$)	RI (R\$)	IR (%)	ECONOMIA ANUAL
JAN	6,338	16,535	1.493,44	2,5	11,4182	1478,31	38,32963	66,065
FEV	4,835	12,615	0,00	2,5	10,87	1473,53	38,32963	
MAR	5,560	14,505	0,00	2,5	10,87	1463,49	38,32963	
ABR	5,134	13,395	0,00	2,5	10,87	1456,55	38,32963	
MAI	5,972	15,58	0,00	2,5	10,87	1443,52	38,32963	
JUN	5,132	13,39	0,00	2,5	10,87	1436,59	38,32963	
JUL	5,171	13,49	0,00	2,5	10,87	1429,37	38,32963	
AGO	5,044	13,16	0,00	2,5	10,87	1423,08	38,32963	
SET	5,508	14,37	0,00	2,5	10,87	1413,42	38,32963	
OUT	5,516	14,39	0,00	2,5	10,87	1403,70	38,32963	
NOV	5,569	14,53	0,00	2,5	10,87	1393,60	38,32963	
DEZ	6,286	16,4	0,00	2,5	11,02838	1378,61	38,32963	
JAN	6,338	16,535	0,00	2,5	11,1441	1363,48	38,32963	
FEV	4,835	12,615	0,00	2,5	10,87	1358,70	38,32963	
MAR	5,560	14,505	0,00	2,5	10,87	1348,67	38,32963	
ABR	5,134	13,395	0,00	2,5	10,87	1341,72	38,32963	
MAI	5,972	15,58	0,00	2,5	10,87	1328,70	38,32963	
JUN	5,132	13,39	0,00	2,5	10,87	1321,76	38,32963	
JUL	5,171	13,49	0,00	2,5	10,87	1314,55	38,32963	
AGO	5,044	13,16	0,00	2,5	10,87	1308,25	38,32963	
SET	5,508	14,37	0,00	2,5	10,87	1298,59	38,32963	
OUT	5,516	14,39	0,00	2,5	10,87	1288,88	38,32963	
NOV	5,569	14,53	0,00	2,5	10,87	1278,77	38,32963	
DEZ	6,286	16,4	0,00	2,5	11,02838	1263,79	38,32963	
JAN	6,338	16,535	0,00	2,5	11,1441	1248,66	38,32963	
FEV	4,835	12,615	0,00	2,5	10,87	1243,88	38,32963	
MAR	5,560	14,505	0,00	2,5	10,87	1233,84	38,32963	
ABR	5,134	13,395	0,00	2,5	10,87	1226,89	38,32963	
MAI	5,972	15,58	0,00	2,5	10,87	1213,87	38,32963	
JUN	5,132	13,39	0,00	2,5	10,87	1206,93	38,32963	
JUL	5,171	13,49	0,00	2,5	10,87	1199,72	38,32963	
AGO	5,044	13,16	0,00	2,5	10,87	1193,42	38,32963	
SET	5,508	14,37	0,00	2,5	10,87	1183,76	38,32963	
OUT	5,516	14,39	0,00	2,5	10,87	1174,05	38,32963	
NOV	5,569	14,53	0,00	2,5	10,87	1163,95	38,32963	
DEZ	6,286	16,4	0,00	2,5	11,02838	1148,96	38,32963	
JAN	6,338	16,535	0,00	2,5	11,1441	1133,83	38,32963	
FEV	4,835	12,615	0,00	2,5	10,87	1129,05	38,32963	
MAR	5,560	14,505	0,00	2,5	10,87	1119,01	38,32963	
ABR	5,134	13,395	0,00	2,5	10,87	1112,06	38,32963	
MAI	5,972	15,58	0,00	2,5	10,87	1099,04	38,32963	
JUN	5,132	13,39	0,00	2,5	10,87	1092,11	38,32963	
JUL	5,171	13,49	0,00	2,5	10,87	1084,89	38,32963	
AGO	5,044	13,16	0,00	2,5	10,87	1078,60	38,32963	
SET	5,508	14,37	0,00	2,5	10,87	1068,94	38,32963	
OUT	5,516	14,39	0,00	2,5	10,87	1059,22	38,32963	
NOV	5,569	14,53	0,00	2,5	10,87	1049,12	38,32963	
DEZ	6,286	16,4	0,00	2,5	11,02838	1034,13	38,32963	
JAN	6,338	16,535	0,00	2,5	11,1441	1019,00	38,32963	
FEV	4,835	12,615	0,00	2,5	10,87	1014,22	38,32963	
MAR	5,560	14,505	0,00	2,5	10,87	1004,19	38,32963	
ABR	5,134	13,395	0,00	2,5	10,87	997,24	38,32963	
MAI	5,972	15,58	0,00	2,5	10,87	984,21	38,32963	
JUN	5,132	13,39	0,00	2,5	10,87	977,28	38,32963	
JUL	5,171	13,49	0,00	2,5	10,87	970,07	38,32963	
AGO	5,044	13,16	0,00	2,5	10,87	963,77	38,32963	
SET	5,508	14,37	0,00	2,5	10,87	954,11	38,32963	
OUT	5,516	14,39	0,00	2,5	10,87	944,40	38,32963	
NOV	5,569	14,53	0,00	2,5	10,87	934,29	38,32963	
DEZ	6,286	16,4	0,00	2,5	11,02838	919,30	38,32963	
JAN	6,338	16,535	0,00	2,5	11,1441	904,17	38,32963	
FEV	4,835	12,615	0,00	2,5	10,87	899,39	38,32963	
MAR	5,560	14,505	0,00	2,5	10,87	889,36	38,32963	

