

MARLLON BOAMORTE LOBATO

**SISTEMA DE HIERARQUIZAÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM
EDIFICAÇÕES COM APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE III**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Construção Civil, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Daniel Costa dos Santos

CURITIBA

2005

TERMO DE APROVAÇÃO

MARLLON BOAMORTE LOBATO

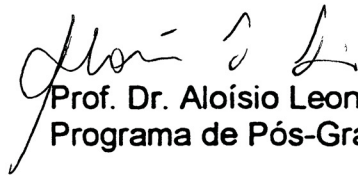
SISTEMA DE HIERARQUIZAÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES COM APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE III

Dissertação aprovada, como requisito parcial, à obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



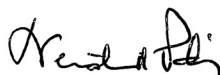
Prof. Dr. Daniel Costa dos Santos
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR



Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR



Prof.^a Dr.^a Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP



Prof.^a Dr.^a Neida Maria Patias Volpi
Departamento de Matemática, UFPR

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho à minha mãe que contribuiu de forma decisiva em minha formação e decisão de optar pela luta e dedicação aos estudos, desejando que, onde quer que esteja, saiba de meus sucessos e de meu amor por ela.

Ao meu pai pela participação e apoio nessa mesma luta.

À minha esposa pela paciência, amor e dedicação prestados a mim, tanto na realização deste trabalho quanto em nossa vida.

Ao Doutor, Mestre, professor e amigo Miguel Mansur Aisse, não só pela minha inserção no meio científico, mas também pelo término da formação do meu caráter profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de forma especial ao professor Doutor Daniel Costa dos Santos, pela oportunidade, dedicação e contribuição, para a realização de um sonho.

À professora Doutora Neida Maria Patias Volpi, do departamento de Matemática da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pelo auxílio na realização do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela oportunidade de contato e aprendizado com professores de grande conhecimento e experiência profissional, bem como aos colegas que, junto comigo, trilharam ou trilham o mesmo caminho.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), através do Departamento do Curso de Engenharia Ambiental, na figura do coordenador Doutor Carlos Mello Garcias, pelo estímulo, facilidades e condições propiciadas, para a realização da pesquisa.

Aos amigos Harry Alberto Bollmann e Adenilsom de Ornelás, bem como à suas famílias, pelo apoio humano.

Ensinar não é uma função vital, porque não tem o fim em si mesma; a função vital é aprender.

ARISTÓTELES

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE QUADROS	xii
LISTA DE GRÁFICOS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE SIGLAS	xvii
LISTA DE SÍMBOLOS	xix
RESUMO	xxii
ABSTRACT	xxiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	3
2.1 OBJETIVO GERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA	4
3.2 USOS DA ÁGUA NO MEIO ANTRÓPICO	6
3.2.1 Aspectos qualitativos	6
3.2.2 Aspectos quantitativos	10
3.3 USOS DA ÁGUA NO MEIO URBANO	10
3.3.1 Meio urbano	10
3.3.2 Infra-estrutura sanitária	12
3.3.3 Edifício	14
3.4 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA	22
3.4.1 Conceitos	22
3.4.2 Conservação da água no habitat humano	23
3.4.3 Conservação da água nas edificações	26
3.4.4 Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações (PGUAE)	57
3.5 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO (SAD)	63
3.5.1 Análise Multicritério	69
4 MATERIAL E MÉTODOS: ESTUDO DE CASO	84
4.1 SOBRE A APLICAÇÃO DO PGUAE	84
4.1.1 Caracterização do consumo de água	84

4.1.2	Caracterização das ações de economia de água	88
4.1.3	Avaliação da aplicabilidade das ações de economia de água	89
4.1.4	Confecção de um plano de gestão do uso da água	90
4.2	ESTUDO DE CASO	90
4.2.1	Descrição da edificação	90
4.2.2	Sistemas hidráulicos prediais	95
4.2.3	Caracterização do consumo	98
4.2.4	Caracterização e pré-seleção das ações de economia de água	104
4.2.5	Avaliação da aplicabilidade das ações de economia de água	109
4.2.6	Aplicação do Sistema de Apoio à Decisão: método ELECTRE III	150
5	DISCUSSÃO	173
5.1	SOBRE OS RESULTADOS DA HIERARQUIZAÇÃO NO ESTUDO DE CASO	173
5.2	SOBRE OS RESULTADOS DA ANÁLISE DE ROBUSTEZ PARA O ESTUDO DE CASO	179
5.2.1	Sobre a variação dos pesos	179
5.2.2	Sobre a variação do limiar de indiferença (q)	182
5.2.3	Sobre a variação do limiar de preferência (p)	184
5.2.4	Sobre a variação do limiar de veto (v)	184
6	CONCLUSÕES	186
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	190
	ANEXO 01 – TESTE AQUA	202
	ANEXO 02 – PLANTAS DA EDIFICAÇÃO	221
	ANEXO 03 – PLANTAS DA EDIFICAÇÃO COM IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES	225
	ANEXO 04 – ELECTRE III	232

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 – VAZÃO DE APARELHOS COM E SEM DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA _____	33
TABELA 3.2 – CONSUMO DE ÁGUA DOS APARELHOS COM E SEM DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA _____	33
TABELA 3.3 – CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA BACIAS SANITÁRIAS E OUTROS USOS URBANOS EM VÁRIOS PAÍSES _____	45
TABELA 3.4 – CHUVA ARMAZENÁVEL MÉDIA EM CURITIBA _____	49
TABELA 3.5 – QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA EM ALGUMAS TIPOLOGIAS DE TELHADO (REGIÃO DE CURITIBA) _____	50
TABELA 3.6 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ÁGUA _____	59
TABELA 4.1 – DADOS DE POPULAÇÃO _____	98
TABELA 4.2 – HISTÓRICO DE CONSUMO _____	99
TABELA 4.3 – RESUMO DO TESTE AQUA DOS DADOS DE VAZÕES OBSERVADOS PARA OS APARTAMENTOS _____	101
TABELA 4.4 – RESUMO DO TESTE AQUA DOS DADOS DE VAZÕES OBSERVADOS PARA OS USOS DAS ÁREAS COMUNS _____	101
TABELA 4.5 – INDICADORES DE CONSUMO AVALIADOS PELO TESTE AQUA DOS APARTAMENTOS _____	102
TABELA 4.6 – INDICADORES DE CONSUMO AVALIADOS PELO TESTE AQUA DAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO DE USO DAS ÁRES DE USOCOMUM _____	102
TABELA 4.7 – DADOS POPULACIONAIS DA RMC, ANOS 2000 E 2004 _____	112
TABELA 4.8 – SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA RMC _____	114
TABELA 4.9 – EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DA ÁGUA E LOCAL DE INSTALAÇÃO POR APARTAMENTO _____	114
TABELA 4.10 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA _____	116
TABELA 4.11 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DA UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA _____	116

TABELA 4.12 – REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA COM A UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA _____	117
TABELA 4.13 – IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, COM A UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES _____	118
TABELA 4.14 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, SEM E COM A UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES _____	118
TABELA 4.15 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA _____	120
TABELA 4.16 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA _____	120
TABELA 4.17 – REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA COM A ADOÇÃO DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA _____	121
TABELA 4.18 – IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA COM A ADOÇÃO DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA _____	121
TABELA 4.19 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA SEM E COM A ADOÇÃO DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA _____	122
TABELA 4.20 – CENÁRIOS DE OFERTA DE ÁGUA CINZA AVALIADOS _____	127
TABELA 4.21 – CENÁRIOS DE DEMANDA DE ÁGUA CINZA AVALIADOS _____	127
TABELA 4.22 – RESULTADOS DOS CENÁRIOS DE OFERTA AVALIADOS _____	128
TABELA 4.23 – RESULTADOS DOS CENÁRIOS DE DEMANDA AVALIADOS _____	129
TABELA 4.24 – RESUMO DOS CENÁRIOS DE OFERTA E DEMANDA ESCOLHIDOS _____	130
TABELA 4.25 – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA CINZA _____	130
TABELA 4.26 – DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE RECALQUE E SUCÇÃO _____	133
TABELA 4.27 – ALTURA MANOMÉTRICA DO SUB-SISTEMA DE RECALQUE _____	134
TABELA 4.28 – DIÂMETROS E QUANTITATIVO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO _____	135

TABELA 4.29 – CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA TRATADA EM BACIAS SANITÁRIAS _____	137
TABELA 4.30 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA EM BACIAS SANITÁRIAS _____	137
TABELA 4.31 – REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA TRATADA EM BACIAS SANITÁRIAS _____	141
TABELA 4.32 – IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA TRATADA EM BACIAS SANITÁRIAS _____	141
TABELA 4.33 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, SEM E COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA EM BACIAS SANITÁRIAS _____	142
TABELA 4.34 – VOLUMES DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS _____	144
TABELA 4.35 – DEMANDA DA EDIFICAÇÃO _____	144
TABELA 4.36 – QUANTITATIVO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS _____	145
TABELA 4.37 – CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA _____	145
TABELA 4.38 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA _____	146
TABELA 4.39 – REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA LAVAGEM DE PISOS, GARAGENS E REGA DE JARDIM _____	148
TABELA 4.40 – IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA LAVAGEM DE PISOS, GARAGENS E REGA DE JARDIM _____	148
TABELA 4.41 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, SEM E COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA LAVAGEM DE PISOS, GARAGENS E REGA DE JARDIM _____	149
TABELA 4.42 – RESUMO DOS VALORES DE CADA CRITÉRIO PARA CADA AÇÃO AVALIADA _____	150
TABELA 4.43 – PLANILHA DO CÁLCULO DOS PESOS _____	152
TABELA 4.44 – PESOS MÉDIOS DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO _____	153

TABELA 4.45 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO _____	155
TABELA 4.46 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O PERÍODO DE RETORNO _____	156
TABELA 4.47 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O RISCO DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA ____	156
TABELA 4.48 – LIMIAIR DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA A REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA _____	157
TABELA 4.49 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA A PORCENTAGEM UTILIZADA _____	157
TABELA 4.50 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O IMPACTO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA _____	157
TABELA 4.51 – LIMIAIR DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O ALCANCE NO SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA _____	158
TABELA 4.52 – MATRIZ DE AVALIAÇÃO, DO ELECTRE III, DAS AÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS _____	158
TABELA 4.53 – MATRIZ DE ÍNDICES DE CONCORDÂNCIA POR CRITÉRIO _	159
TABELA 4.54 – MATRIZ DE ÍNDICES DE CONCORDÂNCIA _____	160
TABELA 4.55 – MATRIZ DE ÍNDICES DE DISCORDÂNCIA POR CRITÉRIO _	161
TABELA 4.56 – MATRIZ DE CREDIBILIDADE _____	161
TABELA 4.57 – FASE 1 DA 1ª DESTILAÇÃO DESCENDENTE _____	162
TABELA 4.58 – FASE 1 DA 2ª DESTILAÇÃO DESCENDENTE _____	162
TABELA 4.59 – FASE 1 DA 3ª DESTILAÇÃO DESCENDENTE _____	163
TABELA 4.60 – RESULTADOS DA DESTILAÇÃO DESCENDENTE _____	163
TABELA 4.61 – FASE 1 DA 1ª DESTILAÇÃO ASCENDENTE _____	164
TABELA 4.62 – FASE 1 DA 2ª DESTILAÇÃO ASCENDENTE _____	165
TABELA 4.63 – FASE 1 DA 3ª DESTILAÇÃO ASCENDENTE _____	165
TABELA 4.64 – RESULTADOS DA DESTILAÇÃO ASCENDENTE _____	166
TABELA 4.65 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DOS PESOS NA FAIXA DE MÍNIMOS E MÁXIMOS PESOS ENCONTRADOS _____	168

TABELA 4.66 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DOS PESOS ENTRE OS VALORES 1 E 90	168
TABELA 4.67 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DE q ENTRE OS VALORES 0 E p	170
TABELA 4.68 – MATRIZ DE CREDIBILIDADE PARA O R.C. COM q IGUAL A 2	170
TABELA 4.69 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DE p ENTRE OS VALORES q E v	170
TABELA 4.70 – MATRIZ DE CREDIBILIDADE PARA O R.C. COM p IGUAL A 3	171
TABELA 4.71 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DE v ENTRE OS VALORES p E 100% v	172
TABELA 4.72 – MATRIZ DE CREDIBILIDADE PARA O R.C. COM v IGUAL A 5	172
TABELA 5.1 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES Ap.Ec. S A.C. e A.C. S Ap.Ec.	175
TABELA 5.2 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES A.C. S Med.Ind. e Med.Ind. S A.C.	176
TABELA 5.3 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES A.C. S A.Ch. e A.Ch. S A.C.	177
TABELA 5.4 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES Ap.Ec. S Med.Ind. e Med.Ind. S Ap.Ec.	177
TABELA 5.5 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES A.Ch. S Med.Ind. e Med.Ind. S A.Ch.	178
TABELA 5.6 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES Ap.Ec. S A.Ch. e A.Ch. S Ap.Ec.	179
TABELA 5.7 – PORCENTAGENS LIMITES DE MODIFICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO ORIGINAL	179

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1 – PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA _____	7
QUADRO 3.2 – ASSOCIAÇÃO ENTRE OS USOS DA ÁGUA E OS REQUISITOS DE QUALIDADE _____	7
QUADRO 3.3 – PADRÃO MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO _____	9
QUADRO 3.4 – CLASSIFICAÇÃO DOS SUBSISTEMAS DO EDIFÍCIO _____	14
QUADRO 3.5 – QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA CINZA _____	43
QUADRO 3.6 – COMPOSIÇÃO TÍPICA DA ÁGUA CINZA COMPARADA COM O ESGOTO BRUTO _____	44
QUADRO 3.7 – CRITÉRIOS IRRESTRITOS DE REUSO URBANO DA EUA EPA – BACIAS SANITÁRIAS (US EPA UNRESTRICTED URBAN REUSE CRITERIA – TOILET FLUSHING) _____	45
QUADRO 3.8 – PROJETO PILOTO EM BACIAS SANITÁRIAS DE OTTAWA CRITÉRIOS DE REUSO DE ÁGUA (TOILET REUSE PILOT PROJECT OTTAWA WATER REUSE CRITERIA) _____	46
QUADRO 3.9 – PADRÕES DE ÁGUA PARA BACIAS SANITÁRIAS - TOWNSHEND (TOILET FLUSHING WATER STANDARDS – TOWNSHEND) _____	46
QUADRO 3.10 – MÉTODOS DE SOBRECLASSIFICAÇÃO _____	72
QUADRO 3.11 – RELAÇÃO HISTÓRICA DOS MÉTODOS ELECTRE _____	73
QUADRO 4.1 – AÇÕES DE ECONOMIA DA ÁGUA PRÉ-SELECIONADAS _____	108
QUADRO 4.2 – MEDIDAS DE RISCO _____	111
QUADRO 4.3 – SIMPLIFICAÇÕES ADMITIDAS PARA O CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA DO SUB-SISTEMA DE RECALQUE _____	134
QUADRO 4.4 – CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS ENTREVISTADOS NA DETERMINAÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO _____	153

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 3.1 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO PLANETA TERRA _____	4
GRÁFICO 3.2 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DOCE NO PLANETA TERRA _____	5
GRÁFICO 3.3 – POPULAÇÃO MUNDIAL SEM ABASTECIMENTO DE ÁGUA TRATADA, POR REGIÃO _____	6
GRÁFICO 3.4 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS _	10
GRÁFICO 3.5 – PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁGUA NÃO CONTABILIZADA NAS GRANDES CIDADES DA ÁFRICA, ÁSIA, AMÉRICA LATINA, CARIBE E AMÉRICA DO NORTE _____	24
GRÁFICO 3.6 – CONSUMO DE ÁGUA DA E.E.P.S.G. FERNÃO DIAS PAES ____	41
GRÁFICO 3.7 – DISTRIBUIÇÃO DAS FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO BRASIL _____	54
GRÁFICO 3.8 – CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA _____	78
GRÁFICO 3.9 – CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE DISCORDÂNCIA _____	79
GRÁFICO 4.1 – RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA CINZA COM TRATAMENTO _____	139
GRÁFICO 4.2 – RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA DE CHUVA COM TRATAMENTO _____	147
GRÁFICO 4.3 – GRÁFICOS DE DISPERSÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS _	154
GRÁFICO 5.1 – GRÁFICO DE CONCORDÂNCIA DA AFIRMAÇÃO Ap.Ec. S A.C. COM O LIMIAR DE INDIFERENÇA IGUAL A 1 _____	183
GRÁFICO 5.2 – GRÁFICO DE CONCORDÂNCIA DA AFIRMAÇÃO Ap.Ec. S A.C. COM O LIMIAR DE INDIFERENÇA IGUAL A 2 _____	183
GRÁFICO 5.3 – GRÁFICO DE CONCORDÂNCIA DA AFIRMAÇÃO A.C. S Ap.Ec COM O LIMIAR DE INDIFERENÇA IGUAL A 1 _____	183
GRÁFICO 5.4 – GRÁFICO DE CONCORDÂNCIA DA AFIRMAÇÃO A.C. S Ap.Ec COM O LIMIAR DE INDIFERENÇA IGUAL A 2 _____	183

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 – COBERTURA MUNDIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 2000	6
FIGURA 3.2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA	12
FIGURA 3.3 – SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS	13
FIGURA 3.4 – SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	13
FIGURA 3.5 – SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA	16
FIGURA 3.6 – SISTEMA PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO – ESQUEMA INDIVIDUAL	19
FIGURA 3.7 – SISTEMA PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO – ESQUEMA GERAL	20
FIGURA 3.8 – SISTEMA PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS	21
FIGURA 3.9 – MICTÓRIO SEM ÁGUA COM ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO CARTUCHO	28
FIGURA 3.10 – MICTÓRIO SEM ÁGUA SAARA	29
FIGURA 3.11 – EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA	32
FIGURA 3.12 – RECOMENDAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS	47
FIGURA 3.13 – PARÂMETROS QUALITATIVOS DA ÁGUA DE CHUVA PARA USOS ESPECÍFICOS	48
FIGURA 3.14 – SISTEMA PARA A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	51
FIGURA 3.15 – FILTRO 3P – VF1	51
FIGURA 3.16 – SISTEMA DE CAPTAÇÃO E DESCARTE DE ÁGUA DE CHUVA	52
FIGURA 3.17 – SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA DE UM TELHADO	53
FIGURA 3.18 – SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA DE UM TELHADO	53
FIGURA 3.19 – ESTRUTURA DO PGUAE	63
FIGURA 3.20 – ETAPAS DO PROCESSO DECISÓRIO	65
FIGURA 3.21 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO AMBIENTE DE DECISÃO	67
FIGURA 3.22 – FLUXOGRAMA DE UTILIZAÇÃO DO ELECTRE III	82
FIGURA 3.23 – FLUXOGRAMA DE DESTILAÇÃO DO ELECTRE III	83

FIGURA 4.1 –	ORGANOGRAMA DA CARACTERIZAÇÃO CONSUMO DE ÁGUA	87
FIGURA 4.2 –	ORGANOGRAMA DA CARACTERIZAÇÃO DAS AÇÕES DE ECONOMIA DE ÁGUA	88
FIGURA 4.3 –	ORGANOGRAMA DA AVALIAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DAS AÇÕES DE ECONOMIA DE ÁGUA	89
FIGURA 4.4 –	FACHADA LATERAL DO EDIFÍCIO	91
FIGURA 4.5 –	AMBIENTES SANITÁRIOS DO PAVIMENTO TÉRREO	92
FIGURA 4.6 –	AMBIENTES SANITÁRIOS DO PAVIMENTO TÉRREO	93
FIGURA 4.7 –	AMBIENTES SANITÁRIOS DO PAVIMENTO TÉRREO	93
FIGURA 4.8 –	TORNEIRAS DE USO COMUM DO PAVIMENTO TÉRREO	93
FIGURA 4.9 –	ÁREA DE SERVIÇO DOS APARTAMENTOS	94
FIGURA 4.10 –	BANHEIRO DE SERVIÇO DOS APARTAMENTOS	94
FIGURA 4.11 –	COZINHA DOS APARTAMENTOS	94
FIGURA 4.12 –	BANHEIRO DE USO COMUM DOS APARTAMENTOS	95
FIGURA 4.13 –	AQUECEDOR DE PASSAGEM DOS APARTAMENTOS	95
FIGURA 4.14 –	CONJUNTO MOTOR-BOMBA DE REGALQUE	96
FIGURA 4.15 –	TAMPA DE ACESSO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR	96
FIGURA 4.16 –	BARRILETE DE DISTRIBUIÇÃO	97
FIGURA 4.17 –	HIDRÔMETRO	97
FIGURA 4.18 –	SUB-COLETORES DE ESGOTO SANITÁRIO DO EDIFÍCIO	98
FIGURA 4.19 –	SISTEMA DE ÁGUA PLUVIAL DO EDIFÍCIO	98
FIGURA 4.20 –	FLUXOGRAMA DA AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DAS AÇÕES DE ECONOMIA DE ÁGUA	109
FIGURA 4.21 –	REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (RMC)	113
FIGURA 4.22 –	FLUXO DE CAIXA DA UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA	116
FIGURA 4.23 –	FLUXO DE CAIXA DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA	120
FIGURA 4.24 –	ETE COMPACTA MIZUMO LINHA PLUS	132
FIGURA 4.25 –	FLUXO DE CAIXA DO SISTEMA DE ÁGUA CINZA	137
FIGURA 4.26 –	FLUXO DE CAIXA DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA	145
FIGURA 4.27 –	CLASSIFICAÇÃO DESCENDENTE	164
FIGURA 4.28 –	CLASSIFICAÇÃO ASCENDENTE	167

FIGURA 5.1 – CLASSIFICAÇÃO FINAL DAS AÇÕES DE ECONOMIA DE ÁGUA
A SEREM APLICADAS NO EDIFÍCIO JARDIM LARISSA _____ 174

LISTA DE SIGLAS

A.C	- Ação de utilização de Água Cinza Tratada em Bacias Sanitárias
A.Ch	- Ação de utilização de Água de Chuva na lavagem de pisos, garagens e rega de jardim
A.S.A.P	- Alcance do atual Sistema de Abastecimento Público
Ap.Ec	- Ação de utilização de Aparelhos Economizadores
AQUA	- Avaliação Quantitativa do Uso da Água
BSRIA	- Associação de Pesquisa e Informação dos Serviços de Construção do Reino Unido
C.I.O	- Custo de Implantação e Operação
CMHC	- Corporação de hipotecas e moradias do Canadá
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CT	- Coliformes Totais
CTML	- Coliformes Termotolerantes
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEQ	- Departamento de Qualidade Ambiental
SAD	- Sistemas de Apoio à Decisão
DTA	- Documento Técnico de Apoio
ELECTRE	- Representação da Realidade por Eliminação e Escolha
EPA	- Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América
ETE	- Estação de Tratamento de Esgotos
I.S.A.P	- Impacto gerado no Sistema de Abastecimento Público
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGPM	- Índice Geral de Preços Médio
LIPURA	- Laboratório Institucional do Programa de Uso Racional da Água
MCDA	- Métodos multicriteriais de auxílio à decisão
MCDM	- Tomada de decisão multicritério
Med. Ind.	- Ação de utilização de medição individualizada
NBR	- Norma Brasileira
NBRI	- Instituto Nacional de Pesquisa em Construção
NMP	- Número Mais Provável

NPSH	- Energia Disponível na Sucção
NTU	- Unidade Nefelométrica de Turbidez
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas
P.R	- Período de Retorno
P.U	- Porcentagem Utilizada
PBQP-H	- Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PGUAE	- Plano de Gestão do Uso da Água em Edificações
PNCDA	- Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água
PROSAB	- Programa de Saneamento Básico
PSQ	- Programa Setorial de Qualidade
PURA	- Programa de Uso Racional da Água
R.C	- Risco de Contaminação Microbiológica
R.Pc	- Redução no consumo per capita
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
ufc	- unidade formadora de colônia
UHC	- Unidade Hunter de Contribuição
UNESCO	- Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura
VP	- Valor Presente

LISTA DE SÍMBOLOS

%	- porcentagem
A	- Conjunto de ações avaliadas
A_t	- Área da seção transversal da tubulação
a,b	- constantes de curva dose-resposta
α, β, γ	- Problemáticas da família ELECTRE
Ac	- Área de coleta de águas pluviais
BS	- Bacia Sanitária
C	- Índice de concordância
C	- Valor mensal da economia monetária de água potável
CH	- Chuveiro
c_j	- Índice de concordância para um critério j
cm	- centímetros
Cr	- Coeficiente de escoamento superficial regional
D	- Conjunto das ações restantes após cada etapa da destilação
δ	- Valor de credibilidade
ϕ	- Diâmetro
Δh	- Perda de carga
d_j	- Índice de discordância para um critério j
f	- Número de vezes em que a ação é subclassificada por outras ações
g	- Valor da ação
g_j	- Valor da ação segundo um critério j
Hg	- Altura geométrica
Hm	- Altura manométrica
H _Z	- Altura com relação a uma cota Z
I	- Relação de indiferença
I	- Etapas da destilação
j	- Critério
J	- Conjunto de critério onde o índice de discordância para um critério j é maior que o índice de concordância
k	- Coeficiente da fórmula para determinação do diâmetro de Bresse

kg	- Quilogramas
L	- Litros
λ	- Máximo valor da matriz de credibilidade
m	- metros
mca	- metros de coluna da água
mg	- miligramas
mm	- milímetros
mS/cm	- miliSimens por centímetro
N	- Concentração do elemento de exposição
n	- Ordem da destilação
$\bar{P}$	Altura média de precipitação
P_I	- Probabilidade de infecção
p	- Limiar de preferência
P	- Relação de preferência
p	- Número de vezes em que a ação sobreclassifica outras ações
p_j	- Limiar de preferência para um critério j
P_{PC}	- Pressão necessária nos pontos de consumo
P_{SA}	- Pressão disponível no ponto terminal
q	- Limiar de indiferença
Q	- Relação de preferência fraca
Q_M	- Matriz de destilação
q	- Diferença entre p e f
$\bar{q}$	- Máximo valor de q
Q_b	- Vazão
Q_{PSD}	- Vazão de distribuição
Q_{SA}	- Vazão do sistema de abastecimento público
q_{ch}	- Per capita de consumo do chuveiro
q_j	- Limiar de indiferença para um critério j
r	- taxa de juros anual
s	- segundos
S	- Relação de preferência
S_j	- Relação de preferência segundo um critério j

T	- Temperatura
UV	- Ultra violeta
V	- Volume do reservatório de armazenamento de água pluvial
v	- Limiar de veto
v_s	- Velocidade de escoamento do líquido na tubulação
V_{ap}	- Volume médio mensal armazenável de água pluvial
$V_{arm.esc}$	- Volume de armazenamento devido ao escoamento superficial
$V_{arm.mês}$	- Volume de armazenável no mês
V_{ch}	- Volume de água cinza gerada pelo chuveiro
V_d	- Volume de demanda de água cinza
V_{desc}	- Volume de descarte
v_j	- Limiar de veto para um critério j
V_{lv}	- Volume de água cinza gerada pelo chuveiro
V_o	- Volume de oferta de água cinza
V_r	- Volume de reservação
V_{ri}	- Volume de reservação inferior
V_{rs}	- Volume de reservação superior
V_s	- Volume de segurança
X	- Relação do número de horas de bombeamento por 24 horas

RESUMO

Nem sempre a sociedade tem noção da contribuição do desenvolvimento dos recursos hídricos para com a produtividade econômica e o bem estar social, embora tais objetivos dependam do suprimento e da qualidade da água. Com o crescimento destas atividades e da população, cresce da mesma maneira a demanda por água, sendo que muitos países estão atingindo rapidamente a escassez de água ou estão se defrontando com limites para o desenvolvimento econômico.