Tabela F.10- Cálculos efetuados para a alternativa Torneiras e Chuveiros para as Residências

MES	ECONI(m³)	CMA (m³)	INV. (RS)	CO&M (RS)	CMP (RS)	RI (RS)	IR (%)	ECON. ANUAL
JAN	3,610	16,535	919,84	1,5	19,002809	911,34	21,82963	36,901
FEV	2,754	12,615	0,00	1,5	10,87	905,60	21,82963	
MAR	3,166	14,505	0,00	1,5	12,730671	898,33	21,82963	
ABR	2,199	13,395	0,00	1,5	12,532014	893,75	16,41886	
MAI	3,401	15,58	0,00	1,5	13,898732	885,83	21,82963	
JUN	2,923	13,39	0,00	1,5	11,519148	879,24	21,82963	
JUL	2,945	13,49	0,00	1,5	11,627804	872,58	21,82963	
AGO	2,873	13,16	0,00	1,5	11,269237	866,13	21,82963	
SET	3,137	14,37	0,00	1,5	12,583984	858,94	21,82963	
OUT	3,141	14,39	0,00	1,5	12,605716	851,74	21,82963	
NOV	3,172	14,53	0,00	1,5	12,757835	844,46	21,82963	
DEZ	3,580	16,4	0,00	1,5	14,789718	836,04	21,82963	
JAN	3,610	16,535	0,00	1,5	14,936404	827,54	21,82963	
FEV	2,754	12,615	0,00	1,5	10,87	821,80	21,82963	
MAR	3,166	14,505	0,00	1,5	12,730671	814,53	21,82963	
ABR	2,199	13,395	0,00	1,5	12,532014	809,95	16,41886	
MAI	3,401	15,58	0,00	1,5	13,898732	802,03	21,82963	
JUN	2,923	13,39	0,00	1,5	11,519148	795,44	21,82963	
JUL	2,945	13,49	0,00	1,5	11,627804	788,78	21,82963	
AGO	2,873	13,16	0,00	1,5	11,269237	782,33	21,82963	
SET	3,137	14,37	0,00	1,5	12,583984	775,14	21,82963	
OUT	3,141	14,39	0,00	1,5	12,605716	767,94	21,82963	
NOV	3,172	14,53	0,00	1,5	12,757835	760,66	21,82963	
DEZ	3,580	16,4	0,00	1,5	14,789718	752,24	21,82963	
JAN	3,610	16,535	0,00	1,5	14,936404	743,74	21,82963	
FEV	2,754	12,615	0,00	1,5	10,87	738,00	21,82963	
MAR	3,166	14,505	0,00	1,5	12,730671	730,73	21,82963	
ABR	2,199	13,395	0,00	1,5	12,532014	726,15	16,41886	
MAI	3,401	15,58	0,00	1,5	13,898732	718,23	21,82963	
JUN	2,923	13,39	0,00	1,5	11,519148	711,63	21,82963	
JUL	2,945	13,49	0,00	1,5	11,627804	704,98	21,82963	
AGO	2,873	13,16	0,00	1,5	11,269237	698,53	21,82963	
SET	3,137	14,37	0,00	1,5	12,583984	691,34	21,82963	
OUT	3,141	14,39	0,00	1,5	12,605716	684,14	21,82963	
NOV	3,172	14,53	0,00	1,5	12,757835	676,86	21,82963	
DEZ	3,580	16,4	0,00	1,5	14,789718	668,44	21,82963	
JAN	3,610	16,535	0,00	1,5	14,936404	659,93	21,82963	
FEV	2,754	12,615	0,00	1,5	10,87	654,20	21,82963	
MAR	3,166	14,505	0,00	1,5	12,730671	646,93	21,82963	
ABR	2,199	13,395	0,00	1,5	12,532014	642,35	16,41886	
MAI	3,401	15,58	0,00	1,5	13,898732	634,43	21,82963	
JUN	2,923	13,39	0,00	1,5	11,519148	627,83	21,82963	
JUL	2,945	13,49	0,00	1,5	11,627804	621,18	21,82963	
AGO	2,873	13,16	0,00	1,5	11,269237	614,73	21,82963	
SET	3,137	14,37	0,00	1,5	12,583984	607,54	21,82963	
OUT	3,141	14,39	0,00	1,5	12,605716	600,34	21,82963	
NOV	3,172	14,53	0,00	1,5	12,757835	593,05	21,82963	
DEZ	3,580	16,4	0,00	1,5	14,789718	584,63	21,82963	
JAN	3,610	16,535	0,00	1,5	14,936404	576,13	21,82963	
FEV	2,754	12,615	0,00	1,5	10,87	570,40	21,82963	
MAR	3,166	14,505	0,00	1,5	12,730671	563,13	21,82963	
ABR	2,199	13,395	0,00	1,5	12,532014	558,55	16,41886	

Tabela F.11- Cálculos efetuados para a alternativa Bacia Sanitária VDR para os Edifícios

MES	ECONI(m³)	CMA (m³)	INV. (RS)	CO&M (RS)	CMP (RS)	RI (RS)	IR (%)
JAN	80,301	486,672	9.177,60	15,3	1112,7817	8969,66	16,5
FEV	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	8761,72	16,5
MAR	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	8553,78	16,5
ABR	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	8345,84	16,5
MAI	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	8137,90	16,5
JUN	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	7929,96	16,5
JUL	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	7722,02	16,5
AGO	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	7514,08	16,5
SET	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	7306,14	16,5
OUT	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	7098,20	16,5
NOV	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	6890,26	16,5
DEZ	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	6682,31	16,5
JAN	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	6474,37	16,5
FEV	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	6266,43	16,5
MAR	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	6058,49	16,5
ABR	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	5850,55	16,5
MAI	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	5642,61	16,5
JUN	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	5434,67	16,5
JUL	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	5226,73	16,5
AGO	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	5018,79	16,5
SET	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	4810,85	16,5
OUT	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	4602,91	16,5
NOV	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	4394,97	16,5
DEZ	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	4187,03	16,5
JAN	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	3979,09	16,5
FEV	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	3771,15	16,5
MAR	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	3563,21	16,5
ABR	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	3355,27	16,5
MAI	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	3147,33	16,5
JUN	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	2939,39	16,5
JUL	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	2731,45	16,5
AGO	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	2523,51	16,5
SET	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	2315,57	16,5
OUT	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	2107,62	16,5
NOV	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	1899,68	16,5
DEZ	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	1691,74	16,5
JAN	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	1483,80	16,5
FEV	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	1275,86	16,5
MAR	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	1067,92	16,5
ABR	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	859,98	16,5
MAI	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	652,04	16,5
JUN	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	444,10	16,5
JUL	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	236,16	16,5
AGO	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	28,22	16,5
SET	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	-179,72	16,5
OUT	80,301	486,672	0,00	15,3	561,82586	-387,66	16,5

Tabela F.12- Cálculos efetuados para a alternativa Torneiras e Chuveiros para os Edifícios

MÊS	ECON1(m³)	CMAT (m³)	INV. (RS)	CO&M (RS)	CMP (RS)	RI (RS)	IR (%)	ECON. ANUAL
JAN	106,239	486,672	14.717,44	24,5	1040,6746	14446,6	21,82963	1274,864
FEV	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	14175,8	21,82963	
MAR	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	13905,0	21,82963	
ABR	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	13634,2	21,82963	
MAI	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	13363,4	21,82963	
JUN	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	13092,6	21,82963	
JUL	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	12821,7	21,82963	
AGO	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	12550,9	21,82963	
SET	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	12280,1	21,82963	
OUT	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	12009,3	21,82963	
NOV	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	11738,5	21,82963	
DEZ	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	11467,7	21,82963	
JAN	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	11196,9	21,82963	
FEV	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	10926,0	21,82963	
MAR	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	10655,2	21,82963	
ABR	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	10384,4	21,82963	
MAI	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	10113,6	21,82963	
JUN	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	9842,78	21,82963	
JUL	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	9571,96	21,82963	
AGO	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	9301,15	21,82963	
SET	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	9030,34	21,82963	
OUT	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	8759,52	21,82963	
NOV	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	8488,71	21,82963	
DEZ	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	8217,89	21,82963	
JAN	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	7947,08	21,82963	
FEV	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	7676,26	21,82963	
MAR	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	7405,45	21,82963	
ABR	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	7134,63	21,82963	
MAI	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	6863,82	21,82963	
JUN	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	6593,00	21,82963	
JUL	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	6322,19	21,82963	
AGO	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	6051,38	21,82963	
SET	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	5780,56	21,82963	
OUT	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	5509,75	21,82963	
NOV	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	5238,93	21,82963	
DEZ	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	4968,12	21,82963	
JAN	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	4697,30	21,82963	
FEV	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	4426,49	21,82963	
MAR	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	4155,67	21,82963	
ABR	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	3884,86	21,82963	
MAI	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	3614,05	21,82963	
JUN	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	3343,23	21,82963	
JUL	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	3072,42	21,82963	
AGO	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	2801,60	21,82963	
SET	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	2530,79	21,82963	
OUT	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	2259,97	21,82963	
NOV	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	1989,16	21,82963	
DEZ	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	1718,34	21,82963	
JAN	106,239	486,672	0,00	24,5	525,77229	1447,53	21,82963	

Tabela F.13- Cálculos efetuados para a alternativa Aparelhos Poupadores para os Edifícios