Em vista do exposto o objetivo da pesquisa foi apresentar o desenvolvimento de um sistema de hierarquização de ações de economia de água em edificações, o qual apresenta-se concebido no Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações. Integra este sistema de hierarquização um Sistema de Apoio à Decisão, através do método ELECTRE III.

Ao final da pesquisa constatou-se que a hierarquização das ações de economia de água foi pouco suscetível aos valores e pesos dos critérios, assim como dos limiares de indiferença, preferência e veto, inerentes ao método ELECTRE III, mostrando que, para os limiares impostos, a análise é robusta. Quanto aos critérios avaliados, estes se mostraram adequados, haja visto que os mesmos abrangeram os aspectos econômicos, de benefício e de segurança sanitária.

Quanto ao método ELECTRE III, sua aplicação propiciou trabalhar tanto variáveis objetivas quanto subjetivas, característica essa que encaminha um processo de hierarquização entendido como mais sensível à complexidade das decisões.

ABSTRACT

Not always is society aware of the contribution of the development of water resources to economic productivity and social well-being, even though these activities depend on the supply and quality of water. The growth of these activities and of the population increases the demand for water in the same proportion. Many countries are rapidly facing the lack of water or limits for the economical development.

Due to the facts aforementioned, the objective of this research was to present the development of a hierarchical system for of water economy actions in buildings. This system was conceived in the Program of Management of the Use of Water in Buildings. A System Support Decision, whose method is ELECTRE III, integrates this system.

At the end of the research we concluded that having a hierarchy in the actions for water savings was little susceptible to the values and weights of the criteria, as well as of the limits of indifference, preference and veto, inherent to the ELECTRE III method, showing that, for the imposed limits, the analysis is strong. As for the criteria evaluated, they were adequate, for they included the economic, benefit and sanitary safety aspects.

As for the ELECTRE III method, its application allowed working the objective as well as the subjective variables, a characteristic that provides a hierarchical process understood as more sensitive to the complexity of the actions.

1 INTRODUÇÃO

Nem sempre a sociedade tem noção da contribuição do desenvolvimento dos recursos hídricos para com a produtividade econômica e o bem estar social, embora tais objetivos dependam do suprimento e da qualidade da água. Com o crescimento da economia e do bem-estar da população, cresce da mesma maneira a demanda por água, sendo que muitos países estão atingindo rapidamente a escassez de água ou estão se defrontando com limites para o desenvolvimento econômico.

Em vista disso a humanidade deparou com um paradoxo no qual ela necessita da utilização dos recursos, porém deve garantir a sustentabilidade destes mesmos recursos.

Em 1972, em Estocolmo, foi realizada a conferência da ONU sobre o meio ambiente, onde foi elaborada a “Declaração da Conferência da ONU no Ambiente Humano”. Tal conferência estabeleceu princípios e critérios, os quais deveriam ser seguidos pela humanidade, no intuito de se preservar e melhorar o meio ambiente humano. Destes princípios cita-se o segundo, o qual diz (ONU, 1972):

“Os recursos naturais da terra incluídos o ar, a água, a terra, a flora e a fauna e especialmente amostras representativas dos ecossistemas naturais devem ser preservados em benefício das gerações presentes e futuras, mediante uma cuidadosa planificação ou ordenamento”.

Seguindo as mesmas tendências e de maneira a resgatar o que foi estabelecido em Estocolmo, em 1992 foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. A conferência resultou em um documento que estabelece diretrizes para o desenvolvimento sustentável, ou seja, um desenvolvimento que garanta a sustentabilidade dos recursos naturais tanto para as gerações presentes quanto para as gerações futuras. Esse documento foi denominado “Agenda 21”.

No capítulo 18, no item 18.12, a Agenda 21 estabelece algumas atividades a serem implementadas pela sociedade, no intuito de se garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos. Dentre estas se encontram as seguintes atividades, nas quais o presente trabalho se enquadra de maneira mais específica (IPARDES, 2001):

“Promover planos de uso racional da água por meio de conscientização pública, programas educacionais e imposição de tarifas sobre o consumo de água e outros instrumentos econômicos”.

“Desenvolver fontes novas e alternativas de abastecimento de água, tais como dessalinização da água do mar, reposição artificial de águas subterrâneas, uso de água de pouca qualidade, aproveitamento de águas residuais e reciclagem da água”.

“Promover a conservação da água por meio de planos melhores e mais eficientes de aproveitamento da água e da minimização do desperdício para todos os usuários, incluindo o desenvolvimento de mecanismos de poupança da água”.

“Apoiar os grupos de usuários para otimizar o manejo dos recursos hídricos locais”.

A presente pesquisa se insere no tema a partir da elaboração e aplicação de um sistema de classificação de alternativas de conservação da água em edificações. Partiu-se da hipótese da necessidade de um método que auxiliasse os agentes decisores, a própria sociedade, na hierarquização das diversas ações possíveis de uso racional da água, segundo critérios econômicos, de benefícios e de risco à saúde humana.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa é apresentar o desenvolvimento de um sistema de hierarquização de ações de economia de água em edificações, o qual apresenta-se concebido no Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações. Integra este sistema de hierarquização um sistema de apoio à decisão, o qual é o método ELECTRE III.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

No intuito de se atingir o objetivo geral da pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

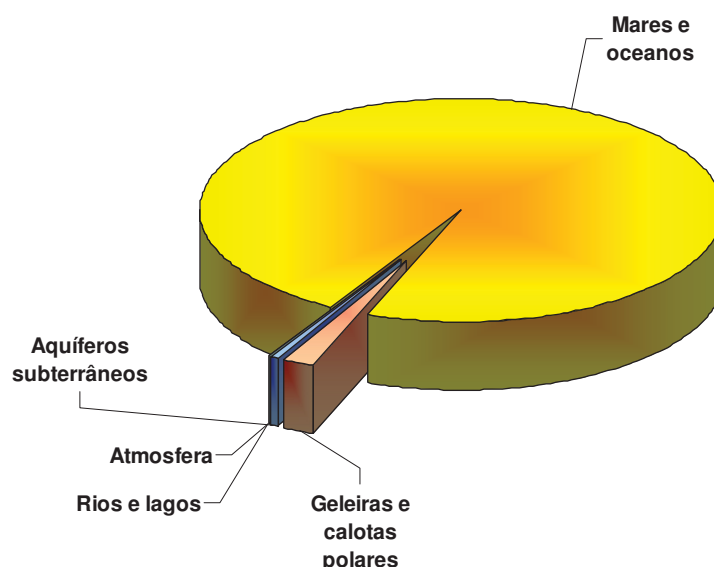
- Apresentar e aplicar ferramentas de caracterização do consumo da água.
- Apresentar e aplicar ferramentas para caracterização das ações de economia de água.
- Desenvolver e aplicar processo de avaliação da aplicabilidade das ações de economia de água.
- Aplicar e avaliar a aplicabilidade de um sistema de apoio à decisão para a hierarquização das ações de conservação de água, em especial o método ELECTRE III.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA

Dos insumos naturais a água é dos mais abundantes no planeta. O volume existente distribui-se da seguinte maneira: 97,4% encontram-se nos mares e oceanos, 2,0% nas geleiras e nas calotas polares, 0,585% constituem os aquíferos subterrâneos, 0,014% constituem o volume de rios e lagos e finalmente, 0,001% estão distribuídos na atmosfera. Esta distribuição é apresentada no gráfico 3.1 abaixo (MIELI, 2001).

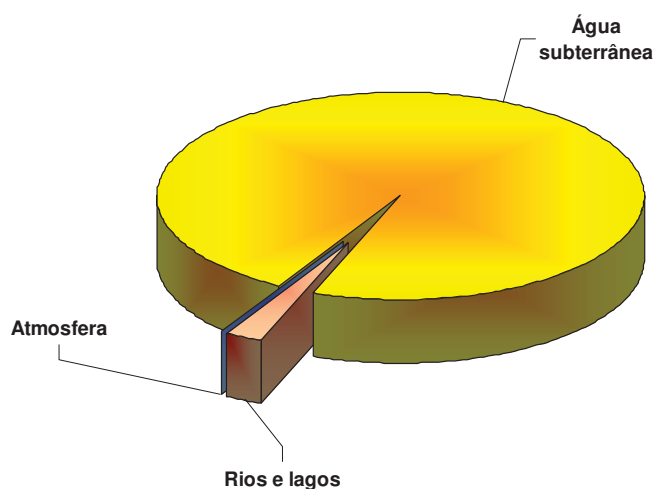
GRÁFICO 3.1 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO PLANETA TERRA



FONTE: Adaptado de MIELI (2001)

Infelizmente, a abundância de água existente em nosso planeta não se traduz em disponibilidade para o consumo. Da totalidade apenas 0,6% é a quantidade referente à água doce, a qual representa a parcela com possibilidade de uso e esta parcela é subdividida, segundo MIELI (2001), em: 97,5% de água subterrânea, 2,4% de águas superficiais (rios e lagos) e 0,1% de águas presentes na forma de vapor na atmosfera (ver gráfico 3.2).

GRÁFICO 3.2 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DOCE NO PLANETA TERRA

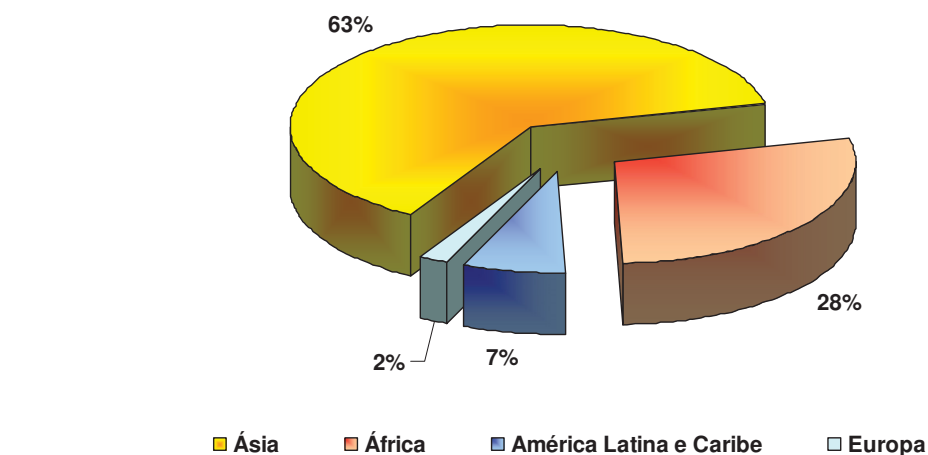


FONTE: Adaptado de MIELI (2001)

Segundo WERTHEIN (2004) do total de água presente em nosso planeta, apenas 2,53% é própria para consumo humano. Segundo o autor, na atualidade, cerca de 1,5 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável no mundo e cerca de 2,9 bilhões estão sem serviços sanitários básicos. Em 2015, 40% da população projetada, em torno de 3 bilhões de pessoas, estarão vivendo em países com dificuldades de garantir água suficiente para atender a agricultura, a indústria e as necessidades domésticas da população.

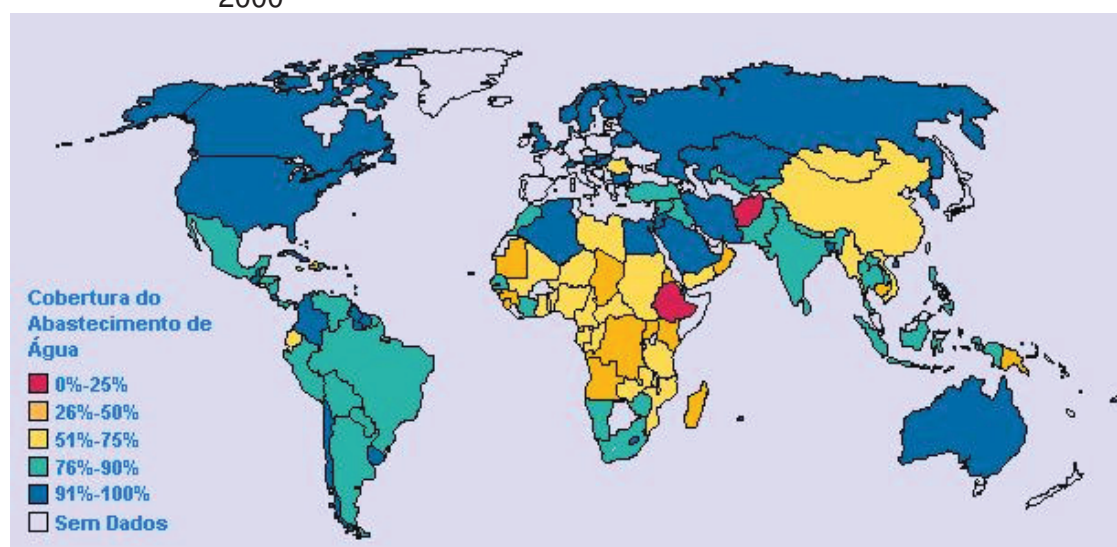
O relatório de Avaliação Mundial de Abastecimento de Água e Saneamento em 2000, da Organização Mundial da Saúde (OMS), apresenta a estimativa da população não atendida por sistemas de abastecimento de água, por região (ver gráfico 3.3). Estas porcentagens equivalem, para o ano de 2000, a uma população de 1.100 milhões de habitantes. A figura 3.1 apresenta, através do mapa mundial, a situação da cobertura de abastecimento de água tratada no planeta, no ano de 2000 (OMS, 2000).

GRÁFICO 3.3 – POPULAÇÃO MUNDIAL SEM ABASTECIMENTO DE ÁGUA TRATADA, POR REGIÃO



FONTE: Adaptado de OMS (2000.)

FIGURA 3.1 – COBERTURA MUNDIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 2000



FONTE: OMS (2000.)

3.2 USOS DA ÁGUA NO MEIO ANTRÓPICO

3.2.1 Aspectos qualitativos

Para a determinação da qualidade da água devem ser analisados parâmetros físicos, químicos e biológicos, medidos a partir da comparação com critérios de qualidade referentes a cada uso. Isso possibilita estabelecer a

utilização, ou não, da referida fonte, bem como grau de tratamento da água necessário para que se atenda aos critérios de uso. Os principais parâmetros físicos, químicos e biológicos são apresentados no quadro 3.1.

QUADRO 3.1 – PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

FÍSICOS	QUÍMICOS	BIOLÓGICOS
Cor	pH	Coliformes Totais
Turbidez	Alcalinidade	Coliformes Fecais
Sabor e odor	Acidez	Algas
Temperatura	Dureza	Bactérias
	Ferro e Manganês	
	Cloretos	
	Nitrogênio	
	Fósforo	
	Oxigênio Dissolvido	
	Matéria Orgânica	
	Metais pesados	
	Micropoluentes inorgânicos	
	Micropoluentes orgânicos	

FONTE: Adaptado de VON SPERLING (1996)

Os critérios qualitativos da água, a serem respeitados, são determinados com a definição do uso a que se destina a fonte de água, como citado anteriormente. O quadro 3.2 apresenta uma relação da qualidade da água requerida, para determinados usos.

QUADRO 3.2 – ASSOCIAÇÃO ENTRE OS USOS DA ÁGUA E OS REQUISITOS DE QUALIDADE (continua)

Uso Geral	Uso específico	Qualidade Requerida
Abastecimento de água doméstico	-	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde - Isenta de organismos prejudiciais à saúde - Adequada para serviços domésticos - Baixa agressividade e dureza - Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor, ausência de microorganismos)

QUADRO 3.2 – ASSOCIAÇÃO ENTRE OS USOS DA ÁGUA E OS REQUISITOS DE QUALIDADE (continua)

Uso Geral	Uso específico	Qualidade Requerida
Abastecimento Industrial	Água é incorporada ao produto (ex: alimento, bebidas, remédios)	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde - Isenta de organismos prejudiciais à saúde - Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor)
	Água entra em contato com o produto	- Variável com o produto
	Água não entra em contato com o produto (ex: refrigeração, caldeiras)	- Baixa dureza - Baixa agressividade
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais a saúde - Isenta de organismos prejudiciais à saúde - Salinidade não excessiva
	Demais plantações	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações - Salinidade não excessiva
Dessedentação de animais	-	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais a saúde dos animais - Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais
Preservação da fauna e da flora	-	- Variável com os requisitos ambientais das flores e da fauna que se deseja preservar
Recreação e lazer	Contato primário (contato direto com o meio líquido; ex: natação, esqui, surfe)	- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde - Isenta de organismos prejudiciais à saúde - baixos teores de sólidos em suspensão e óleos e graxas
	Contato secundário (não há contato direto com o meio líquido; ex: navegação de lazer, pesca)	- Aparência agradável
Geração de energia	Usinas hidrelétricas	- Baixa agressividade
	Usinas nucleares ou termelétricas (ex: torres de resfriamento)	- Baixa dureza

QUADRO 3.2 – ASSOCIAÇÃO ENTRE OS USOS DA ÁGUA E OS REQUISITOS DE QUALIDADE (conclusão)

Uso Geral	Uso específico	Qualidade Requerida
Transporte	-	- Baixa presença de material grosseiro que possa por em risco as embarcações
Diluição de despejos	-	-

FONTE: VON SPERLING (1996)

Dentre os usos relacionados encontra-se a água potável. No Brasil a principal fonte de parametrização da qualidade da água potável é a Portaria nº518, do Ministério da Saúde. A mesma estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, no que tange aos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Segundo a referida portaria, uma água potável é definida como “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”.

O quadro 3.3 apresenta os principais parâmetros microbiológicos estabelecidos pela portaria Nº 518.

QUADRO 3.3 – PADRÃO MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Parâmetro	Fonte/Uso	VMP ⁽¹⁾
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Água para consumo humano ⁽²⁾	Ausência em 100 mL
Coliformes totais	Água na saída do tratamento	Ausência em 100 mL
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾		Ausência em 100 mL
Coliformes totais	Água tratada no sistema de distribuição (reservatório e rede)	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL.

NOTA: (1) Valor Máximo Permitido;

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras;

(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

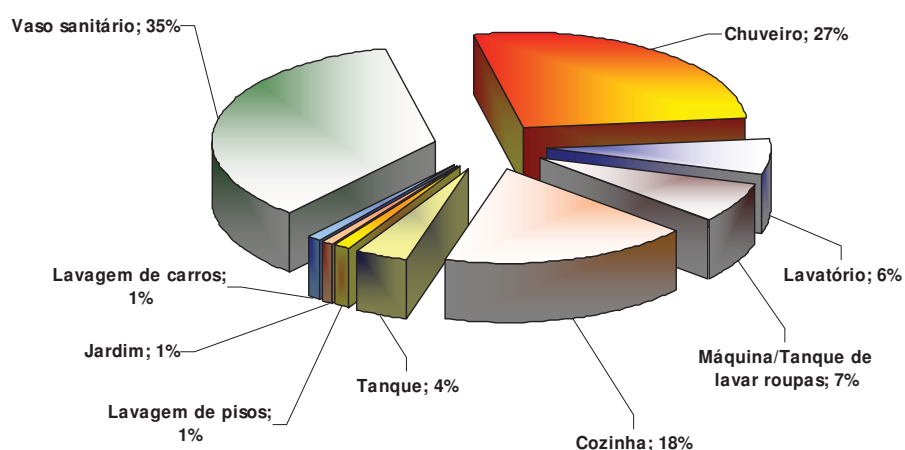
FONTE: Adaptado de BRASIL (2004)

3.2.2 Aspectos quantitativos

Quanto aos diversos usos da água o *World Resources Institute* apresenta que, no ano de 2003, a água potável é utilizada no mundo, em média, segundo a seguinte proporção: 71% é utilizada na agricultura, 9% em uso doméstico e 20% na indústria. No Brasil 61% é utilizada na agricultura, 21% em usos domésticos e 18% na indústria (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2003).

MIELI (2001) apresenta um estudo onde foi realizada uma avaliação do consumo doméstico para 20 residências, cujos valores são apresentados no gráfico 3.4 a seguir:

GRÁFICO 3.4 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS



FONTE: Adaptado de MIELI (2001)

3.3 USOS DA ÁGUA NO MEIO URBANO

3.3.1 Meio urbano

A edificação, estrutura onde se encontram os sistemas a serem avaliados por este trabalho, está imersa na cidade e esta, por sua vez, encontra-se inserida no meio urbano. O meio urbano pode ser definido como uma relação entre o

sistema natural, constituído do meio físico e do meio biológico, e o sistema antrópico, caracterizado pelo homem e suas atividades (MOTA, 1999).

Segundo o referido autor, meio antrópico se caracteriza, principalmente, pelos seguintes aspectos: aspectos demográficos, usos do solo, atividades e meios produtivos, níveis de educação, saneamento e saúde, infra-estrutura existente, comunicação e transporte, habitação, aspectos culturais e áreas de valor histórico-cultural.

Todos estes aspectos representam as necessidades inerentes ao homem e estão intimamente ligados aos meios físico e biótico, pois, para que sejam atendidas tais necessidades, o homem busca os recursos na natureza, provocando com isso modificações na mesma. Estas modificações podem ser exemplificadas através da realização de obras civis, como a construção de barragens, sistemas de abastecimento de água, sistema de coleta e tratamento de esgotos, entre outros.

Segundo DREW (1983) o ambiente natural é alterado de maneira significativa pela urbanização. E, sendo os mananciais abastecedores, subterrâneos e superficiais, parte deste sistema natural, os mesmos também são afetados pelo meio antrópico, tanto no que diz respeito a sua qualidade quanto à quantidade (ANDREOLI, 2000a; ANDREOLI et al., 2000b).

PORTO et al.(1997), citando trabalho de HALL (1984)¹, apresentam como efeitos da urbanização as inundações urbanas decorrentes da impermeabilização do solo, causando maiores picos de cheia e vazões de rios; das redes de drenagem, as quais ocasionam maiores picos de cheia a jusante das mesmas; do lixo, causando entupimento de bueiros e galerias de águas pluviais, assim como degradando a qualidade das águas; das redes de coleta e transporte de esgotos sanitários deficientes, que degradam a qualidade das águas; do desmatamento e desenvolvimento indisciplinado, causando assoreamento, picos de cheia e erosão.

¹ HALL, M. J. (1984)- **Urban Hydrology**. Essex: Elsevier.

3.3.2 Infra-estrutura sanitária

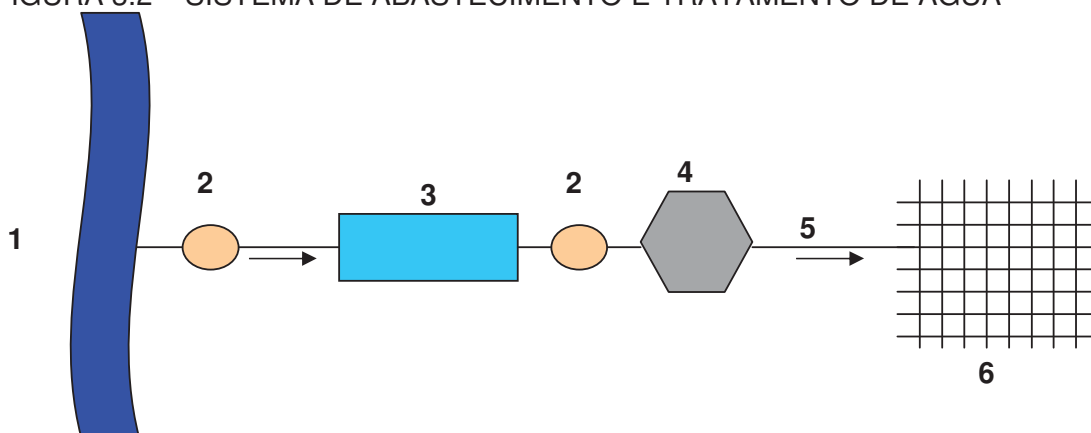
A infra-estrutura sanitária ou atividades de saneamento é composta de ações que visem garantir a prevenção de doenças e promover a saúde ao homem. Essas ações podem ser englobadas em abastecimento e tratamento de água, sistema de coleta e tratamento de esgotos, sistema de coleta e disposição final de resíduos sólidos, sistema de drenagem de águas pluviais, controle de insetos e roedores, controle de alimentos e controle da poluição ambiental (MOTA, 1997).