MES	ECON1 (m³)	CMAT (m³)	INV. (R\$)	CO&M (R\$)	CMP (R\$)	RI (R\$)	IR (%)	ECON. ANUAL
JAN	186,540	486,672	23.895,04	39,8	817,4381	23416,29	38,32963	2238,475
FEV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	22937,53	38,32963	
MAR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	22458,78	38,32963	
ABR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	21980,02	38,32963	
MAI	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	21501,27	38,32963	
JUN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	21022,51	38,32963	
JUL	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	20543,76	38,32963	
AGO	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	20065,00	38,32963	
SET	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	19586,25	38,32963	
OUT	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	19107,49	38,32963	
NOV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	18628,74	38,32963	
DEZ	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	18149,98	38,32963	
JAN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	17671,23	38,32963	
FEV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	17192,47	38,32963	
MAR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	16713,72	38,32963	
ABR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	16234,96	38,32963	
MAI	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	15756,21	38,32963	
JUN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	15277,45	38,32963	
JUL	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	14798,70	38,32963	
AGO	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	14319,94	38,32963	
SET	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	13841,19	38,32963	
OUT	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	13362,43	38,32963	
NOV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	12883,68	38,32963	
DEZ	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	12404,92	38,32963	
JAN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	11926,17	38,32963	
FEV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	11447,41	38,32963	
MAR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	10968,66	38,32963	
ABR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	10489,90	38,32963	
MAI	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	10011,15	38,32963	
JUN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	9532,39	38,32963	
JUL	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	9053,64	38,32963	
AGO	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	8574,88	38,32963	
SET	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	8096,13	38,32963	
OUT	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	7617,37	38,32963	
NOV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	7138,62	38,32963	
DEZ	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	6659,86	38,32963	
JAN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	6181,11	38,32963	
FEV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	5702,35	38,32963	
MAR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	5223,60	38,32963	
ABR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	4744,84	38,32963	
MAI	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	4266,09	38,32963	
JUN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	3787,33	38,32963	
JUL	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	3308,58	38,32963	
AGO	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	2829,82	38,32963	
SET	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	2351,07	38,32963	
OUT	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	1872,31	38,32963	
NOV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	1393,56	38,32963	
DEZ	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	914,80	38,32963	
JAN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	436,05	38,32963	
FEV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-42,71	38,32963	
MAR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-521,46	38,32963	
ABR	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-1000,22	38,32963	
MAI	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-1478,97	38,32963	
JUN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-1957,73	38,32963	
JUL	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-2436,48	38,32963	
AGO	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-2915,24	38,32963	
SET	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-3393,99	38,32963	
OUT	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-3872,75	38,32963	
NOV	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-4351,50	38,32963	
DEZ	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-4830,26	38,32963	
JAN	186,540	486,672	0,00	39,8	414,1541	-5309,01	38,32963	

Tabela F.14- Cálculos efetuados para a alternativa Medição Individualizada

MES	CMA (m³)	CMA (R\$)	IR (%)	CMP (m³)	ECON2 (R\$)	ECON1 (m³)	INV.(R\$)	CO&M(R\$)	RI(R\$)	ECON. ANUAL.
JAN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	10.289,49	17,14915	9968,406	1460,001
FEV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	9647,321	
MAR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	9326,237	
ABR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	9005,152	
MAI	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	8684,068	
JUN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	8362,984	
JUL	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	8041,899	
AGO	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	7720,815	
SET	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	7399,73	
OUT	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	7078,646	
NOV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	6757,561	
DEZ	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	6436,477	
JAN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	6115,393	
FEV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	5794,308	
MAR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	5473,224	
ABR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	5152,139	
MAI	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	4831,055	
JUN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	4509,971	
JUL	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	4188,886	
AGO	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	3867,802	
SET	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	3546,717	
OUT	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	3225,633	
NOV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	2904,548	
DEZ	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	2583,464	
JAN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	2262,38	
FEV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	1941,295	
MAR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	1620,211	
ABR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	1299,126	
MAI	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	978,042	
JUN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	656,9576	
JUL	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	335,8731	
AGO	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	14,78872	
SET	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-306,2957	
OUT	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-627,3801	
NOV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-948,4645	
DEZ	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-1269,549	
JAN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-1590,633	
FEV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-1911,718	
MAR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-2232,802	
ABR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-2553,887	
MAI	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-2874,971	
JUN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-3196,055	
JUL	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-3517,14	
AGO	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-3838,224	
SET	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-4159,309	
OUT	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-4480,393	
NOV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-4801,478	
DEZ	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-5122,562	
JAN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-5443,646	
FEV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-5764,731	
MAR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-6085,815	
ABR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-6406,9	
MAI	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-6727,984	
JUN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-7049,068	
JUL	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-7370,153	
AGO	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-7691,237	
SET	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-8012,322	
OUT	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-8333,406	
NOV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-8654,49	
DEZ	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-8975,575	
JAN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-9296,659	
FEV	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-9617,744	
MAR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-9938,828	
ABR	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-10259,91	
MAI	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-10581	
JUN	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-10902,08	
JUL	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-11223,17	
AGO	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-11544,25	
SET	486,667	1336,0043	0,25	365,00025	321,303565	121,66675	0	17,14915	-11865,33	

Tabela F.15- Cálculos efetuados para a alternativa Aparelhos Poupadores para a UFCG

MES	ECON1 (m³)	CMAT (m³)	INV. (R\$)	CO&M (R\$)	CMP (R\$)	RI (R\$)	IR (%)	ECON. ANUAL
JAN	1353,703	3939	92.456,78	154,1	9101,668	87832,30	34,36667	16244,436
FEV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	83207,83	34,36667	
MAR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	78583,35	34,36667	
ABR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	73958,87	34,36667	
MAI	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	69334,40	34,36667	
JUN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	64709,92	34,36667	
JUL	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	60085,44	34,36667	
AGO	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	55460,96	34,36667	
SET	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	50836,49	34,36667	
OUT	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	46212,01	34,36667	
NOV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	41587,53	34,36667	
DEZ	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	36963,06	34,36667	
JAN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	32338,58	34,36667	
FEV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	27714,10	34,36667	
MAR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	23089,63	34,36667	
ABR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	18465,15	34,36667	
MAI	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	13840,67	34,36667	
JUN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	9216,19	34,36667	
JUL	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	4591,72	34,36667	
AGO	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-32,76	34,36667	
SET	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-4657,24	34,36667	
OUT	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-9281,71	34,36667	
NOV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-13906,19	34,36667	
DEZ	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-18530,67	34,36667	
JAN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-23155,14	34,36667	
FEV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-27779,62	34,36667	
MAR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-32404,10	34,36667	
ABR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-37028,57	34,36667	
MAI	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-41653,05	34,36667	
JUN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-46277,53	34,36667	
JUL	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-50902,01	34,36667	
AGO	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-55526,48	34,36667	
SET	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-60150,96	34,36667	
OUT	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-64775,44	34,36667	
NOV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-69399,91	34,36667	
DEZ	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-74024,39	34,36667	
JAN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-78648,87	34,36667	
FEV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-83273,34	34,36667	
MAR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-87897,82	34,36667	
ABR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-92522,30	34,36667	
MAI	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-97146,78	34,36667	
JUN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-101771,3	34,36667	
JUL	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-106395,7	34,36667	
AGO	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-111020,2	34,36667	
SET	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-115644,7	34,36667	
OUT	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-120269,2	34,36667	
NOV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-124893,6	34,36667	
DEZ	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-129518,1	34,36667	
JAN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-134142,6	34,36667	
FEV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-138767,1	34,36667	
MAR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-143391,5	34,36667	
ABR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-148016,0	34,36667	
MAI	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-152640,5	34,36667	
JUN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-157265,0	34,36667	
JUL	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-161889,5	34,36667	
AGO	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-166513,9	34,36667	
SET	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-171138,4	34,36667	
OUT	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-175762,9	34,36667	
NOV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-180387,4	34,36667	
DEZ	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-185011,8	34,36667	
JAN	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-189636,3	34,36667	
FEV	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-194260,8	34,36667	
MAR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-198885,3	34,36667	
ABR	1353,703	3939	0,00	154,1	9101,668	-203509,7	34,36667	

ANEXO G – Detalhes das simulações do modelo multicriterial.

Tabela G.1- Resultados dos pesos médios totais dos critérios para as alternativas dos edifícios

PESOS MÉDIOS TOTAIS DOS CRITÉRIOS															
OBJETIVOS	ALTERNATIVAS DOS EDIFÍCIOS														
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	0,600	0,200	0,200	0,600	0,600	0,600	0,400	0,400	0,600	0,600	0,400	0,400	0,700	0,900	0,700
AMBIENTAL	0,200	0,200	0,400	0,200	0,400	0,300	0,300	0,400	0,300	0,200	0,200	0,300	0,500	0,400	0,400
SOCIAL	0,600	0,400	0,500	0,200	0,400	0,500	0,400	0,450	0,300	0,400	0,300	0,350	0,550	0,600	0,500
TÉCNICO/OPER	1,000	1,000	1,000	0,700	0,200	0,575	0,575	0,575	0,425	0,850	0,850	0,850	0,925	0,925	0,925

A1- Bacia sanitária VDR; A2- Torneiras e chuveiros econômicos; A3- Aparelhos poupadores; A4- Medição Individualizada; A5- Reúso de água; A6- Reúso de água + bacia sanitária VDR; A7- Reúso de água + torneiras e chuveiros; A8- Reúso de água + aparelhos poupadores; A9- Reúso de água + medição individualizada; A10- Bacia sanitária VDR + medição individualizada; A11- Torneiras e chuveiros econômicos + medição individual; A12- Aparelhos poupadores + medição individualizada; A13- Reúso de água + aparelhos poupadores + medição individualizada; A14- Reúso de água + bacia sanitária VDR + medição individualizada; A15- Reúso de água + torneiras e chuveiros econômicos + medição individual.

Tabela G.2- Resultados dos pesos médios totais dos critérios para as alternativas das residências

PESOS MÉDIOS TOTAIS DOS CRITÉRIOS							
OBJETIVOS	ALTERNATIVAS DAS RESIDÊNCIAS						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
AMBIENTAL	0,400	0,200	0,200	0,400	0,400	0,300	0,300
SOCIAL	0,400	0,600	0,400	0,500	0,450	0,500	0,400
TÉCNICO/OPERACI	0,700	1,000	1,000	1,000	0,850	0,850	0,850

A1-Captação de água de chuva; A2- Bacia sanitária VDR; A3- Torneiras e chuveiros econômicos; A4- Aparelhos poupadores; A5-Captação de água de chuva + aparelhos poupadores; A6- Captação de água de chuva + bacia sanitária VDR; A7-Captação de água de chuva + torneiras e chuveiros econômicos.