Devido ao fato da pesquisa tratar de ações que visem garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos, serão descritas a seguir as atividades de saneamento relacionadas à água, ou seja, o sistema de abastecimento e tratamento de água, o sistema de coleta e tratamento de esgotos e o sistema de drenagem de águas pluviais.

3.3.2.1 Sistema de abastecimento e tratamento de água

A figura 3.2 apresenta, esquematicamente, um sistema público de abastecimento e tratamento da água. A função desse sistema é captar e fornecer à população água em volume adequado, bem como com qualidade que atenda aos padrões de potabilidade. Este sistema é composto da captação (1), estação elevatória de água (2), estação de tratamento de água (3), reservatório (4), adutora (5) e rede de distribuição (6).

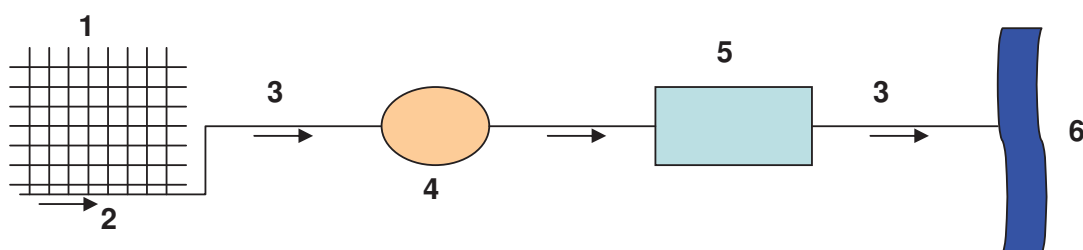
FIGURA 3.2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA



3.3.2.2 Sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários

A figura 3.3 apresenta, esquematicamente, um sistema público de coleta e tratamento de esgotos sanitários. A função desse sistema é coletar, conduzir e dispor adequadamente as águas residuárias, respeitando os padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pelo CONAMA nº 357, antigo CONAMA nº 20. O sistema é composto da rede coletora (1), interceptor (2), emissário (3), estação elevatória de esgotos (4), estação de tratamento de esgotos (5) e corpo receptor (6).

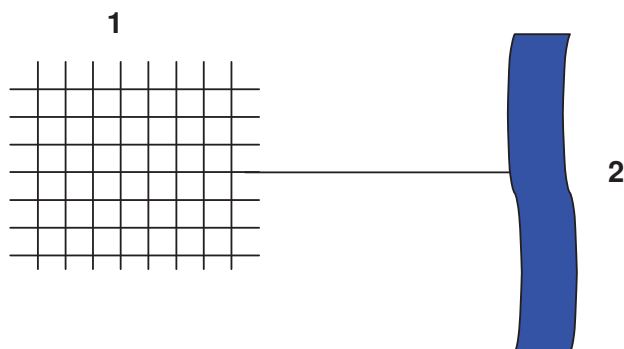
FIGURA 3.3 – SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS



3.3.2.3 Sistema drenagem de águas pluviais

A figura 3.4 apresenta, esquematicamente, um sistema público de drenagem de águas pluviais. A função desse sistema é coletar e dar um destino final às águas pluviais. O sistema é composto basicamente pela galeria de águas pluviais (1) e pelo corpo receptor (2).

FIGURA 3.4 – SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS



3.3.3 Edifício

O edifício é composto de subsistemas que se inter-relacionam, sendo estes subsistemas classificados de acordo com a função que desempenham, como apresentado no quadro 3.4.

Quando se projeta cada subsistema deve-se levar em consideração todas as diversas interações existentes entre os mesmos, de forma a garantir a harmonia funcional solicitada pelo usuário, sendo que, segundo GRAÇA (1985)², citado por ILHA e GONÇALVES (1994), esta harmonia se caracteriza pelo relacionamento adequado entre o homem, o edifício e o meio ambiente.

QUADRO 3.4 – CLASSIFICAÇÃO DOS SUBSISTEMAS DO EDIFÍCIO

SUBSISTEMAS	
Estrutura	Fundações Superestrutura
Envoltória Externa	Sob nível do solo Sobre nível do solo
Divisões de Espaços Externos	Verticais Horizontais Escadas
Divisões de Espaços Internos	Verticais Horizontais Escadas
Serviços	Suprimento e disposição de água Controle térmico e ventilação Suprimento de gás Suprimento de energia elétrica Telecomunicações Transporte Mecânico Transporte Pneumático e por Gravidade Segurança e Proteção

FONTE: ILHA e GONÇALVES (1994) citando Norma ISO/DP6241

Este trabalho trata de ações que deverão ser tomadas sobre o sistema hidráulico sanitário de edificações, portanto, cabe citá-lo como objeto de estudo da pesquisa, assim como descrevê-lo. Cabe salientar que o assunto é extensamente discutido em várias bibliografias da área, sendo o mesmo apresentado de uma maneira similar em todas elas.

² GRAÇA, M. E. A. **Formulação de modelo de avaliação das condições determinantes da necessidade de ventilação secundária em sistemas prediais de coleta de esgotos sanitários**. São Paulo, 1985. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ILHA e GONÇALVES (1994) subdividem os sistemas prediais hidráulicos e sanitários da seguinte forma:

- Sistema de suprimento;
 - Sistema de água fria;
 - Sistema de água quente;
- Sistema de equipamento/aparelho sanitário;
- Sistema de esgotos sanitários.

3.3.3.1 Sistemas prediais de água fria e quente

O sistema predial de água fria é o responsável pelo suprimento de água na edificação. A fonte de alimentação pode ser particular, como poços artesianos, ou através da rede pública de abastecimento. A fonte particular, quando utilizada, deve garantir a qualidade da água para uso humano, através de um de tratamento adequado (ILHA e GONÇALVES, 1994).

No caso da utilização de abastecimento pela rede pública têm-se dois sub-sistemas básicos:

- Abastecimento e
- Distribuição.

O fornecimento de água à edificação se dá através de uma ligação predial composta de um ramal predial, aparelho medidor de consumo (hidrômetro), de um alimentador predial, em alguns casos de reservatórios inferior e/ou superior e da distribuição.

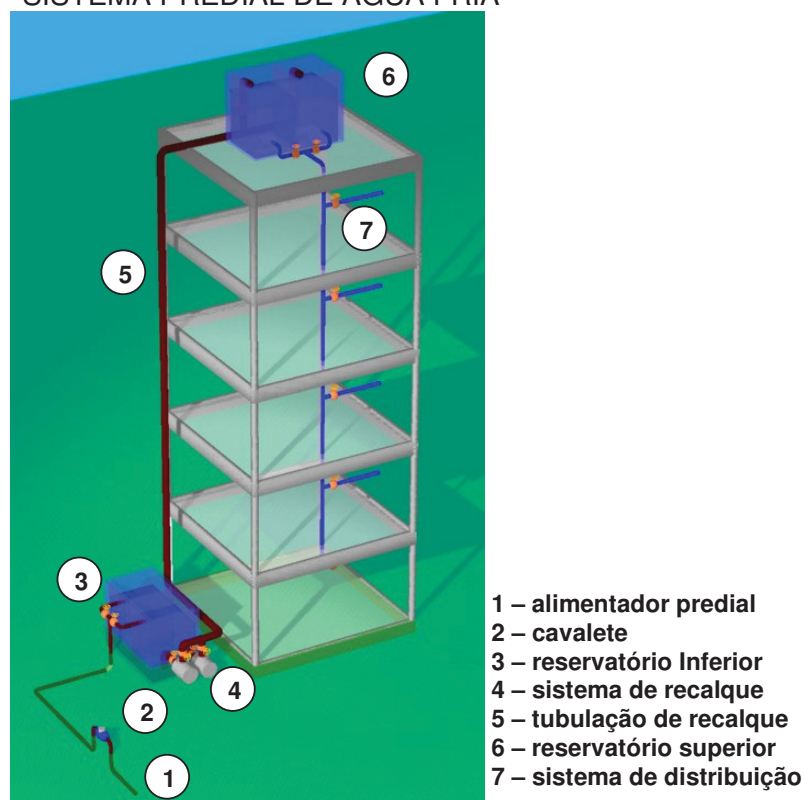
O sistema de distribuição é aquele que transporta a água até os pontos de consumo, sendo o mesmo de dois tipos, ascendente ou descendente, variando de acordo com sistema de abastecimento adotado.

O abastecimento da água de uma edificação pode ser realizado de três formas: sistema de abastecimento direto, sistema de abastecimento indireto e sistema de abastecimento misto.

No sistema direto, os pontos de consumo são abastecidos diretamente da rede pública, sem a interposição de reservatórios. Pode ser com ou sem bombeamento. Já o sistema indireto, o qual pode ser por gravidade ou hidropneumático, possui a interposição de um ou mais reservatórios (ILHA e GONÇALVES, 1994).

No Brasil, os sistemas mais utilizados são o indireto com reservatório superior e o indireto com bombeamento e reservatórios inferior (cisterna) e superior (ver figura 3.5).

FIGURA 3.5 –SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA



Quanto à escolha do sistema a ser adotado, ILHA e GONÇALVES (1994) apresentam o seguinte critério: havendo a confiabilidade no abastecimento público de água, quanto a vazões e pressões adequadas, pode-se optar tanto pelo sistema direto como pelo sistema indireto de abastecimento, dependendo das condições de demanda, porém caso isso não se verifique, deve-se optar pelo sistema indireto de abastecimento de água.

Os autores ainda apresentam relações práticas entre a vazão de abastecimento público (Q_{SA}), a vazão de distribuição (Q_{PSD}), a pressão disponível no ponto terminal (P_{SA}) e a pressão necessária nos pontos de consumo (P_{PC}), para a escolha do sistema a ser adotado, quais sejam:

- $Q_{SA} \geq Q_{PSD}$ e $P_{SA} \geq P_{PC}$ – utilizar sistema direto ou indireto com reservatório superior;
- $Q_{SA} \geq Q_{PSD}$ e $P_{SA} < P_{PC}$ – utilizar sistema direto com bombeamento ou indireto com bombeamento, reservatório inferior e reservatório superior ou ainda sistema indireto com bombeamento mais reservatório inferior e tanque de pressurização;
- $Q_{SA} < Q_{PSD}$ e $P_{SA} \geq P_{PC}$ – utilizar sistema indireto com reservatório superior;
- $Q_{SA} < Q_{PSD}$ e $P_{SA} < P_{PC}$ – utilizar sistema indireto com reservatório inferior e reservatório superior ou sistema indireto com reservatório inferior e tanque pressurização.

Em alguns casos, existe a necessidade de limitar as pressões na distribuição, no intuito de eliminar ruídos, corrosão e golpe de aríete. A forma de se reduzir pressões em edifícios de grande altura é através da utilização de válvulas redutoras de pressão ou pela construção de um reservatório intermediário.

O sistema predial de água quente, por sua vez, se caracteriza pela introdução de uma forma de aquecimento ao sistema de água fria. Este sistema pode ser classificado, segundo ILHA et al. (1994), em individual, central privado e central coletivo.

O sistema individual é caracterizado pela não utilização de uma rede de distribuição, pois a alimentação se apresenta em um único ponto de utilização. O central privado é composto de uma rede de distribuição e um equipamento de aquecimento, o qual fornece água quente para diversos pontos de utilização de uma mesma unidade, por exemplo, um apartamento. O central coletivo, da mesma forma que o anterior, se caracteriza pela existência de uma rede de distribuição e um equipamento de aquecimento, porém, neste sistema, o atendimento é realizado

para diversas peças de utilização existentes em mais de uma unidade, por exemplo, um prédio de apartamentos.

3.3.3.2 Sistemas de coleta e transporte dos esgoto e água pluvial

No meio urbano, o esgoto e a água pluvial predial devem ser lançados em redes públicas de coleta. No Brasil, adota-se o sistema separador absoluto, no qual existem duas redes de coleta, uma para o esgoto sanitário e outra para a água pluvial.

a) Sistema predial de esgoto sanitário

A NBR-8160 apresenta os componentes necessários ao sistema predial de coleta e transporte de esgotos das edificações. Este sistema divide-se em dois sub-sistemas, o de coleta e transporte de esgoto e o de ventilação.

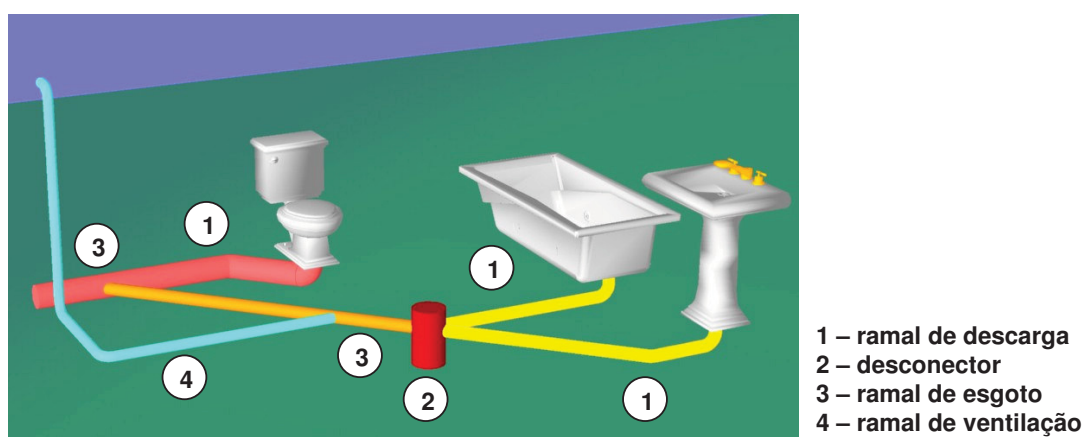
O sistema de coleta e transporte de esgoto é composto pelo desconector, ramais de descarga e de esgoto, tubos de queda, caixa de gordura, caixa de inspeção ou de passagem e os subcoletores, onde:

- Ramal de descarga: caracteriza-se pela tubulação responsável pela ligação entre as peças de utilização e os ramais de esgoto ou desconectores;
- Desconector: dispositivo hidráulico que impede a passagem de gases e pequenos animais;
- Ramal de esgoto: tubulação que liga os ramais de descarga e desconectores aos tubos de queda ou subcoletores;
- Tubo de queda: tubulação responsável pelo transporte vertical do esgoto;
- Caixa de gordura: responsável pela retenção das gorduras, óleos e graxas contidas no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma;

- Caixa de inspeção ou de passagem: responsável pelo acesso para a limpeza e inspeção das tubulações, além de realizar as mudanças de direção e de declividade da rede interna de coleta;
- Subcoletores: tubulações que realizam a ligação entre as caixas de inspeção ou de passagem e o coletor predial, responsável pela ligação entre a rede interna de coleta de esgoto sanitário e a rede pública de coleta ou ao tratamento particular, sistema de tratamento com fossa séptica e filtro anaeróbio, por exemplo.

As figuras 3.6 e 3.7 apresentam alguns dos componentes do sistema predial de coleta de esgotos sanitários, citados acima.

FIGURA 3.6 – SISTEMA PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO – ESQUEMA INDIVIDUAL

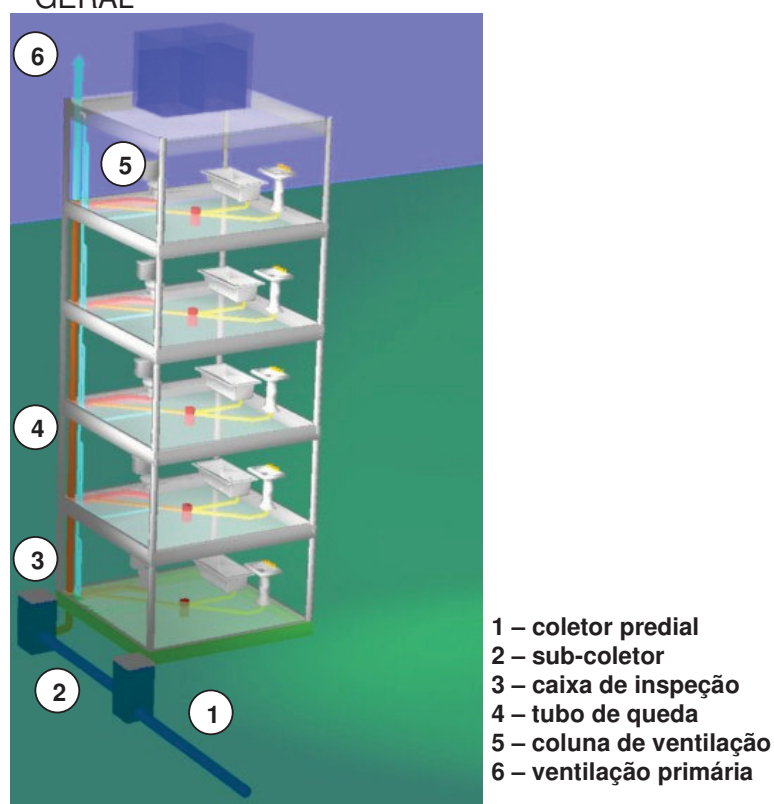


O sistema de ventilação tem a função de liberar os gases para a atmosfera e de proteger o subsistema anterior. Este subsistema é composto pelo ramal de ventilação, tubulação de ventilação primária e quando necessária a tubulação de ventilação secundária, onde:

- Ramal de ventilação: tubo ventilador que interliga o desconector, ou ramal de descarga, ou ramal de esgoto de um ou mais aparelhos sanitários a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário;

- Tubulação de ventilação primária: caracteriza-se pelo prolongamento do tubo de queda acima do ramal mais alto a ele ligado e com a extremidade superior aberta à atmosfera situada acima da cobertura;
- Tubulação de ventilação secundária: conjunto de tubulações e conexões com a finalidade de promover a ventilação secundária³ do sistema predial de esgoto sanitário.

FIGURA 3.7 – SISTEMA PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO – ESQUEMA GERAL



b) Sistema de coleta e transporte de água pluvial

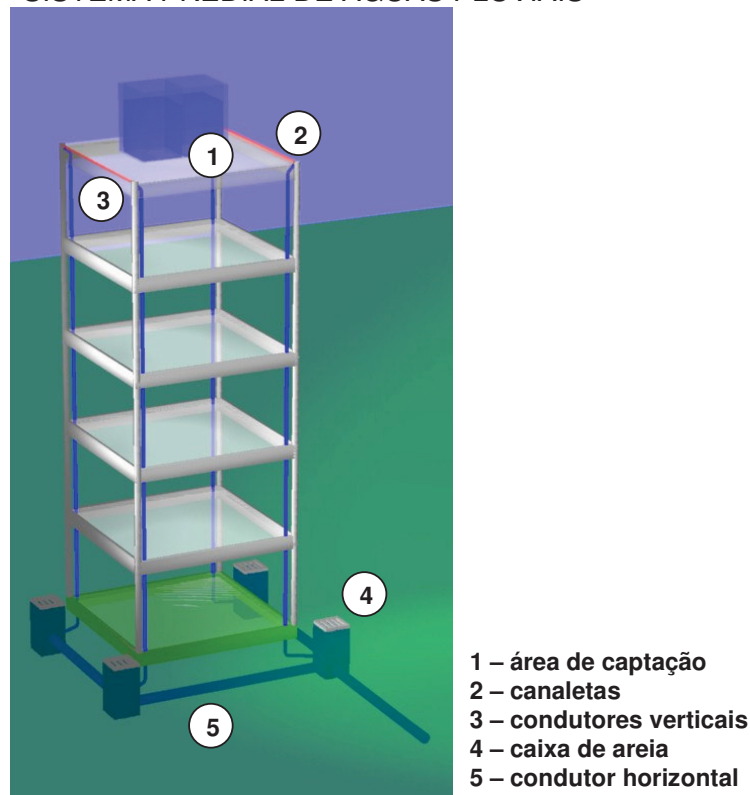
A NBR-10844 apresenta os principais componentes do sistema predial de coleta e transporte de água pluvial, que são a área de contribuição, a calha, os condutores verticais, caixas de areia e os condutores horizontais, onde:

³ Ventilação secundária é aquela proporcionada pelo ar que escoar no interior das colunas, ramais ou barriletes de ventilação.

- Área de contribuição: caracterizada pela soma das superfícies que, interceptando chuvas, conduzem as águas para um determinado ponto da instalação;
- Calha: canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino;
- Condutores verticais: tubulações destinadas a recolher a água das calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício;
- Caixas de areia, utilizadas nos condutores horizontais destinados a recolher detritos por deposição;
- Condutores horizontais: canais ou tubulações horizontais, destinados a recolher e conduzir as águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.

A figura 3.8 apresenta alguns dos componentes do sistema de coleta e transporte de águas pluviais citados acima.

FIGURA 3.8 –SISTEMA PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS



3.4 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

3.4.1 Conceitos

A conservação da água é aqui admitida como um conjunto ações que visem proporcionar a economia e a preservação da água, tanto nos mananciais abastecedores, no sistema público de abastecimento de água e nas edificações. No entanto, vários autores apresentam suas definições (SANTOS, 2001).

Segundo KALLIS et al. (2004) citando BAUMANN et al. (1998)⁴, conservação da água é definida como qualquer medida de redução do uso da água ou de perdas de água, sendo que estas perdas podem ser físicas ou não físicas.

Já SILVA (1986)⁵, citado por BARRETO (1998), apresenta as ações de preservação do recurso água em três níveis de abrangência:

- Nível “macro”, onde se atua sobre os grandes sistemas ambientais e bacias hidrográficas;
- Nível “intermediário”, onde se atua sobre os sistemas públicos de abastecimento de água e coleta de esgotos;
- Nível “micro”, onde a área de atuação se concentra nas edificações.

Os três níveis citados estão interligados, pois ao se atuar sobre as edificações diminui-se a demanda de água necessária ao abastecimento, com isso pode-se atenuar uma possível sobrecarga no sistema de abastecimento de água e coleta de esgotos e conseqüentemente a degradação dos grandes sistemas ambientais e das bacias hidrográficas será mitigada.

Quando se aplicam medidas de conservação da água obtém-se redução de custos na operação do sistema de suprimento de água, como por exemplo, redução na utilização de produtos químicos para o tratamento, redução de gastos com

⁴ BAUMANN D., BOLAND J. and HANEMANN W.N. **Urban water demand management and planning**. Mc. Graw-Hill Inc. 1998

⁵ SILVA, R.T.; MONTENEGRO, M.H.F. **Economia de água: Quadro de necessidades e linhas de atuação**. In: Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público”. São Paulo, 1986.

energia elétrica para o eventual sistema de recalque, além de que aumenta-se o tempo de vida útil da capacidade do sistema de abastecimento de água, fazendo com que a necessidade de uma expansão seja prorrogada. Quanto ao sistema de esgotamento sanitário este tem sua capacidade aumentada ou melhorada, com isso retardam-se os impactos ambientais irreversíveis ocasionados pela construção de novas infra-estruturas hidráulicas (KALLIS et al., 2004).

3.4.2 Conservação da água no habitat humano

No habitat humano, ou seja, nas cidades, a conservação da água se caracteriza, principalmente, pelas ações de redução de perdas de água e pelo reúso da água.

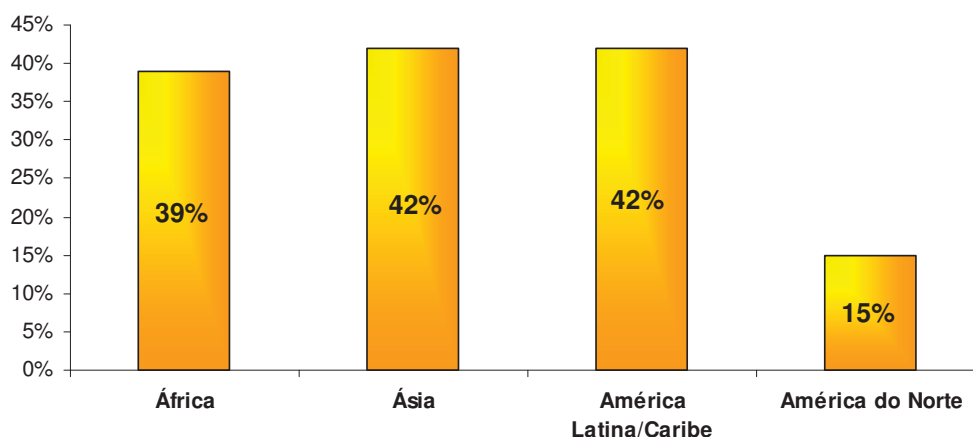
As perdas, no sistema urbano de abastecimento de água, podem ser físicas ou não físicas. A perda física é caracterizada, segundo CONEJO et al. (1999), como sendo a água retirada da fonte de abastecimento e que não é consumida pelo cliente final; dentre estas citam-se: as perdas que ocorrem por vazamentos em tubulações, equipamentos e estruturas, por extravasamento em reservatórios e canais, a água utilizada para lavagem de filtros e limpeza de decantadores e descargas em redes de adução e distribuição.