Tabela G.3- Resultados da 1ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

1ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO %	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	40	24,0	8,0	8,0	24,0	24,0	24,0	16,0	16,0	24,0	24,0	16,0	16,0	28,0	36,0	28,0
AMBIENTAL	30	6,0	6,0	12,0	6,0	12,0	9,0	9,0	12,0	9,0	6,0	6,0	9,0	15,0	12,0	12,0
SOCIAL	20	12,0	8,0	10,0	4,0	8,0	10,0	8,0	9,0	6,0	8,0	6,0	7,0	11,0	12,0	10,0
TÉCNICO/OPER.	10	10,0	10,0	10,0	7,0	2,0	5,8	5,8	5,8	4,3	8,5	8,5	8,5	9,3	9,3	9,3
TOTAL	100	52,0	32,0	40,0	41,0	46,0	48,8	38,8	42,8	43,3	46,5	36,5	40,5	63,3	69,3	59,3

Tabela G.4- Resultados da 2ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

2ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO %	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	40	24,0	8,0	8,0	24,0	24,0	24,0	16,0	16,0	24,0	24,0	16,0	16,0	28,0	36,0	28,0
AMBIENTAL	10	2,0	2,0	4,0	2,0	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	4,0	4,0
SOCIAL	30	18,0	12,0	15,0	6,0	12,0	15,0	12,0	13,5	9,0	12,0	9,0	10,5	16,5	18,0	15,0
NICO/OPERACIO	20	20,0	20,0	20,0	14,0	4,0	11,5	11,5	11,5	8,5	17,0	17,0	17,0	18,5	18,5	18,5
TOTAL	100	64,0	42,0	47,0	46,0	44,0	53,5	42,5	45,0	44,5	55,0	44,0	46,5	68,0	76,5	65,5

Tabela G.5- Resultados da 3ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

3ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO %	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	40	24,0	8,0	8,0	24,0	24,0	24,0	16,0	16,0	24,0	24,0	16,0	16,0	28,0	36,0	28,0
AMBIENTAL	20	4,0	4,0	8,0	4,0	8,0	6,0	6,0	8,0	6,0	4,0	4,0	6,0	10,0	8,0	8,0
SOCIAL	10	6,0	4,0	5,0	2,0	4,0	5,0	4,0	4,5	3,0	4,0	3,0	3,5	5,5	6,0	5,0
NICO/OPERACIO	30	30,0	30,0	30,0	21,0	6,0	17,3	17,3	17,3	12,8	25,5	25,5	25,5	27,8	27,8	27,8
TOTAL	100	64,0	46,0	51,0	51,0	42,0	52,3	43,3	45,8	45,8	57,5	48,5	51,0	71,3	77,8	68,8

Tabela G.6- Resultados da 4ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

4ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO%	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	10	6,0	2,0	2,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	6,0	6,0	4,0	4,0	7,0	9,0	7,0
AMBIENTAL	40	8,0	8,0	16,0	8,0	16,0	12,0	12,0	16,0	12,0	8,0	8,0	12,0	20,0	16,0	16,0
SOCIAL	30	18,0	12,0	15,0	6,0	12,0	15,0	12,0	13,5	9,0	12,0	9,0	10,5	16,5	18,0	15,0
NICO/OPERACIO	20	20,0	20,0	20,0	14,0	4,0	11,5	11,5	11,5	8,5	17,0	17,0	17,0	18,5	18,5	18,5
TOTAL	100	52,0	42,0	53,0	34,0	38,0	44,5	39,5	45,0	35,5	43,0	38,0	43,5	62,0	61,5	56,5

Tabela G.7- Resultados da 5ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

5ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO%	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	20	12,0	4,0	4,0	12,0	12,0	12,0	8,0	8,0	12,0	12,0	8,0	8,0	14,0	18,0	14,0
AMBIENTAL	40	8,0	8,0	16,0	8,0	16,0	12,0	12,0	16,0	12,0	8,0	8,0	12,0	20,0	16,0	16,0
SOCIAL	10	6,0	4,0	5,0	2,0	4,0	5,0	4,0	4,5	3,0	4,0	3,0	3,5	5,5	6,0	5,0
NICO/OPERACIO	30	30,0	30,0	30,0	21,0	6,0	17,3	17,3	17,3	12,8	25,5	25,5	25,5	27,8	27,8	27,8
TOTAL	100	56,0	46,0	55,0	43,0	38,0	46,3	41,3	45,8	39,8	49,5	44,5	49,0	67,3	67,8	62,8

Tabela G.8- Resultados da 6ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

6ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO%	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	30	18,0	6,0	6,0	18,0	18,0	18,0	12,0	12,0	18,0	18,0	12,0	12,0	21,0	27,0	21,0
AMBIENTAL	40	8,0	8,0	16,0	8,0	16,0	12,0	12,0	16,0	12,0	8,0	8,0	12,0	20,0	16,0	16,0
SOCIAL	20	12,0	8,0	10,0	4,0	8,0	10,0	8,0	9,0	6,0	8,0	6,0	7,0	11,0	12,0	10,0
NICO/OPERACIO	10	10,0	10,0	10,0	7,0	2,0	5,8	5,8	5,8	4,3	8,5	8,5	8,5	9,3	9,3	9,3
TOTAL	100	48,0	32,0	42,0	37,0	44,0	45,8	37,8	42,8	40,3	42,5	34,5	39,5	61,3	64,3	56,3

Tabela G.9- Resultados da 7ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

7ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO %	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	20	12,0	4,0	4,0	12,0	12,0	12,0	8,0	8,0	12,0	12,0	8,0	8,0	14,0	18,0	14,0
AMBIENTAL	10	2,0	2,0	4,0	2,0	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	4,0	4,0
SOCIAL	40	24,0	16,0	20,0	8,0	16,0	20,0	16,0	18,0	12,0	16,0	12,0	14,0	22,0	24,0	20,0
NICO/OPERACIO	30	30,0	30,0	30,0	21,0	6,0	17,3	17,3	17,3	12,8	25,5	25,5	25,5	27,8	27,8	27,8
TOTAL	100	68,0	52,0	58,0	43,0	38,0	52,3	44,3	47,3	39,8	55,5	47,5	50,5	68,8	73,8	65,8

Tabela G.10- Resultados da 8ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

8ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO%	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	30	18,0	6,0	6,0	18,0	18,0	18,0	12,0	12,0	18,0	18,0	12,0	12,0	21,0	27,0	21,0
AMBIENTAL	20	4,0	4,0	8,0	4,0	8,0	6,0	6,0	8,0	6,0	4,0	4,0	6,0	10,0	8,0	8,0
SOCIAL	40	24,0	16,0	20,0	8,0	16,0	20,0	16,0	18,0	12,0	16,0	12,0	14,0	22,0	24,0	20,0
NICO/OPERACIO	10	10,0	10,0	10,0	7,0	2,0	5,8	5,8	5,8	4,3	8,5	8,5	8,5	9,3	9,3	9,3
TOTAL	100	56,0	36,0	44,0	37,0	44,0	49,8	39,8	43,8	40,3	46,5	36,5	40,5	62,3	68,3	58,3

Tabela G.11- Resultados da 9ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

9ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO%	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	10	6,0	2,0	2,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	6,0	6,0	4,0	4,0	7,0	9,0	7,0
AMBIENTAL	30	6,0	6,0	12,0	6,0	12,0	9,0	9,0	12,0	9,0	6,0	6,0	9,0	15,0	12,0	12,0
SOCIAL	40	24,0	16,0	20,0	8,0	16,0	20,0	16,0	18,0	12,0	16,0	12,0	14,0	22,0	24,0	20,0
TÉCNICO/OPER.	20	20,0	20,0	20,0	14,0	4,0	11,5	11,5	11,5	8,5	17,0	17,0	17,0	18,5	18,5	18,5
SOMA	100	56,0	44,0	54,0	34,0	38,0	46,5	40,5	45,5	35,5	45,0	39,0	44,0	62,5	63,5	57,5

Tabela G.12- Resultados da 10ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

10ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO %	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	30	18,0	6,0	6,0	18,0	18,0	18,0	12,0	12,0	18,0	18,0	12,0	12,0	21,0	27,0	21,0
AMBIENTAL	20	4,0	4,0	8,0	4,0	8,0	6,0	6,0	8,0	6,0	4,0	4,0	6,0	10,0	8,0	8,0
SOCIAL	10	6,0	4,0	5,0	2,0	4,0	5,0	4,0	4,5	3,0	4,0	3,0	3,5	5,5	6,0	5,0
TÉCNICO/OPER.	40	40,0	40,0	40,0	28,0	8,0	23,0	23,0	23,0	17,0	34,0	34,0	34,0	37,0	37,0	37,0
SOMA	100	68,0	54,0	59,0	52,0	38,0	52,0	45,0	47,5	44,0	60,0	53,0	55,5	73,5	78,0	71,0

Tabela G.13- Resultados da 11ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

11ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO%	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	10	6,0	2,0	2,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	6,0	6,0	4,0	4,0	7,0	9,0	7,0
AMBIENTAL	30	6,0	6,0	12,0	6,0	12,0	9,0	9,0	12,0	9,0	6,0	6,0	9,0	15,0	12,0	12,0
SOCIAL	20	12,0	8,0	10,0	4,0	8,0	10,0	8,0	9,0	6,0	8,0	6,0	7,0	11,0	12,0	10,0
TÉCNICO/OPER.	40	40,0	40,0	40,0	28,0	8,0	23,0	23,0	23,0	17,0	34,0	34,0	34,0	37,0	37,0	37,0
SOMA	100	64,0	56,0	64,0	44,0	34,0	48,0	44,0	48,0	38,0	54,0	50,0	54,0	70,0	70,0	66,0

Tabela G.14- Resultados da 12ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas dos edifícios

12ª SIMULAÇÃO		ALTERNATIVAS														
OBJETIVOS	PESO%	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
ECONÔMICO	20	12,0	4,0	4,0	12,0	12,0	12,0	8,0	8,0	12,0	12,0	8,0	8,0	14,0	18,0	14,0
AMBIENTAL	10	2,0	2,0	4,0	2,0	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	2,0	2,0	3,0	5,0	4,0	4,0
SOCIAL	30	18,0	12,0	15,0	6,0	12,0	15,0	12,0	13,5	9,0	12,0	9,0	10,5	16,5	18,0	15,0
TÉCNICO/OPER.	40	40,0	40,0	40,0	28,0	8,0	23,0	23,0	23,0	17,0	34,0	34,0	34,0	37,0	37,0	37,0
SOMA	100	72,0	58,0	63,0	48,0	36,0	53,0	46,0	48,5	41,0	60,0	53,0	55,5	72,5	77,0	70,0

Tabela G.15- Resultados da 1ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

1ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO %	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	40	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
AMBIENTAL	30	12,0	6,0	6,0	12,0	12,0	9,0	9,0
SOCIAL	20	8,0	12,0	8,0	10,0	9,0	10,0	8,0
TÉCNICO/OPER.	10	7,0	10,0	10,0	10,0	8,5	8,5	8,5
TOTAL	100	35,0	36,0	32,0	40,0	37,5	35,5	33,5