As perdas não físicas são aquelas ocasionadas por ligações clandestinas, ausência de micromedição, deficiências da micromedição e gerenciamento ineficiente de consumidores, ou seja, a perda não física é aquela onde existe o fornecimento da água porém ela não é faturada. A OMS apresenta dados de água não contabilizada no sistema público de abastecimento de água de diferentes regiões do planeta. Com relação às grandes cidades, isto se deve, principalmente, às perdas físicas, e chegam à ordem de 42%, como é apresentado no gráfico 3.5 (OMS, 2000).

Da mesma forma, KALLIS et al. (2004) citando BAUMANN et al. (1998)⁴, apresentam as seguintes medidas de economia de água no meio urbano: redução na demanda e no consumo final de água, redução de perdas na infra-estrutura hidráulica e no sistema de distribuição, o uso de fontes alternativas de água,

proteção das fontes de água quanto à poluição ou melhora na qualidade destas fontes.

GRÁFICO 3.5 – PORCENTAGEM MÉDIA DE ÁGUA NÃO CONTABILIZADA NAS GRANDES CIDADES DA ÁFRICA, ÁSIA, AMÉRICA LATINA, CARIBE E AMÉRICA DO NORTE



FONTE: Adaptado de OMS (2000)

Na mesma linha dos autores anteriores, CONEJO et al. (1999) sugerem as seguintes ações para a redução de perdas físicas: a redução da pressão nas redes de abastecimento, substituição e recuperação das redes, pesquisa de vazamentos nas redes públicas, melhorias operacionais, no intuito de minimizar as possibilidades de extravazamento de reservatórios, descargas de rede, perdas de água do processo e manobras incorretas. A redução das perdas não físicas são as mais fáceis e de retorno financeiro mais rápido, são ações de âmbito administrativo e de gerenciamento, como a atualização cadastral em termos de categoria do consumidor, a política de cortes de inadimplentes, além do aprimoramento do sistema comercial, como o sistema de faturamento.

O reúso da água será, no presente trabalho, definido como sendo a reutilização da água potável. Quanto à utilização de águas servidas, esta é melhor caracterizada pela palavra “uso”, pois, como anteriormente citado, o reúso é o da água, onde esta foi primeiramente utilizada como água potável (SANTOS, 2004).

MANCUSO e SANTOS (2003), citando trabalho da Organização Mundial da Saúde (1973)⁶, apresentam a seguinte classificação para o reúso da água: o reúso indireto, onde a água utilizada, no uso doméstico ou industrial, é lançada em um corpo receptor, quer seja subterrâneo ou superficial, e é novamente utilizada a jusante do ponto de lançamento; o reúso direto, que se caracteriza pela utilização direta dos esgotos tratados, para fins como irrigação, recarga de aquíferos, uso industrial e água potável; reciclagem interna, o qual normalmente ocorre dentro do ambiente industrial, com a finalidade de economia de água e controle da poluição. Cabe, neste ponto, estabelecer a diferença, apresentada pelos referidos autores, entre reciclagem e reúso, onde o primeiro se caracteriza pela utilização do esgoto, antes da sua descarga em um sistema de tratamento ou outra forma de disposição, enquanto que, o segundo, é a utilização das descargas dos efluentes, por outro grupo, diferente daquele que realizou a descarga.

O reúso potável é aquele onde o efluente tratado atende aos requisitos mínimos de potabilidade, enquanto que no reúso não potável estes requisitos não são atendidos. O reúso planejado é aquele onde ocorre a realização de um planejamento prévio onde há monitoramento constante do efluente tratado que está sendo distribuído. Caso haja reúso de forma acidental, caracteriza-se, portanto o reúso não planejado.

METCALF e EDDY (2003) utilizam o termo reúso de água, quando se trata do uso de efluente tratado para um uso benéfico como na irrigação agrícola e água de resfriamento utilizada em indústrias. A água reciclada é definida, pelos autores, como sendo o processo de coleta e utilização de águas residuárias em um mesmo processo que utilize água. A prática de reciclagem da água é muito aplicada em indústrias de produtos manufaturados e geralmente envolve apenas um usuário.

FRIEDLER (2001) apresenta as duas principais finalidades do reúso, que é a conservação da água nos mananciais, através da não utilização de águas com uma certa qualidade, onde esta qualidade não é requerida, e o controle ambiental, através da diminuição do volume de efluentes lançados nos recursos hídricos.

⁶ WORLD HEALTH ORGANIZATION. Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards. Of a WHO meeting of experts. Technical report series n. 517. Genebra, 1973.

WESTERHOFF (1984)⁷, citado por MANCUSO e SANTOS (2003), utiliza duas grandes categorias para classificação de reúso de água, reúso potável e não potável.

3.4.3 Conservação da água nas edificações

SANTOS (2002) apresenta as ações de conservação da água divididas em dois grandes grupos, as ações de uso racional e a utilização de fontes alternativas.

As ações de uso racional são o combate ao desperdício quantitativo de água, através da utilização de aparelhos economizadores, medição individualizada, a conscientização do usuário para o não desperdício na ocasião do seu uso e as ações de detecção e correção de perdas no sistema predial de água.

Na utilização de fontes alternativas, destacam-se a água cinza, a água da chuva, a água subterrânea, a água mineral envasada e a água distribuída em caminhões pipa. O autor considera essas como fontes alternativas assumindo que a fonte principal de abastecimento da edificação é o sistema público.

3.4.3.1 Uso racional da água

3.4.3.1.1 Aparelhos economizadores

O PNCD – Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água cita no item 5.4 do DTA (Documento Técnico de Apoio) B3 que o objetivo principal da ação de substituir os aparelhos sanitários convencionais por aparelhos economizadores, é o de reduzir o consumo de água independentemente da vontade do usuário, sendo que o mesmo deve ser implementado quando o sistema estiver isento de vazamentos (GONÇALVES et al., 1999 a).

a) Mictórios

Segundo SCHMIDT (2004) os mictórios podem ser um dos equipamentos de utilização que mais consomem água dentro de uma edificação. O autor justifica

⁷ WESTERHOFF, G.P. "Un update of research needs for water reuse". In: Water Reuse Symposium, 3, 1984. San Diego, Califórnia, Proceedings, p. 1731 – 42.

tal afirmação, apresentando os trabalhos de TESIS (1997)⁸ e TESIS (1998)⁹ onde foi constatado que, em um vestiário masculino, o mictório era responsável por 54% do volume de água total consumido no vestiário.

SCHMIDT (2003) apresenta os seguintes tipos de dispositivos de acionamento de descarga dos mictórios:

- Registro de Pressão;
- Válvula de acionamento hidromecânico;
- Válvula de acionamento por sensor infra-vermelho;
- Válvula de acionamento por ultra-som;
- Válvula de descarga manual;
- Válvula de descarga fluxível (“flushometer”);
- Válvula de descarga temporizada.

As válvulas de acionamento hidromecânico, por sensores infra-vermelhos e sensores de ultra-som, garantem um menor consumo de água, devido ao uso acoplado de um redutor de vazão ou uma regulação de vazão para 6 L/min. Quanto às válvulas de descarga manual e fluxível, elas são pouco utilizadas no Brasil sendo o seu uso mais difundido nos Estados Unidos, sendo o consumo de água igual à 3,79 L a cada descarga, independentemente de qualquer ação do usuário (SCHMIDT, 2004).

Segundo esse mesmo autor, as válvulas de descarga temporizadas apresentam uma grande desvantagem, no que diz respeito à economia de água, haja visto que a mesma é acionada independentemente do mictório estar ou não sendo utilizado. Cabe salientar que nem todos os tipos de acionamento de descarga servem para mictórios coletivos e individuais, sendo necessário uma análise do tipo de usuário do sistema, para daí optar pelo sistema coletivo ou pelo sistema

⁸ TESIS – Tecnologia de Sistema em Engenharia. **Projeto específico de economia de água em edifícios. Uso racional da água – PURA – Projeto nº6. Estudo de caso – Cozinhas industriais e restaurantes e bares.** São Paulo, agosto. 1997. (Relatório Técnico 1 – RT1).

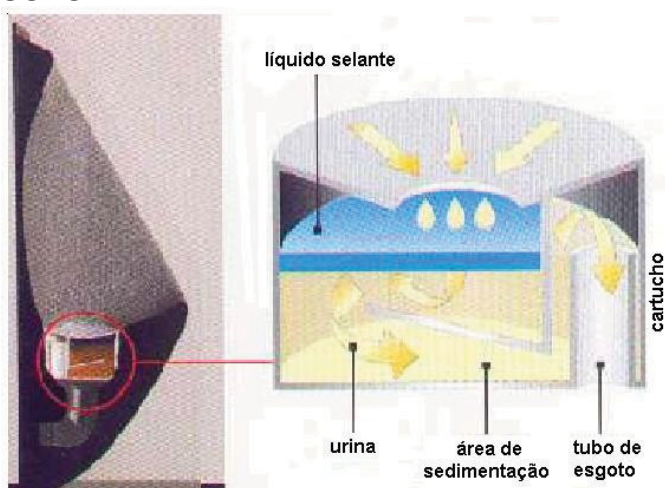
⁹ TESIS – Tecnologia de Sistema em Engenharia. **Projeto específico de economia de água em edifícios. Uso racional da água – PURA – Projeto nº6. Estudo de caso – Cozinhas industriais e restaurantes e bares.** São Paulo, agosto. 1998. (Relatório Técnico 2 – RT2).

individual, e só a partir deste momento é que se determina qual acionamento de descarga é mais adequado quanto à questão de economia de água.

SCHMIDT (2004) citando VICKERS (2001)¹⁰, apresenta também o mictório sem água, o qual, como seu próprio nome indica, não utiliza a água para a sua operação. Este sistema surgiu na Suíça em torno do ano de 1890, sendo que variações do mesmo vêm sendo utilizadas em partes da Europa a partir dos anos 60 e nos Estados Unidos a partir dos anos 90, sendo que a aceitação pela população tem crescido.

O mictório sem água é constituído das seguintes partes (SCHMIDT, 2003): bacia cerâmica, a qual apresenta um desenho de curvatura da sua parte interna desenvolvido para um rápido escoamento da urina e impedir que a mesma fique aderida à superfície, sendo esta superfície tratada através de uma vitrificação especial para também impedir a aderência da urina; um cartucho, o qual é devidamente selado para impedir a passagem de gases para o ambiente, além de conter um líquido selante, o qual impede o retorno de odor e um suporte para o cartucho. A figura 3.9 apresenta o esquema de funcionamento das partes componentes do mictório sem água.

FIGURA 3.9 – MICTÓRIO SEM ÁGUA COM ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO CARTUCHO



FONTE: SCHMIDT (2004)

¹⁰ VICKERS, A. **Handbook of water use and conservation**. Massachusetts: WaterPlow Press, 2001. 446p.

A empresa Ideal Standard apresenta o mictório sem água Saara, o qual tem o princípio de funcionamento descrito acima, onde cada cartucho apresenta uma vida útil de 7000 utilizações, segundo o fabricante (ver figura 3.10).

FIGURA 3.10 – MICTÓRIO SEM ÁGUA SAARA



FONTE: IDEAL STANDARD (2004).

Para mictórios coletivos, GONÇALVES et al. (1999 a), apresenta o uso de sensor de infravermelho com emissor e receptor, onde se aciona uma válvula solenóide na presença do usuário.

b) Bacia Sanitária

As bacias sanitárias apresentam-se como um dos grandes consumidores de água nas residências. Por este motivo fica clara a grande potencialidade de economia de água gerada com a substituição de bacias sanitárias convencionais por bacias sanitárias de volume de descarga reduzidos (ILHA et al., 2002).

Neste tipo aparelho sanitário, a solução proposta é a substituição da bacia sanitária convencional pela economizadora. Cabe salientar a importância de se verificar os pontos de recepção de água e coleta de esgotos, no intuito de se constatar a equivalência da posição nos dois equipamentos, convencional e economizador, pois este procedimento facilita a instalação do novo equipamento (GONÇALVES et al., 1999 a).

A norma NBR 6452 classifica as bacias sanitárias da seguinte maneira (OLIVEIRA, 1999):

- Bacia sanitária com volume de descarga reduzido – VDR – até 6 litros;

- Bacia sanitária de baixo consumo – 6 a 9 litros;
- Bacia sanitária convencional – 9 a 12 litros.

ILHA et al. (2002) cita um dos PSQ – Programas Setoriais de Qualidade, os quais compõe o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat), cujo objetivo é o de evoluir os modelos de bacias sanitárias existentes, reduzindo o volume de descarga, que atualmente se encontram 9,0 ou 12,0 litros, para 6,8 litros.

GONÇALVES et al. (1999 b) apresentam uma bacia sanitária que funciona com um volume de descarga de apenas 3 litros, sendo isto possível pela alta velocidade de descarga e em movimento circular, na forma de ciclone, que passa por um sifão de curvas alongadas, eliminando resistências. Outros tipos de bacias sanitárias apresentadas pelos autores são:

- *Flushmate*: sistema que utiliza apenas 6 litros por descarga;
- *Microflush*: sistema que, segundo o fabricante, reduz o consumo de água em até 90% para instalações comerciais e públicas e até 40% para instalações residenciais;
- Bacia com caixa acoplada e alimentação lateral: este sistema utiliza uma alimentação lateral, onde um pequeno lavabo é acoplado à caixa e a água, antes de ir à bacia, é utilizada para a lavagem das mãos e depois vai para a bacia para ser aproveitada para a próxima descarga;
- Bacia com caixa acoplada dual, na qual existe a possibilidade de escolha entre dois volumes de água: volume útil da caixa acoplada e a utilização de apenas 50% deste volume, o qual pode ser utilizado quando houver na bacia apenas dejetos líquidos.

c) Torneiras

São quatro as principais atuações sobre as torneiras, sendo que algumas delas podem ser cumulativas: arejadores convencionais ou tipo chuveirinho, registros reguladores de vazão, esguichos nas mangueiras instaladas em torneiras

de jardim e substituição de torneiras convencionais por torneiras hidromecânicas ou eletrônicas (GONÇALVES et al., 1999 a).

d) Chuveiros e duchas

Segundo SCHMIDT (2004), os chuveiros são um dos aparelhos mais difíceis de se adequar para redução de consumo de água, pois este é o aparelho sanitário em que o usuário tem maior sensibilidade nas alterações de vazões. O referido autor apresenta a possibilidade de uso de chuveiros temporizadores, tanto para duchas com mistura de água (água fria e água quente), quanto para os chuveiros elétricos. Esses tipos de aparelhos apresentam um funcionamento hidromecânico que fazem com que os mesmos sejam fechados após um certo tempo de uso. Salienta-se a necessidade de um dispositivo de segurança, para os chuveiros com mistura de água, no qual é fixada uma temperatura máxima da água, como proteção ao usuário caso haja falta de água fria e somente haja água quente.

Como parâmetro de consumo, para este tipo de equipamento, assume-se que um usuário aciona cinco vezes o dispositivo, sendo uma para molhar, duas para ensaboar e duas para enxágüe. Geralmente o tempo de acionamento vem regulado de fábrica, sendo o ideal em torno de 30 segundos.

Seguindo uso racional em chuveiros, OLIVEIRA (1999) sugere a utilização de restritores de vazão, observando-se a necessidade de verificar a vazão disponível, pois para vazões menores que 0,05 L/s, os restritores são impraticáveis, pois a melhor faixa de trabalho dos mesmos é de 0,10 a 0,15 L/s.

A figura 3.11 apresenta exemplos de equipamentos economizadores de água fornecidos por diferentes fabricantes nacionais.

A tabela 3.1 mostra um comparativo entre a vazão dos aparelhos, sem e com dispositivos economizadores de água e a tabela 3.2 apresenta um comparativo de consumo da água, para diversos aparelhos, de acordo com o tempo de uso e pressão, segundo um fabricante de equipamentos sanitários nacional.

FIGURA 3.11 – EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA



a) Arejador



b) Torneira de acionamento fotoelétrico



c) Torneira de acionamento hidromecânico



d) Acionamento fotoelétrico de mictório



e) Acionamento hidromecânico de mictório

FONTE: DECA (2004)

TABELA 3.1 – VAZÃO DE APARELHOS COM E SEM DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA

Produto	Baixa Pressão 2 a 10 m.c.a.	Alta Pressão 10 a 40 m.c.a.	Aplicando Dispositivos
	Residência/Sobrado (A)	Apartamento/Indústria (B)	Econom. de Água
Torneira de lavatório	10 L/min	20 L/min	8 L/min
Misturador de cozinha	12 L/min	20 L/min	6 L/min
Torneira de jardim/tanque	12 L/min	20 L/min	8 L/min
Mictório com registro	10 L/min	15 L/min	8 L/min
Mictório Decalux	8 L/min	8 L/min	8 L/min (1)
Mictório Decamatic	8 L/min	15 L/min	8 L/min (2)
Torneira Decalux	6 L/min	6 L/min	6 L/min (3)
Torneira Decamatic	8 L/min	15 L/min	6 L/min (2)
Chuveiro	15 L/min	20 L/min	14 L/min

NOTA:

(A) Valor de referência utilizado: 4 m.c.a.

(B) Valor de referência utilizado: 20 m.c.a.

(1) O produto já vem com dispositivo economizador de água.

(2) O produto apresenta regulagem de vazão.

(3) O produto apresenta arejador para alta pressão com vazão constante (6 L/min).

FONTE: DECA (2004)

TABELA 3.2 – CONSUMO DE ÁGUA DOS APARELHOS COM E SEM DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA (continua)

Produto	Tempo (min.)	Baixa Pressão 2 a 10 m.c.a.	Alta Pressão 10 a 40 m.c.a.	Aplicando Dispositivos
		Residência/ Sobrado	Apartamento/ Indústria	Economizadores de Água
Chuveiro	5	75 L	100 L	70 L
	10	150 L	120 L	140 L
	15	225 L	300 L	210 L
Torneira de Lavatório	1	10 L	20 L	8 L
	5	50 L	100 L	40 L
	10	100 L	200 L	80 L
Misturador de Cozinha	1	60 L	100 L	30 L
	5	120 L	200 L	60 L
	10	180 L	300 L	90 L
Torneira de jardim/tanque	5	60 L	100 L	40 L
	10	120 L	200 L	80 L
	15	180 L	300 L	120 L
Mictório com Registro	0,25	2,5 L	3,75 L	2 L
	0,50	5,0 L	7,5 L	4 L
	1	10 L	15 L	8 L

FONTE: DECA (2004)

3.4.3.1.2 Medição individualizada

A adoção da medição individualizada por economia gera uma responsabilidade maior dos moradores por aquilo que consomem, com isso elimina-se a cobrança por “rateio” (medição é realizada por um único medidor de vazão e a cobrança é dividida entre os moradores). Esta ação é reforçada pelo fato de que a tarifação é um agente de grande eficiência, pois com a ocorrência de tarifas elevadas o desperdício tende a ser menor (SANTOS, 2002).

TAMAKI e GONÇALVES (2004) apresentam três objetivos principais a serem alcançados através da medição individualizada, os quais são apresentados a seguir.

- Acompanhamento e controle de consumos de sistemas específicos, no intuito de se ter o pleno conhecimento dos mesmos;
- Economia financeira ou do próprio volume consumido, decorrente de um acompanhamento mais preciso do perfil de consumo dos usuários;
- Cobrança justa de consumo da água de cada consumidor.

COELHO e MAYNARD (1999) citam que as principais vantagens da utilização de medição individualizada dividem-se sobre três aspectos: sob a ótica do consumidor, da concessionária responsável pelo abastecimento e do construtor, sendo estas vantagens relacionadas a seguir.

Analisando a percepção do consumidor, observa-se que ocorre um pagamento proporcional ao consumo, ou seja, um usuário não sofrerá pelo pagamento do desperdício de água realizado pelos outros usuários. No caso de falta de pagamento apenas o usuário mau pagador sofrerá as consequências de seus atos. Finalmente, COELHO e MAYNARD (1999) citam que, em alguns casos, pode ocorrer uma redução de até 50% no valor pago pelo uso de água.

Sob o ponto de vista da concessionária, os autores apresentam as seguintes vantagens: redução na inadimplência, pois apenas os maus pagadores sofrerão cortes de água, e normalmente estes se tornam bons pagadores; redução no consumo de água, que pode chegar a 30%; o número de reclamações de consumo diminuiria, representando uma melhoria na imagem da empresa perante o

consumidor e, finalmente, um aumento em torno de 21% no faturamento, em consequência da tarifa progressiva. Confirmando, o que foi apresentado pelos autores, TOMAZ (1998) afirma que o uso da medição individualizada minimiza o consumo de água de 15 a 30%.

Sob o ponto de vista dos construtores, pode-se citar duas vantagens principais, no que diz respeito à adoção do sistema de medição individualizada: em projetos elaborados de forma criteriosa pode-se chegar a uma economia de até 22% nas instalações hidráulicas e uma facilidade maior na venda de um imóvel com este tipo de sistema (COELHO e MAYNARD, 1999).

YAMADA et al. (2001) apresentam como vantagens da medição individualizada uma maior consciência do usuário sobre o uso da água, haja visto que o mesmo estará pagando efetivamente o que consome. Com relação ao condomínio, os autores citam a facilidade e eficiência na detecção de desperdício, em forma de vazamentos, das unidades residenciais.

Para a construção de novos edifícios, os quais optem pela utilização do sistema de medição individualizado, COELHO e MAYNARD (1999) apresentam os critérios mínimos que deverão ser observados nos projetos das instalações prediais de água fria, a saber:

- Atender aos objetivos especificados na NBR 5626/98 – Instalações Prediais de Água Fria, no que diz respeito ao fornecimento e qualidade de água, ruídos das instalações, garantindo desta maneira o conforto do usuário;
- Garantir, preferencialmente, que cada unidade será alimentada através de um único ponto;
- Não permitir a interligação de ramais de alimentação de unidades residenciais distintas;
- Instalar os hidrômetros em locais de fácil acesso, de acordo com uma padronização e próximos das unidades de consumo, de forma a facilitar a leitura do mesmo;
- Realizar o correto dimensionamento das tubulações e dos hidrômetros, de forma a garantir o abastecimento das unidades, quando do uso simultâneo de pontos de consumo;

- Evitar a utilização de válvulas de descarga, pois estas necessitam de uma vazão instantânea superior àquela do hidrômetro adequado a este tipo de usuário.

De maneira análoga, TAMAKI e GONÇALVES (2004) apresentam algumas condições para que a adoção da medição individualizada em edificações se torne eficaz, em termos de economia de água, a saber:

- A manutenção das condições de funcionamento do sub-sistema de suprimento de água fria e do funcionamento dos aparelhos sanitários;
- O gerenciamento adequado dos resultados obtidos com a medição individualizada, no que concerne a aquisição de dados e consumo de água;
- Avaliação da implementação da medição individualizada, sob o ponto de vista de consumo de água e expectativa de benefícios gerados.

COELHO e MAYNARD (1999) também apresentam um conjunto de critérios estabelecidos para implementação do sistema de medição individualizado, em edifícios antigos, reproduzidos a seguir:

- Cada apartamento deve ser abastecido por um único ramal de alimentação, no qual será instalado o hidrômetro individual;
- Deve-se instalar o hidrômetro em local de fácil acesso, de forma a facilitar a sua leitura;
- As caixas de proteção devem ser padronizadas, possuindo, imediatamente, antes do hidrômetro, registro esfera ou de gaveta;
- Não é permitida a utilização de válvulas de descargas, pois as mesmas necessitam de vazão superior às compatíveis com os hidrômetros a serem instalados;
- Não é permitida a interligação das instalações prediais de apartamentos distintos;
- As modificações realizadas deverão garantir aos preceitos estabelecidos pela NBR 5626/98 – Instalações Prediais de Água Fria;

- Análise das plantas hidráulicas, para verificação das instalações no edifício;
- Averiguação da compatibilidade do que está especificado no projeto hidráulico, com a realidade das instalações na edificação;
- Análise do projeto, para realizar as modificações necessárias, como descida de uma nova coluna de distribuição, no intuito de evitar danos possíveis nos elementos antigos de construção (mosaicos, cerâmica, lajes, vigas, etc).

3.4.3.1.3 Programas de sensibilização dos usuários

O programa de sensibilização compreende a forma de comunicação destinada aos usuários, como por exemplo, através de palestras realizadas a funcionários de cozinha, lanchonetes, laboratórios, de limpeza, àqueles responsáveis pela manutenção de sistemas prediais, além da própria população, no intuito de informá-los dos procedimentos corretos para a realização de seus serviços, bem como da forma correta da utilização dos aparelhos hidro-sanitários (GONÇALVES et al., 1991).

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água (PNCDA) apresenta algumas sugestões nesse sentido, a saber (GONÇALVES et al., 1991):

- cursos de pesquisa de vazamentos, ministrados pelas concessionárias ou outras entidades;
- palestras de procedimentos para a higienização de utensílios de cozinha e preparação de alimentos;
- palestras que abordem procedimentos de limpeza geral, limpeza de reservatórios e irrigação de jardins.

3.4.3.1.4 Ações de detecção e correção de vazamentos

As medidas de controle de perdas de água, principalmente no que diz respeito à detecção e correção de vazamentos, são de suma importância no combate ao desperdício da água.