Tabela G.16- Resultados da 2ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

2ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO%	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	40	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
AMBIENTAL	10	4,0	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
SOCIAL	30	12,0	18,0	12,0	15,0	13,5	15,0	12,0
TÉCNICO/OPER.	20	14,0	20,0	20,0	20,0	17,0	17,0	17,0
TOTAL	100	38,0	46,8	40,2	43,1	38,5	40,0	37,0

Tabela G.17- Resultados da 3ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

3ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO %	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	40	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
AMBIENTAL	20	8,0	4,0	4,0	8,0	8,0	6,0	6,0
SOCIAL	10	4,0	6,0	4,0	5,0	4,5	5,0	4,0
TÉCNICO/OPER.	30	21,0	30,0	30,0	30,0	25,5	25,5	25,5
TOTAL	100	41,0	48,0	46,0	51,0	46,0	44,5	43,5

Tabela G.18- Resultados da 4ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

4ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO %	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	10	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
AMBIENTAL	40	16,0	8,0	8,0	16,0	16,0	12,0	12,0
SOCIAL	30	12,0	18,0	12,0	15,0	13,5	15,0	12,0
TÉCNICO/OPER.	20	14,0	20,0	20,0	20,0	17,0	17,0	17,0
TOTAL	100	44,0	48,0	42,0	53,0	48,5	46,0	43,0

Tabela G.19- Resultados da 5ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

5ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO %	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	20	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
AMBIENTAL	40	16,0	8,0	8,0	16,0	16,0	12,0	12,0
SOCIAL	10	4,0	6,0	4,0	5,0	4,5	5,0	4,0
TÉCNICO/OPER.	30	21,0	30,0	30,0	30,0	25,5	25,5	25,5
TOTAL	100	45,0	48,0	46,0	55,0	50,0	46,5	45,5

Tabela G.20- Resultados da 6ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

6ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO %	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	30	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
AMBIENTAL	40	16,0	8,0	8,0	16,0	16,0	12,0	12,0
SOCIAL	20	8,0	12,0	8,0	10,0	9,0	10,0	8,0
TÉCNICO/OPER.	10	7,0	10,0	10,0	10,0	8,5	8,5	8,5
TOTAL	100	37,0	36,0	32,0	42,0	39,5	36,5	34,5

Tabela G.21- Resultados da 7ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

7ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO%	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	20	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
AMBIENTAL	10	4,0	2,0	2,0	4,0	4,0	3,0	3,0
SOCIAL	40	16,0	24,0	16,0	20,0	18,0	20,0	16,0
TÉCNICO/OPER.	30	21,0	30,0	30,0	30,0	25,5	25,5	25,5
TOTAL	100	45,0	60,0	52,0	58,0	51,5	52,5	48,5

Tabela G.22- Resultados da 8ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

8ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO %	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	30	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
AMBIENTAL	20	8,0	4,0	4,0	8,0	8,0	6,0	6,0
SOCIAL	40	16,0	24,0	16,0	20,0	18,0	20,0	16,0
TÉCNICO/OPER.	10	7,0	10,0	10,0	10,0	8,5	8,5	8,5
TOTAL	100	37,0	44,0	36,0	44,0	40,5	40,5	36,5

Tabela G.23- Resultados da 9ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

9ª SIMULAÇÃO						
OBJETIVOS	PESO%	ALTERNATIVAS				
		A1	A2	A3	A4	A5
ECONÔMICO	10	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
AMBIENTAL	30	12,0	6,0	6,0	12,0	12,0
SOCIAL	40	16,0	24,0	16,0	20,0	18,0
TÉCNICO/OPER.	20	14,0	20,0	20,0	20,0	17,0
TOTAL	100	44,0	52,0	44,0	54,0	49,0

Tabela G.24- Resultados da 10ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

10ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO%	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	30	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
AMBIENTAL	20	8,0	4,0	4,0	8,0	8,0	6,0	6,0
SOCIAL	10	4,0	6,0	4,0	5,0	4,5	5,0	4,0
TÉCNICO/OPER.	40	28,0	40,0	40,0	40,0	34,0	34,0	34,0
TOTAL	100	46,0	56,0	54,0	59,0	52,5	51,0	50,0

Tabela G.25- Resultados da 11ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

11ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO%	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	10	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
AMBIENTAL	30	12,0	6,0	6,0	12,0	12,0	9,0	9,0
SOCIAL	20	8,0	12,0	8,0	10,0	9,0	10,0	8,0
TÉCNICO/OPER.	40	28,0	40,0	40,0	40,0	34,0	34,0	34,0
TOTAL	100	50,0	60,0	56,0	64,0	57,0	55,0	53,0

Tabela G.26- Resultados da 12ª simulação do modelo multicriterial para as alternativas das residências

12ª SIMULAÇÃO								
OBJETIVOS	PESO %	ALTERNATIVAS						
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
ECONÔMICO	20	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
AMBIENTAL	10	4,0	2,0	2,0	4,0	4,0	3,0	3,0
SOCIAL	30	12,0	18,0	12,0	15,0	13,5	15,0	12,0
TÉCNICO/OPER.	40	28,0	40,0	40,0	40,0	34,0	34,0	34,0
TOTAL	100	48,0	64,0	58,0	63,0	55,5	56,0	53,0