Segundo GONÇALVES et al. (1999b), os vazamentos ocorrem devido ao desgaste normal dos componentes em uso, pois, na maioria dos casos, a vida útil

das instalações hidráulicas, principalmente das tubulações, é menor que a do edifício. Os vazamentos podem ocorrer por longos períodos, em edifícios onde as instalações são de difícil vistoria, apresentando os chamados “vazamentos não visíveis” e isso acarreta grandes desperdícios e danos à construção. Para a detecção de vazamentos, principalmente os não visíveis, os autores apresentam os principais indícios da existência dos mesmos:

- aumento do consumo de água sem causa justificada;
- manchas de umidade em paredes, lajes e pisos;
- acionamento contínuo do sistema de recalque;
- crescimento de vegetação em juntas de pavimentação.

Os referidos autores recomendam como medidas preventivas aos vazamentos as seguintes ações:

- um projeto hidráulico que contemple o fácil acesso ao sistema, facilitando as manutenções preventivas e corretivas;
- manutenção da pressão hidráulica do sistema, para que a mesma não supere o valor recomendado pela NBR 5626 (ABNT, 1998), de 400 kPa;
- monitoramento do consumo da água, com a verificação das medições do hidrômetro, no mínimo uma vez ao mês e no mesmo horário, para que com isso sejam identificados aumentos de consumo sem razão aparente, o que é um forte indício de vazamento.

Além dos indícios de vazamento apresentados acima, são citadas também outras formas de detecção de vazamentos, a saber:

- em caixas ou válvulas de descargas: testes de cinza de cigarro, papel higiênico, entre outros;
- em válvulas de admissão de caixa de descarga e reservatórios, recomenda-se, para o primeiro, o teste do corante e para o segundo tipo recomenda-se

que o extravasor se encontre em locais de passagem e de fácil visualização, quando da ocorrência de algum extravasamento de água;

- Quanto às tubulações existe uma recomendação de caráter preventivo que é a realização do teste de estanqueidade através da pressurização da rede, antes da aplicação do revestimento na alvenaria. Para tubulações já instaladas, a recomendação ao usuário é que sempre fique alerta quanto à formação de bolhas, manchas e bolor nos revestimentos de paredes que contenham tubulações, pois estes são fortes indícios de existência de vazamentos.

Quanto aos vazamentos não visíveis os autores recomendam os seguintes métodos para sua detecção:

- Teste do hidrômetro – utilizado em alimentador predial;
- Teste da sucção - utilizado em alimentador predial, quando da dificuldade de acesso ao reservatório;
- Teste do reservatório – utilizado para a verificação de infiltração no reservatório;
- Teste do corante – utilizado em bacias sanitárias;
- Geofonia eletrônica, haste de escuta e correlação de ruídos para a detecção de vazamento em sistema hidráulico, sendo necessária uma pressão hidráulica mínima no sistema de 103 KPa.

BURN et al. (1999) apresentam os seguintes métodos para a detecção de vazamentos:

- Monitoramento das vazões de água – consiste no monitoramento da vazão noturna de uso, no intuito de se identificar possíveis vazamentos;
- Traço de gás – o método consiste na introdução de gases não tóxicos, insolúveis na água e mais leves que o ar, sendo o hélio e o hidrogênio comumente utilizados para o teste. Através de um equipamento de detecção altamente sensível ao gás, instalado sobre a tubulação, é possível detectar os pontos de vazamentos;

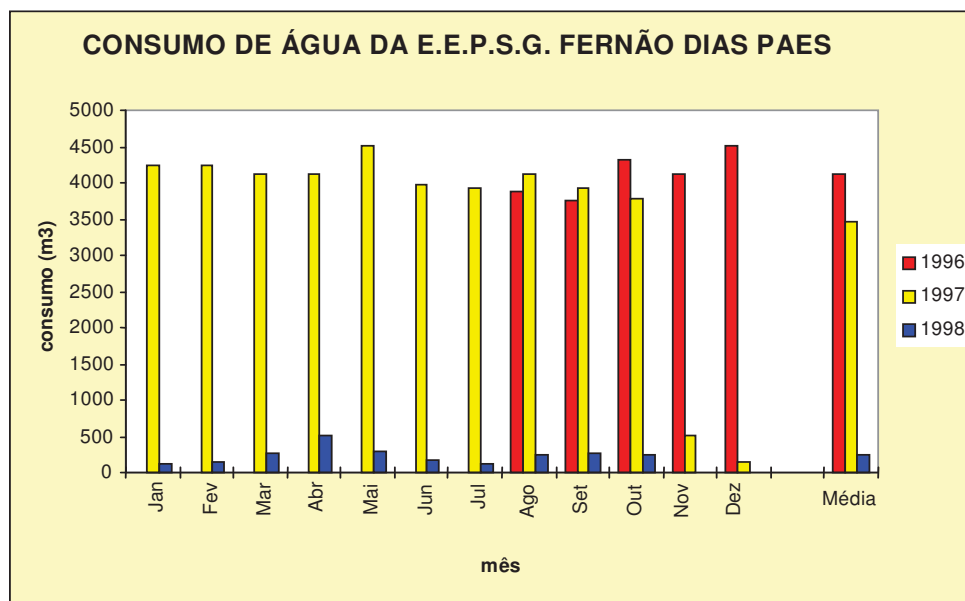
- Termografia – parte-se do princípio que a água em contato com o solo, em uma tubulação enterrada, altera a temperatura do mesmo ao redor da tubulação. A partir de sensores infravermelhos procura-se esta variação de temperatura, a qual indicará o local de vazamento;
- Sonar – através de um sonar enviam-se ondas eletromagnéticas, as quais distinguem dois materiais diferentes, no caso a água e o solo.

HUNAIDI e CHU (1999) apresentam um estudo sobre a detecção de vazamentos em tubulações de PVC, através da utilização de sensores acústicos e de vibração. O trabalho foi de caráter experimental, ou seja, em condições controladas dentro de um laboratório. O autor apresenta que a detecção dos vazamentos é realizada pela frequência do som ou vibração, que variam segundo o tipo de vazamento, vazão, pressão na tubulação e período.

SOUZA et al. (2000) apresentam um trabalho sobre detecção de vazamentos em tubulações através da análise espectral de sinais de pressão, onde a formação de ondas estacionárias é favorecida, quando ocorre a parada e acionamento de bombas de recalque.

GONÇALVES et al. (1999b) citam uma aplicação prática de detecção e correção de vazamentos em uma Escola Estadual de São Paulo, a EEPSC Fernão Dias Paes, no período de novembro a dezembro de 1997, onde se obteve uma redução no consumo de aproximadamente 92% no consumo médio mensal com relação ao período de agosto de 1996 a dezembro de 1997, resultado apresentado no gráfico 3.6 a seguir.

GRÁFICO 3.6 – CONSUMO DE ÁGUA DA E.E.P.S.G. FERNÃO DIAS PAES



FONTE: GONÇALVES et al. (1999b)

3.4.3.1.5 Ações de combate ao desperdício qualitativo da água

SANTOS (2002) introduziu um conceito relativo às perdas existentes em sistemas prediais hidráulicos, ou seja, o “Desperdício Qualitativo da Água”, que seria o “volume de água potável que é inviabilizado qualitativamente para o consumo”. A água potável é definida como aquela que atende aos padrões de qualidade estabelecidos na portaria N° 518 do Ministério da Saúde e a inviabilização qualitativa é a contaminação desta água potável.

O desperdício qualitativo ocorre em locais pontuais do sistema hidráulico predial, como, por exemplo, contaminação da água por retrossifonagem nos pontos de utilização, contaminação nas tubulações, devido uma distribuição inadequada do sistema predial de esgotos e de água, onde, através de um ponto de infiltração, as águas servidas adentram o sistema predial de água, ou ainda pela corrosão dos metais que constituem as tubulações, como registros ou a própria tubulação. Os reservatórios são os pontos de maior potencialidade de contaminação, sendo que os principais fatores responsáveis por isso são as falhas construtivas, que podem ocasionar a infiltração de águas servidas ou contaminadas, bem como a entrada de

animais pelo extravasor e pelas aberturas de acessos e a separação atmosférica inadequada.

3.4.3.2 Fontes alternativas de água

3.4.3.2.1 Águas cinzas

São denominadas águas cinzas aqueles efluentes provenientes do uso em chuveiros, lavatórios, bidês, tanques e máquinas de lavar roupas. No aspecto quantitativo já se conhece a grande potencialidade de seu uso, sendo este uso justificado no âmbito doméstico. O *Draft Greywater Reuse Guidelines* (Esboço de Diretrizes para Reuso de Águas Cinzas) da Austrália estabelece que as águas cinzas também abrangem, além dos descritos acima, os esgotos de cozinha, mas com uma ressalva onde esta água cinza se caracteriza por ser densamente poluída, devido aos produtos químicos provenientes de produtos de limpeza e detergentes, os quais são prejudiciais à estrutura do solo, plantas e a água subterrânea, além do que, as partículas sólidas de comida e de gordura, as quais podem solidificar, são de difícil estabilização, por tais motivos recomenda-se a não utilização destes esgotos em qualquer sistema de águas cinzas (AUSTRÁLIA, 2002). Reforçando esta análise ERIKSSON et al. (2002) afirmam que o esgoto da pia de cozinha pode conter vários tipos de microrganismos devidos aos resíduos de alimentos.

Segundo AL-JAYYOUSI (2003), muitos países têm utilizado água cinza para atender diversas necessidades. O Japão utiliza a água cinza para atender a demanda crescente de água decorrente de sua alta densidade populacional e pequeno espaço de terra. Já os Estados Unidos, Arábia Saudita e Jordânia utilizam a água cinza para suprir as necessidades decorrentes das regiões secas e áridas daqueles países. Na Alemanha, a utilização da água cinza é realizada em bacias sanitárias, irrigação e jardinagem.

As características da água cinza dependem, segundo ERIKSSON et. al. (2002), da qualidade da água de abastecimento, do tipo de rede de distribuição, tanto para a água de suprimento, quanto para a água cinza (lixiviação da tubulação, processos químicos e biológicos do biofilme sobre a parede das tubulações) e pelas atividades desenvolvidas na residência.

Quanto à qualidade das águas cinzas nas residências, o *Draft Greywater Reuse* (AUSTRÁLIA, 2002) apresenta os quadros 3.5 e 3.6, onde na primeira são mostrados os diversos valores microbiológicos da água cinza relacionados com seu uso, e a segunda são apresentados os parâmetros químicos desta água, comparados com os parâmetros de um esgoto bruto.

A utilização de água cinza já é objeto de estudos em alguns países voltados para a conservação dos recursos hídricos. Nos Estados Unidos, foi criado, pelo “Department of Environmental Quality (DEQ)”, no Artigo 07, capítulo 09 do “Environmental Quality”, um regulamento para o uso das águas cinzas (SANTOS, 2002).

QUADRO 3.5 – QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA CINZA

FONTE	COLIFORMES FECAIS ufc/100mL			
	Rose et. al. (1991)	Calif. DHS	Brandes (1978)	Kapisak et. al. (1992)
Banho/chuveiro	6×10^3 ufc	4×10^5 NMP	< 10 a 2×10^8	6×10^3 ufc
Água de lavagem de roupa	126 ufc	$2 \times 10^3 - 10^7$ NMP	-	-
Água de enxágüe de lavagem de roupas	25 ufc	-	-	-
Cozinha	-	-	< 10 a 4×10^6 9×10^5	2×10^9
Água Cinza combinada	6 a 80 ufc ^A	-	$8,8 \times 10^5$ BCD	$1,73 \times 10^5$
	$1,5 \times 10^3$ ufc ^B		13×10^6 CD	
	$1,8 \times 10^5$ a 8×10^6 ufc			

NOTA:

A – Famílias sem crianças; B – Famílias com crianças; C – outros estudos citados; D – cozinha e banho somente; ufc – unidades formadoras de colônias; NMP – número máximo provável

FONTE: AUSTRÁLIA (2002).

Salienta-se que para o uso das águas cinzas existe a necessidade de um tratamento destas águas, para que se atinja a segurança sanitária necessária ao uso a que se destina, sendo que, quanto mais nobre for este uso, maior será o custo, bem como mais sofisticado o tratamento além de um sistema de gestão que garanta a segurança no uso dessa fonte alternativa (SANTOS, 2002).

QUADRO 3.6 – COMPOSIÇÃO TÍPICA DA ÁGUA CINZA COMPARADA COM O ESGOTO BRUTO

PARÂMETRO	UNIDADE	ÁGUA CINZA ^a		ESGOTO BRUTO
		ALCANCE	MÉDIA	
Sólidos Suspensos	mg/L	45 – 330	115	100 – 500
Turbidez	UNT	22 - > 200	100	NA
DBO ₅	mg/L	90 – 290	160	100 – 500
Nitrito	mg/L	< 0,1 – 0,8	0,3	1 – 10
Amônia	mg/L	< 1,0 – 25,4	5,3	10 – 30
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	2,1 – 31,5	12	20 – 80
Fósforo Total	mg/L	0,6 – 27,3	8	5 – 30
Sulfato	mg/L	7,9 – 110	35	25 – 100
pH		6,6 – 8,7	7,5	6,5 – 8,5
Condutividade	mS/cm	325 – 1140	600	300 – 800
Dureza (Ca & Mg)	mg/L	15 – 55	45	200 – 700
Sódio	mg/L	29 – 230	70	70 – 300

NOTA:

a – Baseado em Jeppersan e Solley (1994)

NA – Não Aplicado

FONTE: AUSTRÁLIA (2002).

UNITED STATES (2004) apresenta, no Manual para Reúso da Água (Guidelines for Water Reuse), no capítulo 2, diversos tipos de reúso, podendo ser: reúso urbano, industrial, na agricultura, ambiental e recreação, recarga de água subterrânea e acréscimo ao sistema de fornecimento de água potável.

Para o caso da utilização de água cinza em bacias sanitárias, LAZAROVA et al. (2003) apresentam uma tabela, do “Building Services Research and Information Association (BSRIA)”, do Reino Unido, a qual estabelece os parâmetros, adotados por vários países, para este uso (ver tabela 3.3).

SOROCZAN e MCFADYEN (1999) apresentam três quadros de Instituições diferenciadas, com os parâmetros mínimos requeridos para a utilização de água cinza em bacias sanitárias (ver quadros 3.7 a 3.9).

TABELA 3.3 – CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA BACIAS SANITÁRIAS E OUTROS USOS URBANOS EM VÁRIOS PAÍSES

	CF	CT	E. coli	DBO ₅	Turbidez	SST	OD	pH	Cl ₂ residual
	(UCF/100 mL)	(UCF/100 mL)	(UCF/100 mL)	(mg/L)	(UNT)	(mg/L)	(% de saturação)		(mg/L)
US. EPA ¹ (g)	14 para qualquer amostra 0 a 90% de amostras	-	1	10	2	-	-	6 – 9	1 CT = 30
Flórida ¹ (m)	25 para qualquer amostra 0 a 75% de amostras	-	-	20	-	5	-	-	1
Texas ¹ (m)	75 (m)	-	-	5	3	-	-	-	-
Canadá, BC ² (m)	Média de 2,2 para quaisquer 14 amostras	-	-	10	5	10			-
Alemanha ¹ (g)	100 (g)	500 (g)		20 (g)	1 – 2 (m)	30	80 – 120	6 – 9	
Japão ¹ (m)	10 para qualquer amostra	10	-	10	5	-	-	6 – 9	-
Sul da Austrália ³	mg/L		<10	<20	<2	-	-	-	-
WHO ¹ lei de irrigação	200 (g) 1000 (m)	-	-	-	-	-	-	-	-
EC água de chuveiro ^{1,4}	100 (g) 2000 (m)	500 (g) 10000 (m)	-	-	2 (g) 1 (m)	-	80 – 120 (g)	6 – 9	-
UK BSRI ⁵ proposta (g)	14 para qualquer amostra 0 a 90% das amostras	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTA:

g = manual; m = obrigatório

¹Surendran e Wheatley, 1998; ²Ministério do Meio Ambiente, terras e parques, British Columbia (decretado em 15 de julho, 1999); ³US.EPA, Sul da Austrália, 1999; ⁴sugerida como apropriada para a reciclagem da água; ⁵ Associação de pesquisa e informação em serviços de construção.

FONTE: LAZAROVA V. et al. (2003)

QUADRO 3.7 – CRITÉRIOS IRRESTRITOS DE REUSO URBANO DA EUA EPA – BACIAS SANITÁRIAS (US EPA UNRESTRICTED URBAN REUSE CRITERIA – TOILET FLUSHING)

Parâmetros	Alcance Esperado	Comentários
DBO	5,0 – 30,0 mg/L	Média mensal normal
Sólidos Suspensos Totais	5,0 – 30,0 mg/L	Limites mais baixos para a maioria dos estados dos EUA
Coliformes	0 – 200 por 100 mL	A maioria dos estados dos EUA requer uma contagem, de coliformes fecais, que não exceda 75 por 100 mL; ou 75% das amostras no mês devem estar abaixo do limite de detecção
Turbidez	2 – 5 UNT	-

FONTE: SOROCZAN e MCFADYEN (1999)

QUADRO 3.8 – PROJETO PILOTO EM BACIAS SANITÁRIAS DE OTTAWA
CRITÉRIOS DE REUSO DE ÁGUA (TOILET REUSE PILOT
PROJECT OTTAWA WATER REUSE CRITERIA)

Parâmetros	Critérios para Água Cinza utilizada em Bacias Sanitárias
Sólidos Suspensos Totais	10,0 mg/L
Coliformes	Conforme padrões estabelecidos para a água potável
Turbidez	20 UNT
Cor	20 UCV
Ferro	1,0 mg/L
Manganês	0,5 mg/L

FONTE: SOROCZAN e MCFADYEN (1999)

QUADRO 3.9 – PADRÕES DE ÁGUA PARA BACIAS SANITÁRIAS - TOWNSHEND
(TOILET FLUSHING WATER STANDARDS – TOWNSHEND)

Parâmetros	Critérios
Turbidez	20 UNT
Cor	20 UCV
Odor	6 unidades
Manganês	0,5 mg/L
Cobre	1,0 mg/L
Ferro	1,0 mg/L

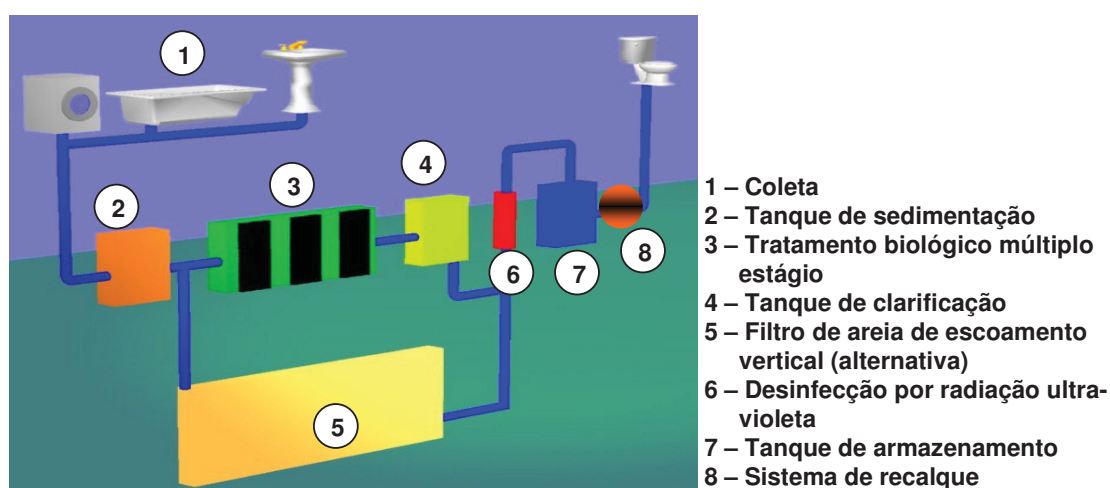
FONTE: SOROCZAN e MCFADYEN (1999)

AL-JAYYOUSI (2003) apresenta duas tipologias de tratamento de água cinza, o sistema básico de dois estágios e os sistemas biológicos. O primeiro é composto de uma filtração grosseira, seguido de desinfecção por cloro e o segundo é composto de reatores biológicos de tratamento, como lodos ativados ou filtros biológicos, combinados com membranas filtrantes. São os chamados bioreatores de membrana.

JEFFERSON et al.(1999) apresentam um sistema simples de tratamento de água cinza, utilizado no Reino Unido, constituído de uma filtração grosseira através de uma tela metálica, seguido de desinfecção por cloro ou bromo, sendo verificada a ausência de coliformes fecais no seu efluente. Cabe salientar que, quando no uso deste sistema, foram constatadas falhas periódicas no sistema de desinfecção, fazendo com que os efluentes apresentassem valores de coliformes fecais superiores aos solicitados pelas agências regulamentadoras, como a EPA.

No intuito de exemplificar um sistema de tratamento da água cinza, NOLDE (2000) apresenta um sistema para utilização de água cinza em bacias sanitárias (ver figura 3.12). O sistema de tratamento é composto da captação, de um tanque de sedimentação, de um reator biológico de múltiplo estágio, um tanque para a clarificação do efluente, desinfecção por ultra-violeta, um tanque de armazenamento e um sistema de recalque para elevar o esgoto até o seu uso. O autor apresenta uma alternativa ao filtro biológico, qual seja, um filtro de areia de escoamento vertical.

FIGURA 3.12 – RECOMENDAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS



FONTE: Adaptado de NOLDE (2000)

3.4.3.2.2 Águas pluviais

As águas pluviais se constituem em uma importante fonte alternativa de água, especialmente em regiões em que exista chuvas volumosas e frequentes. Qualitativamente existem muitas pesquisas cujo objetivo é determinar a qualidade dessas águas, porém, a maioria delas estuda as águas captadas diretamente da atmosfera, sem ter ocorrido o contato físico das mesmas com estruturas, como coberturas de edificações. Considerando que a coleta da água das chuvas se dá após o seu contato com as instalações de drenagem das edificações, é clara a necessidade de se determinar a qualidade das mesmas após estes contatos físicos.

TODD e VITTORI (1997) separam em dois tipos de cuidados, quanto ao risco à saúde humana e quanto a estética, no que diz respeito à qualidade das águas de chuva. No primeiro caso, as águas de chuva captadas, em qualquer área, carregam alguns contaminantes, como algas, coliformes, bactérias e protozoários, para dentro da cisterna ou tanque de armazenamento. Portanto, há a necessidade de se avaliar parâmetros relacionados a estes contaminantes.

Quanto à estética da água da chuva, os parâmetros a serem avaliados são, cor, odor, sabor e dureza. A figura 3.13 apresenta, segundo cada tipo de uso a que se destina a água de chuva, os parâmetros que necessitam ser avaliados.

FIGURA 3.13 – PARÂMETROS QUALITATIVOS DA ÁGUA DE CHUVA PARA USOS ESPECÍFICOS



Fonte: Traduzido de TODD e VITTORI (1997)

Quanto à determinação do volume ofertado, FENDRICH (2004) sugere uma metodologia de cálculo, onde leva-se em conta um primeiro volume de descarte da água de chuva através de um sedimentador e um volume de armazenamento.

Para o sedimentador, o referido autor cita a metodologia adotada por TOMAZ (1998), onde se descarta uma chuva inicial compreendida entre 0,4 a 1,5 mm/m² de área de captação, sendo o volume de armazenamento das águas pluviais determinado pela fórmula apresentada a seguir, onde é considerado o escoamento superficial da região (FENDRICH, 2004).

$$V = Cr \times Ac$$

Onde:

V: volume do reservatório de armazenamento das águas pluviais (m^3);

Cr: coeficiente de escoamento superficial regional (20,5 mm ou 0,0205 m, para o município de Curitiba) (FENDRICH, 2004);

Ac: área de coleta das águas pluviais (m^2).

Outro ponto importante apontado por FENDRICH (2004) é a determinação da quantidade armazenável de água de chuva, a qual considera o histórico de precipitação pluviométrica da região avaliada. A tabela 3.4 apresenta as médias mensais de chuva ($\bar{M}$) e as médias mensais de chuva armazenável ($\bar{P}$), a qual corresponde a 85% de $\bar{M}$ em Curitiba, avaliada entre um período de 20 anos (1982 a 2001). A fórmula a seguir apresenta a determinação deste volume.

$$\bar{V}_{AP} = \bar{P} \times A_C$$

Onde:

$\bar{V}_{AP}$: volume médio mensal armazenável de águas pluviais (m^3);

$\bar{P}$: Altura média de precipitação armazenável (m) (Tabela 3.4);

A_C : Área de coleta das águas pluviais (m^2).

TABELA 3.4 – CHUVA ARMAZENÁVEL MÉDIA EM CURITIBA

Mês	$\bar{M}$ (mm)	$\bar{P}$ (mm)
JANEIRO	200,6	170,5
FEVEREIRO	174,2	148,1
MARÇO	137,3	116,7
ABRIL	79,8	67,8
MAIO	118,1	100,4
JUNHO	104,0	88,4
JULHO	103,0	87,6
AGOSTO	76,8	65,3
SETEMBRO	135,3	115,0
OUTUBRO	134,0	113,9
NOVEMBRO	118,0	100,3
DEZEMBRO	145,5	123,7
TOTAL	1.526,6	1.297,6

FONTE: FENDRICH (2004)

A água de chuva, ao escoar pela área de captação (telhado ou lajes de cobertura) carrega impurezas como folhas, poeira, excremento de aves, entre outros (FENDRICH, 2004). Em um trabalho recente, SANTOS e SELEME (2004) apresentaram os resultados encontrados na análise de água de chuva, para diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, para algumas tipologias de telhados na região de Curitiba. A tabela 3.5 apresenta os dados encontrados.

TABELA 3.5 – QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA EM ALGUMAS TIPOLOGIAS DE TELHADO (REGIÃO DE CURITIBA)

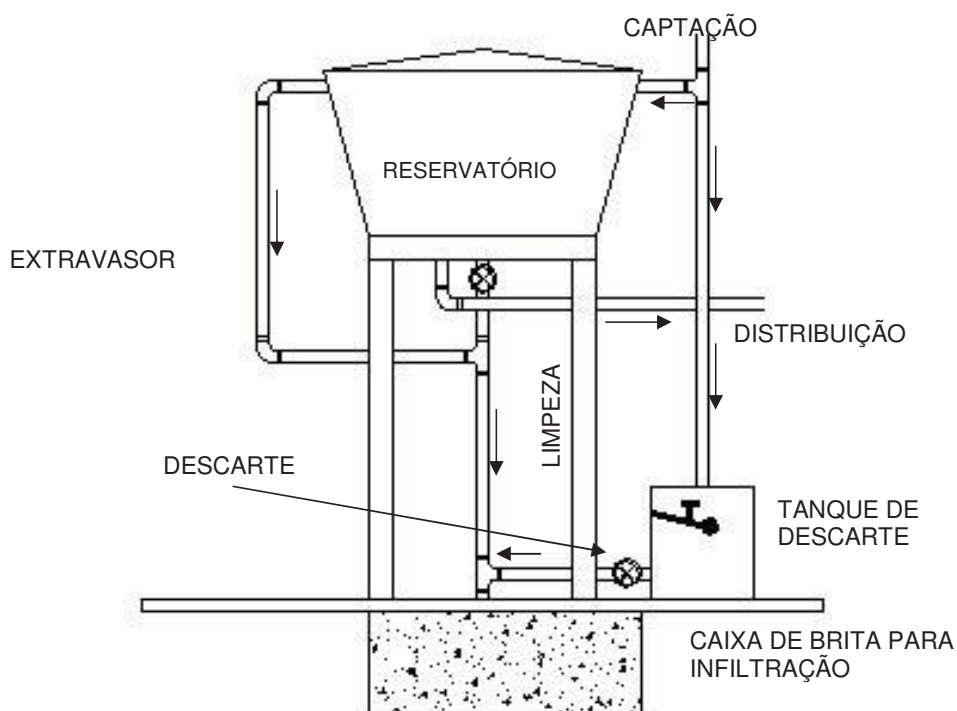
Parâmetros	ÁREAS DE CAPTAÇÃO					Média
	Amianto 1	Amianto 2	Terraço 1	Cerâmica	Terraço 2	
Ph	6,54	5,79	6,54	6,63	6,62	-
T (°C)	17,90	17,90	18,30	18,00	17,00	17,82
Condutividade (mS/cm)	40,20	32,50	43,50	9,60	47,40	34,64
Cor (Hz)	50,00	44,00	196,00	31,00	2,00	64,60
Turbidez (NTU)	4,69	3,25	6,00	3,21	<1	4,29
DBO (mg/L)	4,69	9,53	16,86	4,09	3,11	7,66
CT (NMP/100 mL)	2,10E+03	2,80E+04	2,40E+05	3,00E+01	4,10E+02	2,80E+03
CTML (NMP/100mL)	7,40E+03	2,80E+04	1,60E+05	<2	<2	3,21E+04

FONTE: SANTOS e SELEME (2004)

FENDRICH (2004) sugere o descarte de um volume inicial da precipitação, no intuito de se eliminar as impurezas provenientes das áreas de captação, conforme exemplificado na figura 3.14.

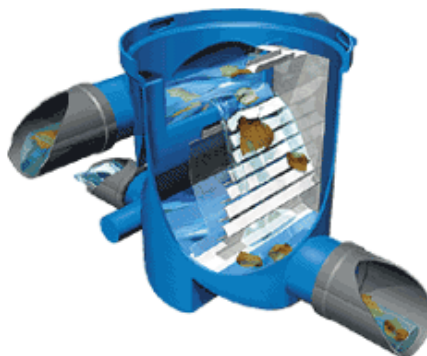
Existem sistemas prontos, no mercado, cuja intenção é realizar esta filtragem. A 3P Technik do Brasil Ltda. apresenta um filtro, por onde passa a água de chuva coletada, o qual garante, segundo a empresa, uma eficiência de 90 a 95% de remoção sólidos (3P TECHNIK DO BRASIL LTDA., 2004). A figura 3.15 apresenta este filtro.

FIGURA 3.14 – SISTEMA PARA A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS



FONTE: FENDRICH (2004)

FIGURA 3.15 – FILTRO 3P – VF1



FONTE: 3P TECHNIK DO BRASIL LTDA. (2004)

A Universidade da Flórida, através do seu departamento de Engenharia Biológica e Agricultura, apresenta a fórmula a seguir, para o cálculo do reservatório de água de chuva. O sistema é composto de captação, reservatório para descarte da primeira chuva e cisterna de acumulação. A figura 3.16 apresenta o esquema de captação e de descarte da primeira chuva (UNIVERSITY OF FLORIDA, 2003).

$$G = 0,416 R.A$$

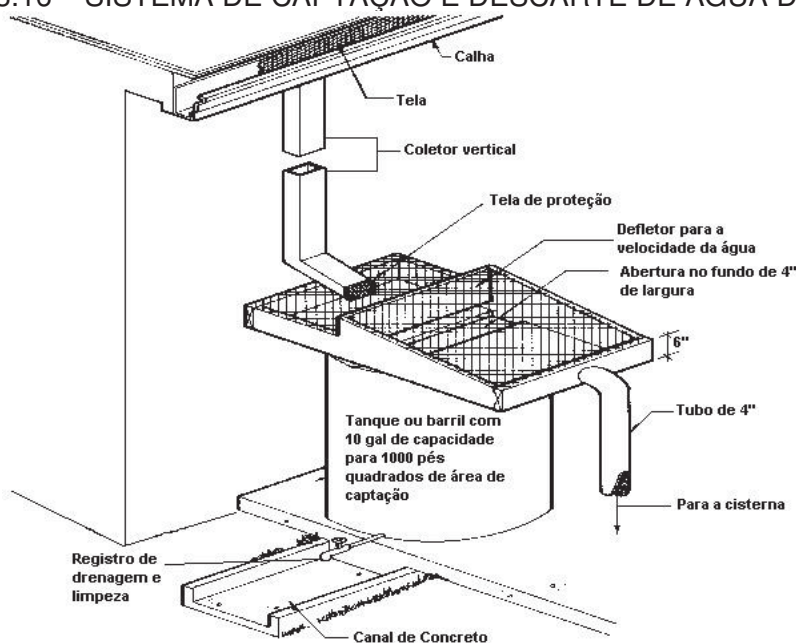
Onde:

G – volume de reserva em gal;

R – intensidade de chuva em polegadas;

A – área de captação em pés quadrados

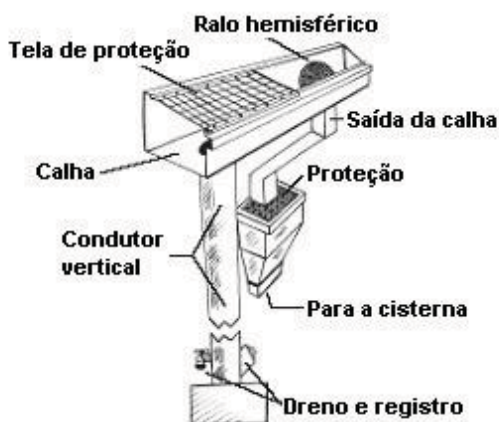
FIGURA 3.16 – SISTEMA DE CAPTAÇÃO E DESCARTE DE ÁGUA DE CHUVA



FONTE: Adaptado de UNIVERSITY OF FLORIDA (2003)

Outro sistema existente apresenta uma tubulação disposta antes da coleta de água da chuva utilizável, a qual descarta a chuva inicial, sendo que o próprio usuário manobra o registro de limpeza após o enchimento do reservatório de armazenamento. A figura 3.17 apresenta este sistema onde, além da tubulação de descarte, existem telas e um ralo hemisférico para reter folhas (TODD e VITTORI, 1997).

FIGURA 3.17 – SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA DE UM TELHADO



FONTE: Traduzido de TODD e VITTORI (1997)

HERRMANN e SCHMIDA (2002) apresentam um sistema no qual o descarte da água de chuva é realizado pela tubulação de coleta até o sistema de drenagem, sendo a água que deverá ser armazenada desviada para o reservatório (ver figura 3.18).

FIGURA 3.18 – SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA DE UM TELHADO



FONTE: Traduzido de HERRMANN e SCHMIDA (2002)

3.4.3.2.3 Águas subterrâneas

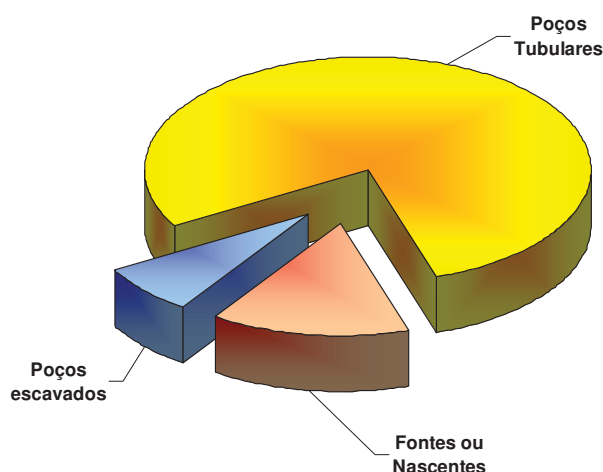
Devido ao fato de as águas de rios e lagos estarem na superfície, a maioria das pessoas imaginam que elas são as maiores fontes de abastecimento de água ao homem. Este fato está longe de ser a realidade, pois, como já foi citado, mais de 97% da água doce disponível na Terra provém de águas subterrâneas.

Dados da UNESCO datados de 1992 apresentam que 300 milhões de poços de água foram perfurados entre os anos de 1970 e 1995. Cerca de 50% da população total do planeta é abastecida por esta alternativa de fornecimento de água, além de que 90 milhões de hectares de terra são irrigadas da mesma forma.

Nos Estados Unidos, 39% dos serviços municipais de abastecimento são realizados através do fornecimento de água subterrânea, enquanto na União Européia esta porcentagem é praticamente o dobro, cerca de 75% dos serviços públicos de abastecimento utilizam esta fonte, sendo que em países como Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca e Suécia, o percentual de abastecimento por água subterrânea chega a superar os 90% (FEITOSA, MANOEL FILHO, 2000).

Dados do IBGE de 1991 apresentam que 61% da população brasileira é abastecida por água subterrânea, onde 43% são abastecidos através de poços tubulares, 12% através de fontes ou nascentes e 6% através de poços escavados (ver gráfico 3.7).

GRÁFICO 3.7 – DISTRIBUIÇÃO DAS FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO BRASIL



FONTE: Adaptado de FEITOSA e MANOEL FILHO (2000)

A renovação das águas superficiais se dá em períodos muito curtos. São águas que estão sempre em trânsito, sua principal fonte de recarga é a água da chuva. Os fatores e agentes climáticos como a temperatura do ar, os ventos, a

umidade relativa, insolação são os responsáveis diretos pelas perdas por evapotranspiração, perdas estas contínuas (FEITOSA e MANOEL FILHO, 2000).

Segundo esses mesmos autores, ao contrário das águas superficiais, as águas subterrâneas possuem um ciclo de renovação muito lento, pois não estão expostas a ações climatológicas. Com isso, o seu tempo de trânsito se torna longo. Essas águas se encontram localizadas nos aquíferos regionais, originárias de acúmulos de milhares de anos. Apesar desta grande fonte, a extração da mesma não pode ser realizada sem um plano de gestão, por implicar, por exemplo, em uma maior retirada do que a capacidade de recarga do aquífero.

LÓAICIGA e LEIPNIK (2001) citam que a retirada de um aquífero não deve ser maior do que sua capacidade de recarga natural, para que com isso se garanta a sustentabilidade do mesmo.

Quanto à qualidade da água subterrânea, esta vai depender do uso a que se destina, se será utilizada como água potável, água industrial ou água para a agricultura. A determinação de padrões de qualidade da água depende da escolha adequada dos parâmetros, físicos, químicos e biológicos a serem analisados, além da determinação dos métodos e padrões de apresentação dos resultados analíticos (BARBANTI e PARENTE, 2002).

3.4.3.3 Programas de ações de conservação da água

No Brasil houve algumas iniciativas do poder público e da sociedade no intuito de se aplicarem ações de conservação da água, como por exemplo o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), o qual é administrado pelo Governo Federal e estabelece ações de combate ao desperdício da água nos três níveis de atuação, ou seja, ao nível das bacias hidrográficas, ao nível dos sistemas de abastecimento público de água e, finalmente, ao nível dos sistemas prediais hidráulicos sanitários.

Outro exemplo é o PURA – Programa de Uso Racional da Água, desenvolvido em São Paulo, o qual atua sobre os sistemas prediais, com o intuito de promover o uso racional da água nestes sistemas.

A concepção do PURA se deve ao fato da necessidade de se atender três objetivos básicos, a saber:

- Criação de modelos com a intenção de se quantificar a eficiência do uso de aparelhos economizadores de água, em sistemas hidráulicos prediais;
- Proporcionar à população o uso da água de forma conservativa e racional, através do desenvolvimento e disponibilização de produtos que atingissem tal objetivo;
- Embasamento das ações do programa através da geração de documentos técnicos e institucionais.

De maneira a se alcançar tais objetivos, foram estabelecidos os projetos citados a seguir:

- Banco de dados sobre tecnologias, documentos técnicos e estudos de caso;
- Laboratório Institucional do Programa do Uso Racional da Água em Edifícios (LIPURA);
- Programa de avaliação e adequação de tecnologias;
- Caracterização da demanda e o impacto das ações de economia no setor residencial;
- Documentos relacionados às leis, regulamentos e programas de garantia de qualidade;
- Programas de consumo reduzido de água em edificações não residenciais.

SANTOS (2004) apresenta um Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações (PGUAE), no qual este trabalho está inserido. Tal programa será melhor descrito no item 3.4.4.

Na esfera internacional, citam-se alguns exemplos de ações tomadas por diversos países, como são os casos da África do Sul, do Japão, do México e dos Estados Unidos (BARRETO, 1998).

Na África do Sul, a “National Building Research Institute” (NBRI) realizou pesquisas no nível macro, onde foram avaliadas características como descarga, volumes, vazamentos e taxas de vazão, em vários tipos de aparelhos sanitários.

A subsistência do Japão, por sua vez, depende de ações mitigadoras do desperdício e da conservação da água, por tal motivo várias idéias e técnicas são constantemente discutidas e desenvolvidas, sendo que os principais aspectos avaliados são a economia, o desenvolvimento de novos aparelhos economizadores de água, esclarecimento à população sobre a necessidade de racionamento e economia de água e também a prática do reúso da água.

No México, o enfoque é atuar sobre o setor público de abastecimento, a racionalização do uso da água, modificação dos critérios de abastecimento, distribuição, uso e consumo de água, sendo que as ações foram tomadas dentro de cinco objetivos:

- Maximizar o uso das redes de abastecimento;
- Melhorar a administração dos serviços de água e saneamento;
- Regulamentar as prestações de serviços;
- Induzir o usuário ao uso racional da água;
- Minimizar o consumo das instalações sanitárias.

Com o intuito de se atingir estes objetivos, foram tomadas medidas como, por exemplo, a macro e micro medição, a manutenção preventiva, campanhas de conscientização, incentivos fiscais, linhas de crédito, criação de normas oficiais para a fabricação de aparelhos sanitários de menor consumo, entre outras.

3.4.4 Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações (PGUAE)

A presente dissertação visa apresentar uma ferramenta de auxílio à gestão da água em edificações. Considerando-se que tal ferramenta faz parte do PGUAE, cabe descrever tal programa. A descrição apresentada a seguir baseou-se no relatório do projeto de pesquisa “PROGRAMA DE GESTÃO DO USO DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS”, com financiamento do CNPq.

O PGUAE visa estabelecer uma metodologia para a gestão da água, tanto no aspecto qualitativo quanto no quantitativo, na edificação. Para que tal objetivo seja alcançado, ações devem ser tomadas, quais sejam: caracterização do consumo de água, caracterização das ações de economia de água, avaliação da aplicabilidade integrada das ações de economia de água e, finalmente, a confecção do plano de gestão do uso da água.

3.4.4.1 Caracterização do consumo da água

O objetivo desta ação é buscar a caracterização, temporal e funcional, do consumo de água da edificação, onde a caracterização temporal se traduz em um acompanhamento histórico do consumo da água da edificação, enquanto que a caracterização funcional seria a parametrização do consumo, em função dos diversos usos pertinentes na edificação. A obtenção destes parâmetros objetiva a identificação da hierarquia do consumo, baseada na magnitude do mesmo, no intuito de se identificar ações de economia de água prioritárias.

O levantamento do histórico do consumo é de extrema importância, pois permite avaliar, ao longo do tempo, as influências do comportamento do consumidor, do desempenho dos sistemas prediais de água fria e quente, da sazonalidade, entre outras variáveis, sobre o consumo de água.

A parametrização do consumo da água visa hierarquizar, baseado na magnitude do consumo da água, as prioridades das ações de economia a serem tomadas. O documento técnico de apoio (DTA) E1, do Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água (PNCDA), apresenta, por exemplo, os dados de consumo levantados em um condomínio de apartamentos de baixa renda (ROCHA et al. (1997). Estes dados foram reproduzidos na tabela 3.6.

TABELA 3.6 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ÁGUA

Pontos de utilização de água	Consumo diário por habitação (L/dia.habitação)	Consumo (%)
Bacia sanitária	24	5
Chuveiro	238	55
Lavadora de roupas	48	11
Lavatório	36	8
Pia	80	18
Tanque	11	3
Consumo total	437	100

FONTE: ROCHA et al. (1997)

3.4.4.2 Caracterização das ações de economia da água

A caracterização das ações de economia de água trata da definição e verificação da exeqüibilidade das mesmas, observando a relação entre os benefícios, riscos e custos associados. O benefício é avaliado em função da potencial economia de água em nível predial e da bacia hidrográfica, o risco abrange os riscos sanitários possíveis relacionados ao uso de fontes alternativas e, finalmente, os custos econômicos associados à relação benefício x risco, previamente admitida, é que apontam a viabilidade de projeto.

Um exemplo a ser abordado é a bacia sanitária de 6,8 litros de descarga. Comparada àquela de 12 litros de descarga, tem-se a significativa economia de 50% de volume de água por descarga. Nesta ótica, considerando que o usuário utilize a bacia sanitária convencional (12 litros) quatro vezes por dia, seu gasto é na ordem de 48 litros. Substituindo esta bacia convencional de 12 litros por uma economizadora de 6,8 litros, seu consumo passa para 27,2 litros diários, economizando, portanto outros 20,8 litros. Para um consumo médio per capita de 132 L/hab. dia, conforme apresentado em SANTOS et al. (2001) para Curitiba e Região Metropolitana, este valor representa uma possibilidade de economia de 16%, aproximadamente.

No caso da água cinza, é possível fazer uma simulação similar para cada usuário. Considerando que o chuveiro tenha uma vazão específica de 0,10 litros por segundo e que o mesmo seja acionado apenas 1 vez por dia, e durante 10 minutos, o volume consumido de água é de 60 litros. Considerando também que o usuário

utilize 5 vezes por dia o lavatório, durando 30 segundos cada utilização, com vazão específica de 0,10 litros por segundo, o volume consumido de água é de 15 litros. Logo, diante destas alternativas, o consumo per capita por dia no lavatório e no chuveiro é na ordem de 75 litros. Considerando este volume como volume potencial de água cinza, e admitido-se perdas na ordem de 5 % no sistema predial de água cinza, o volume disponibilizado seria na ordem de 71 litros. Em contrapartida, a descarga da bacia sanitária consome em média de 10 a 12 L/s de água potável a cada vez que é acionada e, supondo que o usuário a utilize quatro vezes ao dia, o consumo é de 48 litros de água. Conclui-se então, que se a água cinza puder ser reutilizada em lugar da água potável na descarga da bacia sanitária, já existiria a possibilidade de uma economia de 48 litros de água potável restando, ainda, 23 litros para outros fins menos nobres.

Benefícios decorrentes da conscientização também merecem atenção, conforme já comentado. No caso do morador, por exemplo, uma nova postura de racionalização seria efetivamente uma poderosa ação de conservação de água, haja vista o exemplo a seguir. Considere-se o consumo per capita diário de 132 litros e que, no ato de escovar os dentes, o usuário leve aproximadamente 3 minutos. Admitindo-se uma vazão de 0,10 litros por segundo para o lavatório, e que o usuário ao escovar os dentes permaneça com a torneira aberta (água corrente) durante 3 minutos, o mesmo consumirá aproximadamente 18 litros.

Porém, se em uma atitude mais racional, a torneira permanecer aberta apenas 30 segundos, duração esta considerada aqui como razoável na escovação dos dentes, o volume consumido será de apenas 3 litros. Nesta atitude econômica, portanto, serão poupados 15 litros. Caso o usuário, em sua residência, escove os dentes duas vezes por dia, serão poupados 30 litros, valor este que é de aproximadamente 22 % do consumo per capita diário de 132 litros.

Com relação aos custos, destacam-se dois exemplos. No primeiro, respectivo a água cinza, cabe comentar a simulação desenvolvida para CHAHIN et. al. (1999), para um prédio residencial de 15 andares com 4 apartamentos por andar, situado em São Paulo. O custo inicial de implantação do sistema da água cinza seria na ordem de R\$ 17.000,00 (valores de 1998); já o custo de operação foi

estimado em R\$ 300,00/mês. A economia mensal decorrente foi na ordem de R\$ 2.600,00.

Considerando-se estas condições, os autores avaliaram que, em 7 meses de economia de água e, conseqüentemente, de recursos financeiros, o investimento seria totalmente amortizado. GELT et. al. (1999), por sua vez, estimou o custo de tratamento e distribuição de água cinza, em residências, na ordem de US\$ 1.500,00. Já o reservatório de acumulação, com volume aproximado de 19.000 L, foi orçado na faixa de US\$ 0,13 por litro.

Quanto aos custos de sistemas de aproveitamento da água da chuva, TOMAZ (1998) apresenta valores para reservatórios de acumulação. Considerando que o reservatório seja de fibra de vidro, o citado autor apresenta valores médios (para volumes na faixa de 600 a 20.000 litros) de US\$ 0,35/litro para reservatório enterrado e US\$ 0,175/litro para reservatório apoiado. Saliente-se que estão sendo considerados também os custos do reservatório de autolimpeza e da bomba flutuante.

Quanto aos riscos sanitários, cabe inicialmente considerar que tais riscos são admitidos como aqueles associados ao uso de água contaminada, conforme já comentado. Neste sentido, e trabalhando apenas no universo da edificação, existem riscos no consumo da água potável que eventualmente tem sua qualidade original alterada (desperdício qualitativo), na utilização da água cinza e no aproveitamento da água da chuva.

NARDOCCI (2003), apresenta que há uma grande preocupação da sociedade com o reúso da água. Esta preocupação está baseada em dois motivos principais: a poluição dos recursos hídricos e as limitações das técnicas de tratamento da água, pois as mesmas não são totalmente eficientes na remoção de todas as substâncias indesejadas da água, isso apesar dos grandes avanços tecnológicos da área. Por tais motivos, existe a necessidade de se fornecer, aos tomadores de decisão, o maior número de informações claras e precisas quanto à questão dos riscos.

Segundo a autora, a avaliação dos riscos pode ser definida como “um conjunto de metodologias que calculam e avaliam a probabilidade de um efeito adverso ser provocado por um agente (químico, físico ou biológico) ou por um

processo industrial, ou por uma tecnologia ou processo natural, que possa prejudicar a saúde humana ou o ambiente”.

Um método usual para a avaliação de risco é feita através do uso da distribuição de Beta-Poisson, como mostrado no trabalho de estudo do reúso de água cinza residencial “WATER QUALITY/SOIL QUALITY RISK ASSESSMENT” (Qualidade da água e do solo avaliação de risco) (WATER CASA, 2004):

$$P_i = 1 - \left(1 + \left(\frac{N}{b} \right) \right)^{-a}$$

Onde:

P_i : probabilidade de infecção;

N : concentração do elemento de exposição;

a, b : constantes da curva dose-resposta.

3.4.4.3 Avaliação da aplicabilidade integrada das ações de economia de água

Nesta etapa, o PGUAE prevê uma avaliação conjunta das ações viáveis de economia de água, vislumbrando a relação entre os três critérios benefício, risco e custo, conforme citado no item anterior.

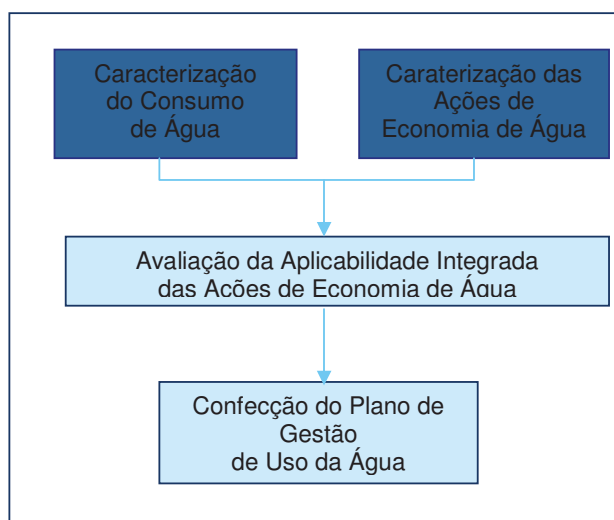
É importante enfatizar que o benefício é avaliado em função da economia de água prevista, enquanto o risco é avaliado em função da segurança sanitária. O custo, por sua vez, deve considerar a maximização da economia conjuntamente com a minimização do risco.

A operacionalização da avaliação e, conseqüentemente, a confecção do Plano de Gestão do Uso da Água serão realizadas através de ferramentas de análise como a análise multicritério ou programação linear. Avaliadas as aplicabilidades das ações de conservação de água, para aquelas efetivamente aplicáveis, faz-se necessário hierarquizá-las quanto à preferência de aplicação ao longo do tempo. Para tanto, são utilizados sistemas de apoio à decisão, para a posterior confecção do Plano de Gestão do Uso da Água nas Edificações.

3.4.4.4 Confecção do Plano de Gestão de Uso de Água

Nesta última fase do Programa, após caracterizados os usos e as ações de economia, e avaliada a aplicabilidade integrada de tais ações, torna-se possível propor um planejamento otimizado que promova a economia esperada e garanta a segurança sanitária; planejamento esse oriundo da aplicabilidade integrada das ações, da economia obtida e do risco sanitário associado. O resultado desta análise embasará, portanto, a confecção do Plano de Gestão do Uso da Água. A figura 3.19 apresenta a estrutura do Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações.

FIGURA 3.19 – ESTRUTURA DO PGUAE



FONTE: SANTOS (2004).

3.5 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO (SAD)

Tomar decisões faz parte do cotidiano. Toma-se decisões desde a hora em que se acorda, como por exemplo “qual roupa vestir?” até a hora de dormir. O ato de tomar decisões passa por escolhas que devem ser feitas para atingir um objetivo, segundo algum ou alguns critérios. Por exemplo, no caso da escolha de uma roupa para vestir deve-se avaliar, entre outras, qual a ocasião, se a pessoa vai trabalhar, quais são os critérios de apresentação no seu trabalho. Para um executivo, há a necessidade de se apresentar de forma mais social, utilizando, por

exemplo, terno, já para um servente de pedreiro esta vestimenta não é adequada. Portanto, para o executivo a apresentação é um critério importante para a escolha do seu traje de trabalho. Este é um exemplo de uma decisão simples, porém à medida que as decisões tornam-se mais complexas, devendo ser avaliadas segundo vários critérios, surge a necessidade de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD).

A pesquisa operacional, área de concentração onde estão inseridos os SAD, surgiu “oficialmente” em meados da década de 50, do século passado, quando as forças aliadas, na Segunda Guerra Mundial, necessitavam resolver problemas logístico – militares, fato que contribuiu para uma maior aplicação da pesquisa operacional na resolução de problemas. Nessa época, foram desenvolvidos diversos métodos matemáticos no intuito de se encontrar a solução ótima de um problema, como aqueles de alocação de cargas, definição de percursos mínimos ou otimização de estoques. Já na década de 60 surgiram os métodos probabilísticos voltados para a tomada de decisão, os quais foram aplicados em diversos trabalhos e foram desenvolvidos na década de 80, quando passaram a serem superados por métodos onde a matemática é menos complexa.

Também na década de 60, começaram a surgir organizações voltadas ao estudo e análise de decisões. Vários grupos para o “Apoio à Tomada de Decisão” foram criados, envolvendo pesquisadores de diversas áreas, como matemáticos, estatísticos, cientistas da computação, economistas e especialistas em pesquisa operacional (GOMES e MOREIRA, 1998).

Nos anos 70 apareceram os primeiros métodos probabilísticos para os problemas discretos de decisão, no ambiente multicritério ou multiobjetivo, métodos que utilizam uma abordagem diferenciada para essa classe de problemas e que passam a atuar sob a forma de auxílio à decisão (GOMES e MOREIRA, 1998).

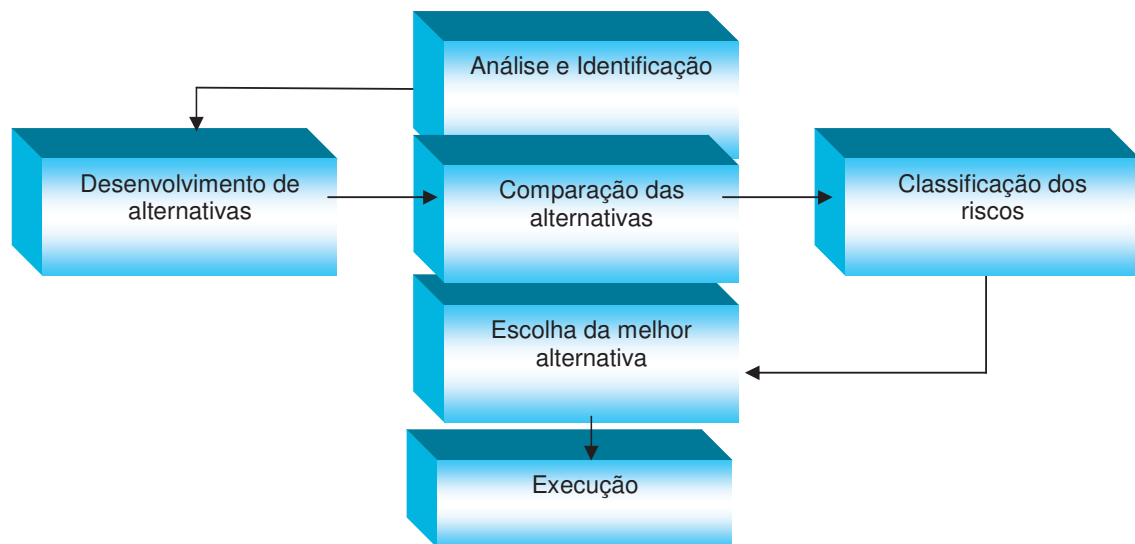
As abordagens na tomada de decisão são várias, sendo que, segundo BINDER (1994), citando o trabalho de CHIAVENATO (1983)¹¹, seis são os elementos comuns às várias formas de tomada de decisão:

¹¹ CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. São Paulo. Mc Grw-Hill. 1983.

- a decisão em si;
- os objetivos;
- as preferências;
- as estratégias;
- o contexto e
- os resultados.

Quanto aos modelos decisórios, o referido autor destaca o modelo citado por URIS (1989)¹², o qual é apresentado na figura 3.20 e cujas etapas são descritas a seguir.

FIGURA 3.20 – ETAPAS DO PROCESSO DECISÓRIO



FONTE: Adaptado de BINDER (1994)

- **Análise e identificação da situação:** nesta etapa, deve existir uma cuidadosa identificação do ambiente onde o problema está inserido, realizando-se um levantamento de dados adequado;
- **Desenvolvimento das alternativas:** identificação de possíveis alternativas para a resolução do problema, através dos dados levantados na etapa anterior, utilizando a experiência pessoal do usuário;

¹² URIS, A. **O livro de mesa do executivo**. São Paulo. Editora Pioneira. 1989.

- **Comparação entre as alternativas:** determinação das vantagens e desvantagens das alternativas;
- **Classificação dos riscos de cada alternativa:** mensuração do grau de incerteza das alternativas, através da análise dos possíveis riscos de cada uma;
- **Escolha da melhor alternativa:** após a comparação e a classificação dos riscos de cada alternativa, o usuário deverá determinar a melhor opção entre as mesmas e realizar uma estimativa dos resultados esperados, para uma avaliação posterior;
- **Execução e avaliação:** nesta etapa, ocorre a implementação da alternativa escolhida, a qual, após algum tempo, fornecerá resultados que permitirão ao usuário escolher entre continuar com a atual alternativa ou reiniciar o ciclo de tomada de decisão.

Vários são os fatores que influenciam as incertezas relacionadas às decisões, assim como a capacidade de tomada de decisão de um decisor. Segundo LUPATINI (2002) citando WESTMACCOT (2001)¹³, os principais fatores são: a disponibilidade de conhecimentos e habilidades, o entendimento e comunicação entre os tomadores de decisão, o desejo dos decisores de cooperação entre eles, os recursos financeiros disponíveis, entre outros. Estes elementos formam o ambiente de decisão, o qual é apresentado, de maneira esquemática na figura 3.21.

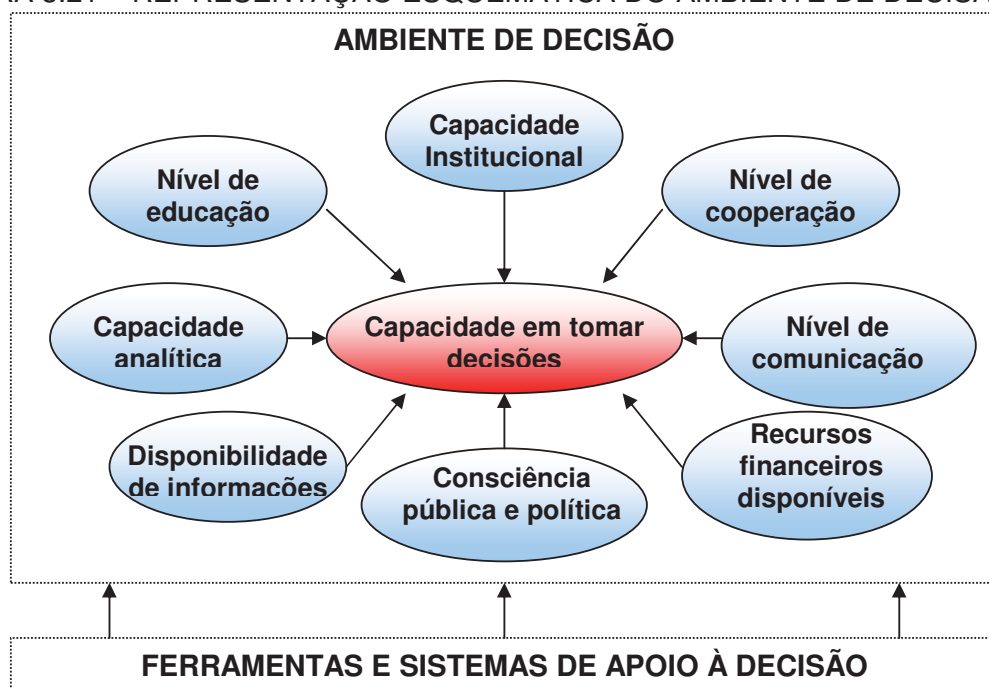
As decisões, na vida profissional ou pessoal, são tomadas no intuito de resolver problemas ou melhorar o desempenho de um sistema que, de uma maneira geral, implicam em uma tomada de decisão complexa. Os referidos problemas são caracterizados, em geral, da seguinte maneira (GOMES e MOREIRA, 1998):

- O número de critérios, para a resolução do problema, é no mínimo dois, sendo os mesmos conflitantes, em geral, entre si;

¹³ WESTMACOTT, S. Developing decision support systems for integrated coastal management in the tropics: Is the ICM decision-making environment too complex for the development of a useable and useful DSS? **Journal of Environmental Management**, n. 62, p. 55-74, 2001.

- Não há uma definição clara dos critérios e das alternativas e a escolha de uma das alternativas, com relação a pelo menos um critério, gera consequências as quais não são compreendidas claramente;

FIGURA 3.21 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO AMBIENTE DE DECISÃO



FONTE: WESTMACOTT (2001)¹³ citado por LUPATINI (2002)

- Os critérios e as alternativas podem estar interligados, de tal forma que um dado critério parece refletir parcialmente um outro critério, ao passo que a eficácia da escolha de uma dada alternativa depende da escolha ou não de outra alternativa, no caso em que as alternativas não são mutuamente exclusivas;
- A solução do problema depende de um conjunto de pessoas, cada uma das quais tem seu próprio ponto de vista, muitas vezes conflitante com os demais;
- As restrições do problema não são bem definidas podendo, até mesmo, haver alguma dúvida a respeito do que é critério e do que é restrição;
- Alguns critérios são quantificáveis, ao passo que outros somente o são através de julgamentos de valor efetuados sobre uma mesma escala;

- A escala para um dado critério pode ser cardinal, verbal, ou ordinal, dependendo dos dados disponíveis e da própria natureza dos critérios.

Segundo ROY (1985), um sistema de apoio à decisão se caracteriza por ser uma atividade que permite, através de modelos claramente explicitados, porém não necessariamente formalizados, auxiliar a obtenção dos elementos de resposta às questões que são apresentadas a um interventor em um processo de decisão. Tais elementos procuram esclarecer e, normalmente, prescrever a decisão, ou simplesmente favorecer um comportamento que venha a acrescentar coerência à evolução do processo, aos objetivos e sistema de valores utilizados pelo interventor.

MOREIRA e BECKHAUSER (2001), citando Milan Zeleny, apresentam que a tomada de decisão pode ser definida como o esforço para resolver o dilema dos objetivos conflitantes, cuja presença impede a existência da “solução ótima” e conduz para a procura da “solução de compromisso”.

SPRAGUE e WATSON (1991) definem os SAD da seguinte forma: “São sistemas computacionais que ajudam os responsáveis pela tomada de decisões, a enfrentar problemas estruturais, através de uma interação direta com modelos de dados e análises”.

Segundo KEEN (1991), os SAD são desenvolvidos com o intuito de auxiliar os gerentes e profissionais a melhorarem sua eficácia e produtividade. Segundo o autor, o objetivo deste sistema não é substituir o julgamento do profissional decisor, mas sim auxiliá-lo neste julgamento, isso porque o sistema não automatiza o processo decisório, além de não impor ao decisor uma seqüência de análise.

Várias características são esperadas em um SAD. Ele deve ser flexível, de maneira a poder trabalhar com várias situações; ter facilidade em seu uso, para que, de uma maneira simples e rápida, possa ser incorporado ao sistema decisório dos profissionais e gerentes; responsivo, no sentido de que o mesmo não pode impetrar ao seu usuário uma estrutura, e deve ser rápido; comunicativo, no sentido da comunicação entre o usuário e o SAD ser clara e precisa, onde se observa a necessidade do sistema se adaptar à rotina do decisor (KEEN, 1991).

Segundo BINDER (1999), um SAD deve apresentar as seguintes características:

- ser sistemas utilizados para resolver problemas mais complexos e menos estruturados que os demais;
- permitir facilidade na aplicação de técnicas de análises, qualitativas e quantitativas, sobre os dados;
- ser de fácil utilização, interativo e ter uma interface extremamente amigável;
- apresentar facilidade de adaptação à mudanças do ambiente e ser flexível;
- fornecer subsídios para uma rápida disseminação e implementação dos resultados obtidos a partir da tomada de decisão;
- estabelecer coordenação e comunicação entre os diversos níveis de gerência.

Os SAD podem ser aplicados em diversas situações, como planejamento financeiro, gerenciamento de portfólio, tomadas de decisões de marketing, planejamento da capacidade de máquinas, análise de empreendimentos conjuntos, entre outras. Deve-se salientar que, para cada uma de suas aplicações, o SAD apresentará consideráveis diferenças, onde variações ocorrem, por exemplo no uso, como no controle operacional ou controle gerencial ou ainda em planejamentos estratégicos, onde os mesmos podem ser utilizados para tomada de uma decisão ou de várias (GARNTO e WATSON, 1991).

Existe uma grande variedade de modelos de análise de decisão, os quais partem desde os métodos clássicos como os estatísticos descritivos até os modelos econômicos e de otimização clássicos. Atualmente, denominam-se métodos clássicos de análise, os métodos de análise multicritério e multiobjetivo, os sistemas de inteligência artificial e os sistemas especialistas (NETTO et al., 2001).

3.5.1 Análise Multicritério

3.5.1.1 Histórico

Segundo SIMOS (1990), as primeiras publicações catalogadas do auxílio à decisão multicritério, remontam do final da década de 60, do século passado.

Como foi apresentado no item anterior, GOMES e MOREIRA (1998), apresentam que os primeiros métodos multicritérios ou multiobjetivos surgiram na década de 70.

O auxílio multicriterial à decisão é denominado, pela escola francesa, Análise Multicritério e, pela escola americana, Métodos Multicritérios de Auxílio à Decisão (MCDA – Multiple Criteria Decision-Aid) ou Tomada de Decisão Multi Critério (MCDM – Multiple Criteria Decision Making) (VINCKE, 1992).

ZUFFO (1998), citando uma crítica de Bernard Roy, apresenta que a corrente européia se distingue da corrente americana, quanto ao uso e às definições dos métodos multicriteriais. A corrente americana concentra seus esforços no descobrimento e descrição do tomador de decisões, além de tomar como base teoremas, corolários, conceitos e axiomas na busca da “solução ótima”. Já a vertente européia busca encontrar a “solução de melhor compromisso”, a qual entende que, no caso de múltiplos critérios, é impossível pensar em solução ótima.

Sendo vários os métodos de análise multicritério, são várias também as classificações dos mesmos. A escola americana classifica esses métodos segundo as técnicas de resolução dos problemas, enquanto a européia apresenta uma classificação de acordo com o tipo de agregação, admitindo que a linha que separa as categorias é um tanto vaga. Uma destas classificações é a adotada por PARDALOS et al. (1985)¹⁴, citado por ZUFFO (1998):

CLASSE I – Programação Matemática Multiobjetivo: esta categoria engloba os métodos que têm como base a busca das soluções não-dominadas; em geral, as alternativas não estão explícitas, mas representadas por um conjunto de restrições;

CLASSE II – Teoria da Utilidade Multiatributo: este conjunto abrange os métodos que procuram modelar as preferências do decisor através da função de valor, que representa a decisão do tomador de decisões;

CLASSE III – Relações das Aproximações Hierárquicas: os métodos relacionados nesta categoria são muito utilizados pela escola européia, devido ao fato de não haver um direcionamento nas decisões; dentre esses métodos, pode-se

¹⁴ PARDALOS, P. M.; SISKOS, Y.; ZOPOUNIDIS, C. (1985) – **Advances in Multicriteria Analysis**. (Nonconvex optimization and its application; V.5). kluwer Academic Publishers. Netherlands. P. 249

destacar as famílias PROMETHEE e ELECTRE, os métodos da incerteza de hierarquização, entre outros;

CLASSE IV – Métodos Baseados na Desagregação de Preferências: esta categoria se assemelha à da Teoria da Utilidade Multiatributo, diferindo apenas pelo fato de que seus parâmetros são indiretamente estimados e o problema principal é estimar uma função utilidade aditiva.

VINCKE (1992) apresenta uma classificação dos métodos de auxílio à decisão multicriteriais em três grandes famílias, a saber:

- Teoria da utilidade com múltiplos atributos: esta família tem inspiração americana e consiste na agregação de diversos pontos de vista em uma única função, a qual deverá ser otimizada;
- Métodos de ranqueamento: nesta família, primeiramente se constrói uma relação (relação de ranqueamento), a qual representa as preferências fortes do tomador de decisões. Na sequência, tem-se uma exploração das relações de ranqueamento para auxiliar o tomador de decisões a resolver seu problema. Esta família tem inspiração na escola francesa;
- Métodos interativos: os métodos interativos se caracterizam por alternarem passos de cálculo e de diálogo com o tomador de decisões, o qual fornece informações extra sobre suas preferências.

3.5.1.2 Definições

VINCKE (1992) apresenta o auxílio à decisão multicritério como sendo um conjunto de ferramentas que permitem ao tomador de decisões um avanço, na resolução de problemas de decisão que possuem vários pontos de vista, os quais devem ser levados em conta na decisão. Em geral, não existe qualquer solução ótima sob todos os pontos de vista apresentados.

BUNN (1984)¹⁵, citado por FERNANDES e BASTOS (2001), define que a análise multicritério estrutura um problema, com o objetivo de criar um modelo lógico para o mesmo, através de uma abordagem sistemática para a tomada de

¹⁵ BUNN, D. W. **Applied decision analyses**. Mc Graw-Hill, Inc. 1984.

decisão. A estruturação do problema pode se dar através da compartimentação do mesmo em sub-elementos, objetivando uma maior facilidade da manipulação dos dados.

Segundo NETTO et al. (2001), a abordagem proposta pelas análises multicritério procura resolver problemas de decisão que possuem mais de um objetivo, onde as incertezas ou conflito entre objetivos se apresentam em inúmeros patamares e de vários tipos, formando um complexo quadro destes objetivos, causando uma dificuldade de identificação pelo agente decisor da avaliação das alternativas.

3.5.1.3 Métodos de análise multicritério de sobreclassificação

Um método de análise multicritério de sobreclassificação faz uso da construção de relações de sobreclassificação para, em um segundo passo, explorá-las e estabelecer um ranqueamento das ações, as quais auxiliarão o tomador de decisões na resolução de um problema. Roy (1974) apresenta a seguinte definição de relações de sobreclassificação (VINCKE, 1992): “Uma relação de sobreclassificação (outranking relation) é uma relação binária S definida em A (conjunto de alternativas, onde $a \in A$ e $b \in A$) tal que $a S b$ se, conhecidas as preferências do tomador de decisões, conhecida a qualidade das avaliações das ações e a natureza do problema, existem argumentos suficientes para decidir que a é no mínimo tão bom quanto b , desde que não exista razão substancial para contestar esta afirmação”. O quadro 3.10 apresenta os métodos de sobreclassificação citados por VINCKE (1992), com seus respectivos autores.

QUADRO 3.10 – MÉTODOS DE SOBRECLASSIFICAÇÃO

MÉTODO	AUTOR
ELECTRE I	Roy, 1968
ELECTRE II	Roy e Bertier, 1971 e 1973
ELECTRE III	Roy, 1978
ELECTRE IV	Hugonnard e Roy, 1982
QUALIFLEX	Paelinck e Janssen, 1978 e 1990
ORESTE	Roubens, 1981
MELCHIOR	Leclercq, 1984
SEGMENTAÇÃO TRICOTÔMICA	Moscarola e Roy, Roy, 1977 e 1981
PROMETHEE	Brans e Vincke, 1985

FONTE: Adaptado de VINCKE (1992)

3.5.1.4 Método de análise multicritério ELECTRE

A sigla ELECTRE no idioma francês significa ELimination Et Choix Traduisant la REalité, cuja tradução é: Representação da realidade por eliminação e escolha.

BUCHANAN et al. (1998) definem os métodos da família ELECTRE não somente como métodos de solução, mas como “uma filosofia de apoio à decisão”.

Segundo MAYSTRE et al. (1994) os métodos da família ELECTRE podem ser relacionados, historicamente, da seguinte maneira (ver quadro 3.11):

QUADRO 3.11 – RELAÇÃO HISTÓRICA DOS MÉTODOS ELECTRE

MÉTODO	AUTOR
ELECTRE I	ROY, 1968
ELECTRE II	ROY, BERTIER, 1971, 1973
ELECTRE III	ROY, 1978
ELECTRE IV	ROY, HUGONNARD, 1982
ELECTRE IS	ROY, SKALKA, 1985
ELECTRE TRI	ROY, BOUYSSOU, 1991

FONTE: MAYSTRE et al. (1994)

Como se observa pelo levantamento histórico, o estudioso Bernard Roy é a principal referência da família ELECTRE. Desta maneira, cabe salientar que todos os conceitos aqui apresentados são de sua autoria ou do mesmo com colaboradores, porém os textos ora apresentados foram referenciados diretamente da fonte onde foram obtidos.

MAYSTRE et al. (1994) relacionam as diversas áreas de aplicação dos métodos ELECTRE, quais sejam: área de implantação, na locação de usinas, traçados rodoviários, estações ferroviárias, entre outras; área de desenvolvimento nacional e regional, no planejamento agrícola, gerenciamento hidráulico, entre outras; área de publicidade, no planejamento de mídia; área de pesquisa e desenvolvimento, em projetos, desenvolvimento industrial; área de admissão, como empresas, instituições de ensino; e finalmente área de fabricação, em produtos e organização.

BUCHANAN et al. (1998) citam, como uma vantagem, o caráter não compensatório desta família de métodos, no qual um valor muito ruim de um critério

não é compensado por um valor bom de outro critério. Com isso, os métodos ELECTRE admitem a incomparabilidade entre ações.

Quanto às problemáticas atendidas pelos métodos da família ELECTRE e citadas por MAYSTRE et al. (1994) tem-se: a problemática α de apoio na escolha da(s) melhor(es) ações, onde encontram-se as aplicações dos métodos ELECTRE I e IS; a problemática β que agrupa em classes as ações segundo normas pré-estabelecidas, através do ELECTRE TRI e, finalmente, a problemática γ , a qual tem como objetivo o ordenamento das ações segundo uma ordem de preferência decrescente, utilizando os métodos ELECTRE II, III e IV, sendo o II a versão mais antiga, o III aplicado quando é possível e desejável quantificar a importância relativa dos critérios e o IV quando a quantificação da importância relativa não é possível.

Os métodos da família ELECTRE, com exceção do IV, fazem uso de uma hipótese de sobreclassificação, uma noção de concordância e uma noção de não concordância ou discordância, apresentadas a seguir (MAYSTRE et al., 1994):

- **Hipótese de sobreclassificação:** parte-se da hipótese que, dadas duas ações denotadas a_i e a_k pertencentes a um conjunto A , a_i sobreclassifica a_k , o que deve ser verificado;
- **Concordância:** se a hipótese “ a_i sobreclassifica a_k ” é verificada, é dito que para o critério j existe concordância com a hipótese que a ação a_i é no mínimo tão boa quanto a ação a_k ;
- **Não concordância:** a condição de não concordância permite recusar uma hipótese de sobreclassificação, obtida depois da aplicação da condição de concordância, desde que exista uma oposição forte para ao menos um critério.

MAYSTRE et al. (1994) apresentam ainda que, para que uma noção de concordância se torne operacional, é necessária a definição de coeficientes de importância ou pesos para os critérios, os quais exprimem a importância relativa de cada um deles.

Para a definição dos pesos, SIMOS (1990)¹⁶, citado por FIGUEIRA e ROY (2002), sugere o método denominado “jogo de cartas”.

O método consiste em distribuir aleatoriamente cartas com o nome de cada critério, que se está utilizando na avaliação pelo ELECTRE III, e um conjunto de cartões sem nada escrito, denominados “cartões brancos”. O entrevistado deverá colocar na ordem os critérios, do melhor para o pior, sendo que o mesmo colocará uma quantidade de cartões brancos, entre os critérios, simbolizando o grau de importância entre os mesmos. Caso o entrevistado tenha a opinião de que dois critérios têm o mesmo peso, ele poderá representar isto unindo os dois cartões, com a identificação dos critérios, através de um clipe de papel, sem colocar cartões brancos entre eles.

Como apresentado na introdução do presente trabalho, a pesquisa tem como objetivo apresentar uma ferramenta de auxílio à decisão, no intuito de analisar as possibilidades existentes de ações de economia e uso da água e hierarquizar tais ações, segundo alguns critérios, para uma edificação. Por tal motivo, optou-se pela utilização do método de análise multicritério ELECTRE III, pois o problema se enquadra no tipo de problemática γ , anteriormente descrita.

3.5.1.5 Método ELECTRE III

As várias versões da família ELECTRE se baseiam em um mesmo conceito fundamental, mas diferem na sua operacionalização (BUCHANAN et al., 1998).

Na aplicação dos métodos da família ELECTRE, surgem dois conceitos de grande importância para a utilização dos mesmos: o conceito de limiar e o de hierarquização. Assumindo a existência de um conjunto de ações A e um critério g_j , onde $j = 1, 2, \dots, n$, que se deseja maximizar, no modelo tradicional de preferência pode-se encontrar duas relações possíveis para um par de ações $(a, b) \in A$, onde (BUCHANAN et al., 1998):

aPb: a é preferível a b , se $g_j(a) > g_j(b)$

aIb: a indiferente a b , se $g_j(a) = g_j(b)$

¹⁶ Simos, J., 1990. L'evaluation environnementale: Un processus cognitif negoci e. These de doctorat, DGF-EPFL, Lausanne.

O método ELECTRE III introduz ao modelo acima descrito um valor limiar de preferência p_j e um valor limiar de indiferença q_j , a cada critério g_j . Desta maneira o tomador de decisões pode estabelecer um intervalo de valores no qual uma ação é estritamente preferível à outra e um intervalo no qual uma ação é indiferente à outra. Por exemplo, no modelo tradicional de preferência, desejando-se escolher o café mais doce, uma xícara de café contendo 11 mg de açúcar é preferível a uma xícara de café contendo 10 mg de açúcar, já utilizando o ELECTRE III é possível estabelecer que 1 mg de açúcar não faz diferença entre as duas xícaras, ou seja, o café das duas xícaras é equivalente. Com a introdução destes limites, as relações de preferência ficam da seguinte maneira (BUCHANAN et al., 1998):

aPb: a é preferível a b, se $g_j(a) > g_j(b) + p_j$

alb: a é indiferente a b, se $|g_j(a) - g_j(b)| \leq q_j$

Estes limiares de indiferença e preferência são estabelecidos pelo tomador de decisão, sendo que os mesmos mostram o grau de sensibilidade que o decisor deseja ao comparar duas ações. Como a mudança de indiferença para preferência estrita não ocorre em um ponto, pode-se estabelecer uma faixa de valores, que se denomina zona de preferência fraca. Com isso, as relações anteriormente citadas apresentam-se da seguinte forma (BUCHANAN et al., 1998):

aPb: a é estritamente preferível a b, se $g_j(a) > g_j(b) + p_j$

aQb: a tem preferência fraca a b, se $g_j(b) + q_j < g_j(a) \leq g_j(b) + p_j$

alb: a é indiferente a b, se $g_j(b) - q_j \leq g_j(a) \leq g_j(b) + q_j$

Através destes limites, os métodos ELECTRE estabelecem uma relação de hierarquização denotada por S, onde uma ação **aSb**, ou seja, a ação “a é, no mínimo, tão boa quanto b” ou “a não é pior que b”. Esta relação deverá ser analisada para cada critério j. Desta maneira, a notação é **aS_jb** (a é, no mínimo, tão bom quanto b, para o critério j) (BUCHANAN et al., 1998).

Cabe neste momento comentar que a introdução dos limiares de preferência (p) e indiferença (q) redefine os critérios em pseudo-critérios, pois a diferença entre

$g_j(a)$ e $g_j(b)$ deixa de ser apenas avaliada pelo valor, para o referido critério, e passa a se estabelecer uma zona de indiferença, através destes limites (p e q), como apresentados anteriormente e melhor exemplificado no exemplo da xícara de café (MAYSTRE, PICTET e SIMOS, 1994). Optou-se pela comodidade em chamar os critérios de critérios e não pseudo-critérios, porém, o leitor deve ter em mente a explicação anterior.

Segundo BUCHANAN et al. (1998) duas novas definições são apresentadas, no intuito de desenvolver as relações de hierarquização: os conceitos de concordância e discordância.

“O critério j está em concordância com a afirmação aSb se, e somente se aS_jb . Isto é, se $g_j(a) \geq g_j(b) - q_j$. Deste modo, até mesmo se $g_j(a)$ é menor que $g_j(b)$ para uma quantidade até q_j , isto não contradiz a afirmação aS_jb e então está em concordância com tal afirmação”.

“O critério j está em discordância com a afirmação aSb se, e somente se bS_ja . Isto é, se $g_j(b) \geq g_j(a) + p_j$. Isto é, se b for estritamente preferível a a pelo critério j , então torna-se claro a não concordância com a afirmação aSb ”.

A análise anteriormente apresentada procura avaliar a afirmação aSb , ou seja, se a é, no mínimo, tão bom quanto b . Partindo-se desta análise, torna-se necessário determinar o quão forte é a afirmação aS_jb . Esta determinação é realizada através do chamado índice de concordância “C”, para cada par de ações $a, b \in A$. O índice $C(a,b)$, para as ações a e b , é definido da seguinte maneira (BUCHANAN et al., 1998):

$$C(a,b) = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^n k_j \cdot c_j(a,b)$$

Onde:

$C(a,b)$ – índice de concordância das ações a e b ;

k – soma dos pesos de todos os critérios;

k_j – peso do critério j , para $j = 1, 2, 3, \dots, n$;

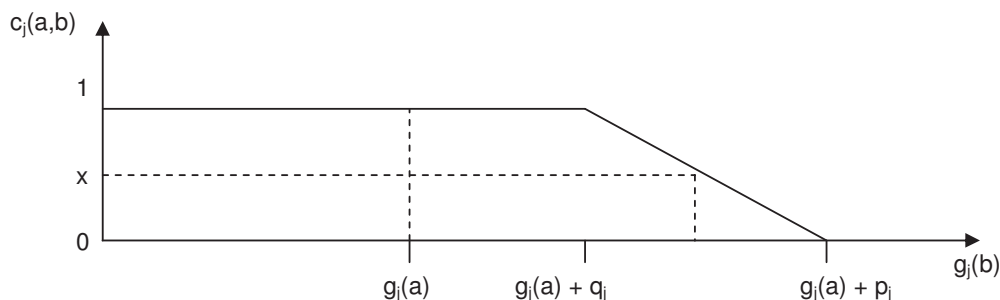
$c_j(a,b)$ – índice de concordância das ações a e b , sob o critério j .

Os valores para o índice de concordância c_j são dados pela função linear por partes, a saber (BUCHANAN et al., 1998):

$$c_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } g_j(a) + q_j \geq g_j(b) \\ 0 & \text{se } g_j(a) + p_j \leq g_j(b) \\ \frac{p_j + g_j(a) - g_j(b)}{p_j - q_j} & \text{nos demais casos} \end{cases}$$

O gráfico 3.8 apresenta as relações citadas anteriormente.

GRÁFICO 3.8 – CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA



FONTE: adaptado de MAYSTRE et al. (1994)

O índice de concordância $C(a,b)$ representa, em porcentagem, em função de todos os critérios analisados e para cada par (a,b) de ações, o quanto se concorda com a afirmação de que a ação a é tão boa quanto b (BUCHANAN et al., 1998).

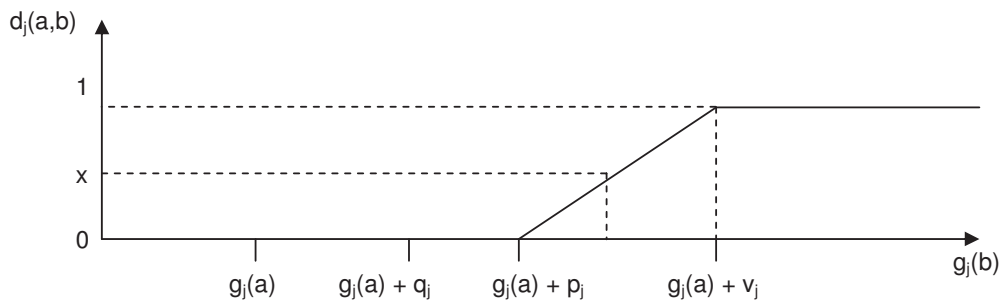
Na análise multicriterial, realizada pelo método ELECTRE, além do índice de concordância, tem-se o índice de discordância, o qual mede quanto se discorda da afirmação aSb . Neste ponto, surge uma das inovações do método ELECTRE III, com a introdução de um novo limiar, o chamado limiar de veto v . O limiar de veto v é aquele valor tal que, a partir dele, a afirmação aSb é refutada, ou seja, não existe possibilidade de a ser, no mínimo, tão bom quanto b , neste caso ocorre que $g_j(b) \geq g_j(a) + v_j$. O índice de discordância é determinado da seguinte maneira (BUCHANAN et al., 1998):

$$d_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } g_j(a) + v_j \leq g_j(b) \\ 0 & \text{se } g_j(a) + p_j \geq g_j(b) \\ \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j}{v_j - p_j} & \text{nos demais casos} \end{cases}$$

O gráfico 3.9 apresenta as relações citadas anteriormente.

Ao contrário da concordância, basta para um critério ser discordante para o descarte da hierarquização da ação (BUCHANAN et al, 1998).

GRÁFICO 3.9 – CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE DISCORDÂNCIA



FONTE: Adaptado de MAYSTRE et al. (1994)

Agora, com os dois índices calculados, concordância e discordância, é possível determinar a matriz de credibilidade de hierarquização, a qual mede quão forte é a afirmação $a \leq b$ (BUCHANAN et al., 1998).

BUCHANAN et al. (1998) apresentam a seguinte fórmula para o cálculo do índice de credibilidade para cada par de ações a, b :

$$S(a,b) = \begin{cases} C(a,b), & \text{se } d_j(a,b) \leq C(a,b) \forall j \\ C(a,b) \cdot \prod_{j \in J(a,b)} \frac{1 - d_j(a,b)}{1 - C(a,b)}, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Onde:

$J(a,b)$ – é o conjunto de critérios para os quais ocorre $d_j(a,b) > C(a,b)$.

A definição anterior afirma que, se a discordância for igual a 1, para apenas um critério, não se tem confiabilidade na afirmação que $a \succ b$. De outra maneira, se a discordância for igual a 0, tem-se a credibilidade na afirmação $a \succ b$ (BUCHANAN et al., 1998).

Após a determinação da matriz de credibilidade, são realizadas duas pré-classificações, sendo uma ascendente e outra descendente. Primeiramente, determina-se um valor λ , o qual será o máximo valor da matriz de credibilidade ($\lambda = \max S(a,b)$). Define-se, então, um coeficiente de “relaxamento” para λ , através da fórmula $\lambda - s(\lambda)$; em seguida, adota-se o valor, para cada critério, da credibilidade e compara-se com λ , formando então a matriz $Q_M(A)$, onde tem-se somente os valores 0 e 1, sendo 0 para credibilidade nula e 1 para alta credibilidade. Com as informações desta matriz, retira-se a ação melhor classificada, tendo assim a chamada 1ª etapa da destilação descendente. Repete-se o processo para o conjunto das demais ações, excluindo-se a ação previamente classificada e ao final das destilações tem-se a pré-classificação descendente. Para a classificação ascendente utiliza-se o mesmo processo, com a diferença que em cada etapa retira-se a ação pior classificada. Realizadas as duas pré-classificações determina-se a classificação final, a qual será a interseção das duas anteriores (VINCKE, 1992). As figuras 3.22 e 3.23 apresentam de forma sucinta a rotina descrita acima.

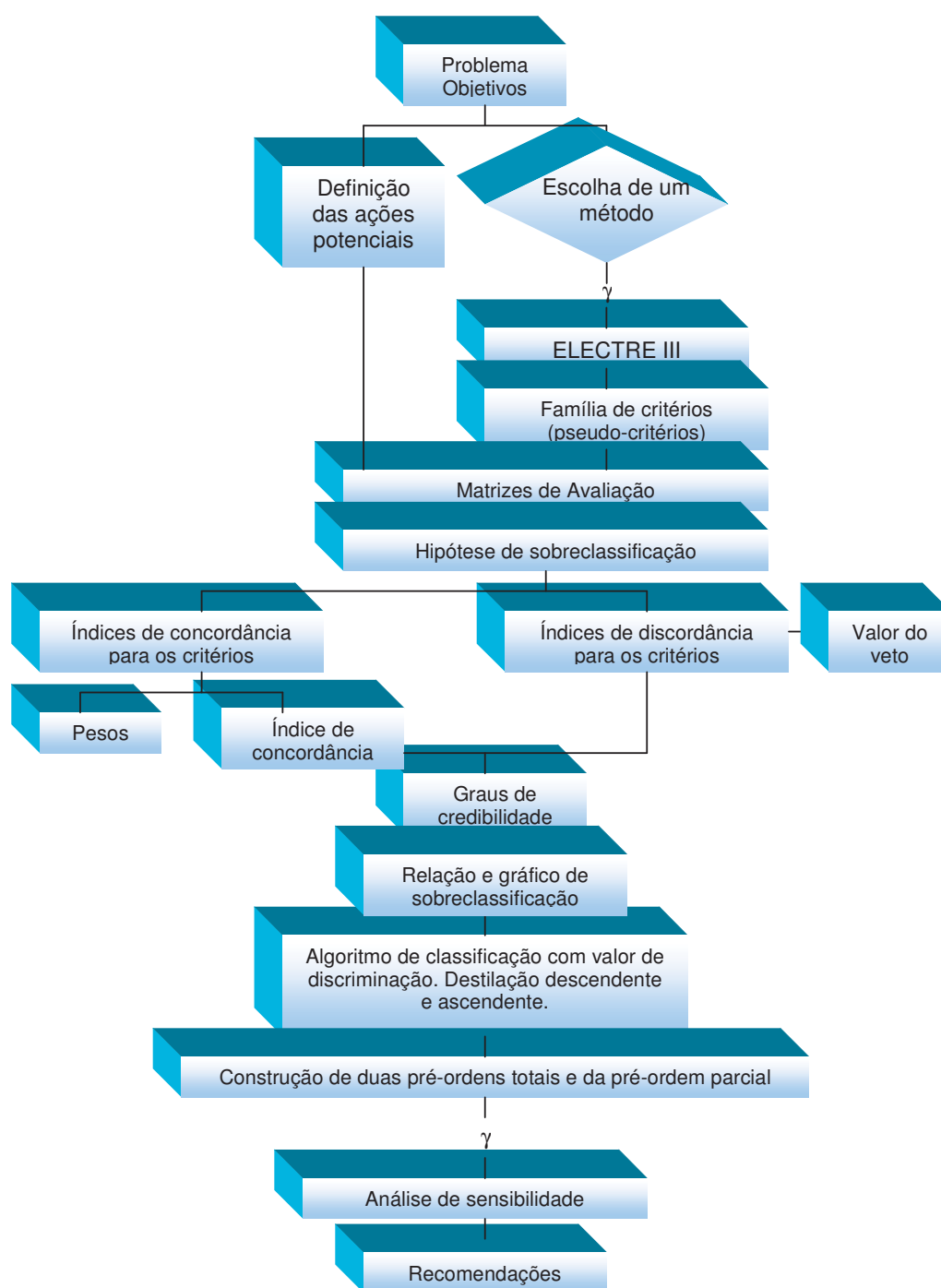
Para a definição do ranqueamento final são apresentadas as seguintes regras de classificação (MAYSTRE et al. 1994):

- Se **a** é preferível a **b**, dentro das duas pré-classificações, então **a** será preferível a **b** no ranqueamento final;
- Se **a** é equivalente a **b**, em uma das pré-classificações, mas ela é preferível na outra, então **a** é preferível a **b**;

- Se **a** é preferível a **b** em uma das pré-classificações, mas na outra pré-classificação **b** é preferível a **a**, então as duas ações serão incomparáveis entre si.

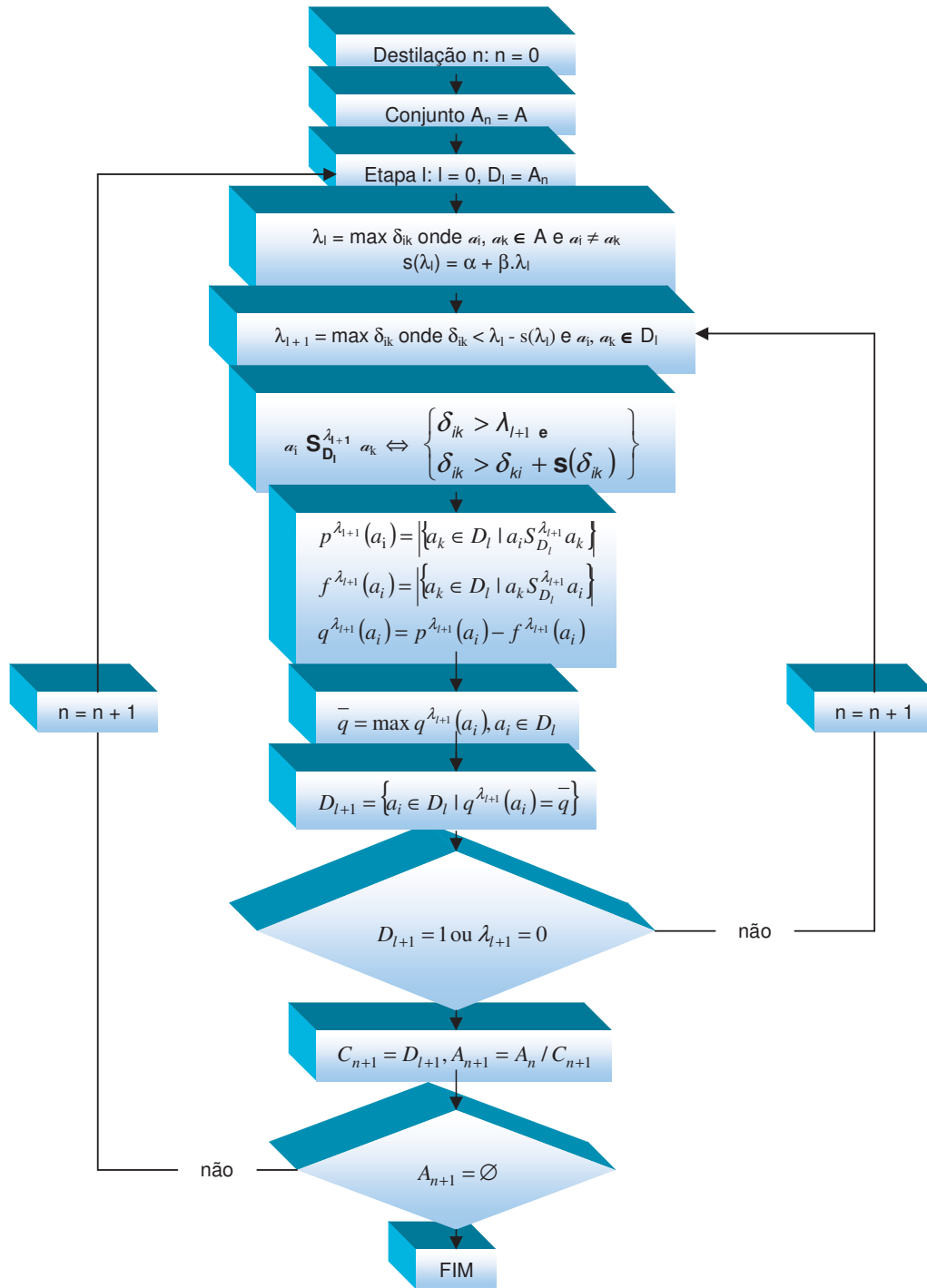
Após a análise realizada, faz-se necessária uma análise de robustez dos resultados apresentados. Esta análise é realizada variando-se os parâmetros, pesos e limites de preferência, indiferença e veto, estabelecidos originalmente, no intuito de determinar o domínio de variação de certos parâmetros dentro do qual uma recomendação permaneça estável. Serve para fornecer ao decisor uma recomendação sintética e robusta, que o informe quanto à capacidade da solução proposta resistir às variações entre a realidade e o modelo pressuposto para representá-la (MAYSTRE et al. 1994)

FIGURA 3.22 – FLUXOGRAMA DE UTILIZAÇÃO DO ELECTRE III



FONTE: Traduzido de MAYSTRE et al. (1994)

FIGURA 3.23 – FLUXOGRAMA DE DESTILAÇÃO DO ELECTRE III



FONTE: MAYSTRE et al. (1994)

4 MATERIAL E MÉTODOS: ESTUDO DE CASO

4.1 SOBRE A APLICAÇÃO DO PGUAE

A busca pela conservação do insumo água aumentou nestas últimas décadas, haja vista a conscientização de que tal recurso natural não se apresenta como uma fonte inesgotável. Conferências, trabalhos e programas de conservação da água, como os citados no item 3.4.3.3, têm sido realizados com uma maior frequência. Acompanhando esta tendência o PGUAE – Programa de Gestão do Uso da Água em Edifícios vem apresentar uma metodologia, cujo objetivo básico, é “a proposição de um Programa para Gestão do Uso das Águas nas Edificações, o qual, ao aplicado em uma edificação, produzirá um Plano de Gestão de Uso específico para a mesma que promova economia de água” (SANTOS, 2001).

O presente trabalho centra seus esforços na sugestão de uma ferramenta que atenda às necessidades especificadas no item 3.4.4.3., ou seja, a avaliação da aplicabilidade das ações de economia de água.

Para o desenvolvimento do estudo de caso contemplado nessa dissertação, foi escolhida uma edificação residencial qualquer, da cidade de Curitiba, Paraná. Os critérios de escolha foram a facilidade de acesso às informações, as condições técnicas, tais como a não existência de pressões maiores que 40 m.c.a, o que acarretaria em um estudo mais apurado do uso de algumas medidas, como a utilização de dispositivos redutores de pressão, o que foge do escopo do presente trabalho, e espaço físico para instalações de equipamentos, como estações compactas de tratamento de esgotos.

As etapas desenvolvidas são apresentadas na seqüência.

4.1.1 Caracterização do consumo de água

A caracterização do consumo, propriamente dita, se dividiu na determinação de dois tipos de dados: os dados tomados de documentação, registros e projetos, os quais independem da cooperação da população da edificação, e os que dependem da cooperação da população da edificação.

- Dados adquiridos de documentação, registros e projetos

A partir do resgate das leituras do histórico de medições de consumo de água da edificação, para um período de 12 meses, determinou-se o consumo mensal de água potável da edificação. Foi realizado um levantamento do número de moradores da edificação (por apartamentos) e a existência ou não de animais domésticos. Após este levantamento, determinou-se o consumo per capita da edificação, medido pela concessionária.

Outro dado de suma importância é a caracterização dos sistemas prediais hidráulico-sanitários (água fria, água quente, esgoto sanitário e águas pluviais), através da verificação dos projetos (quando existentes) e da verificação do “as built”, ou seja, da confrontação do que está especificado em projeto com o que realmente foi executado. Na verificação do “as built” pode ser realizada a detecção dos vazamentos visíveis. Cabe salientar que os dados aqui apresentados foram adquiridos com a administração do edifício, ou seja, síndicos e/ou empresas que gerenciam os gastos da edificação, sendo, desta maneira, dispensável o envolvimento da população da edificação.

- Dados adquiridos a partir de medições “in loco” e informações dos moradores

O segundo conjunto de dados foi composto dos diversos parâmetros medidos “in loco”. Estes parâmetros dependeram, de forma significativa, do comprometimento da população da edificação, pois os mesmos são medições realizadas “in loco” e informações dos costumes dos moradores.

Os dados determinados foram:

Tempo de utilização, por habitante, de lavatórios, bacias sanitárias, máquinas e tanques de lavar roupas, chuveiros e pias de cozinha, sendo que, para cada uso desses aparelhos foi determinada a vazão de utilização, a qual se caracteriza pela vazão realmente utilizada pelo usuário, através da medição direta no ponto de utilização.

Também foi determinada a quantidade de vezes que cada aparelho é acionado em um período, o qual pode ser semanal, diário ou até mesmo mensal.

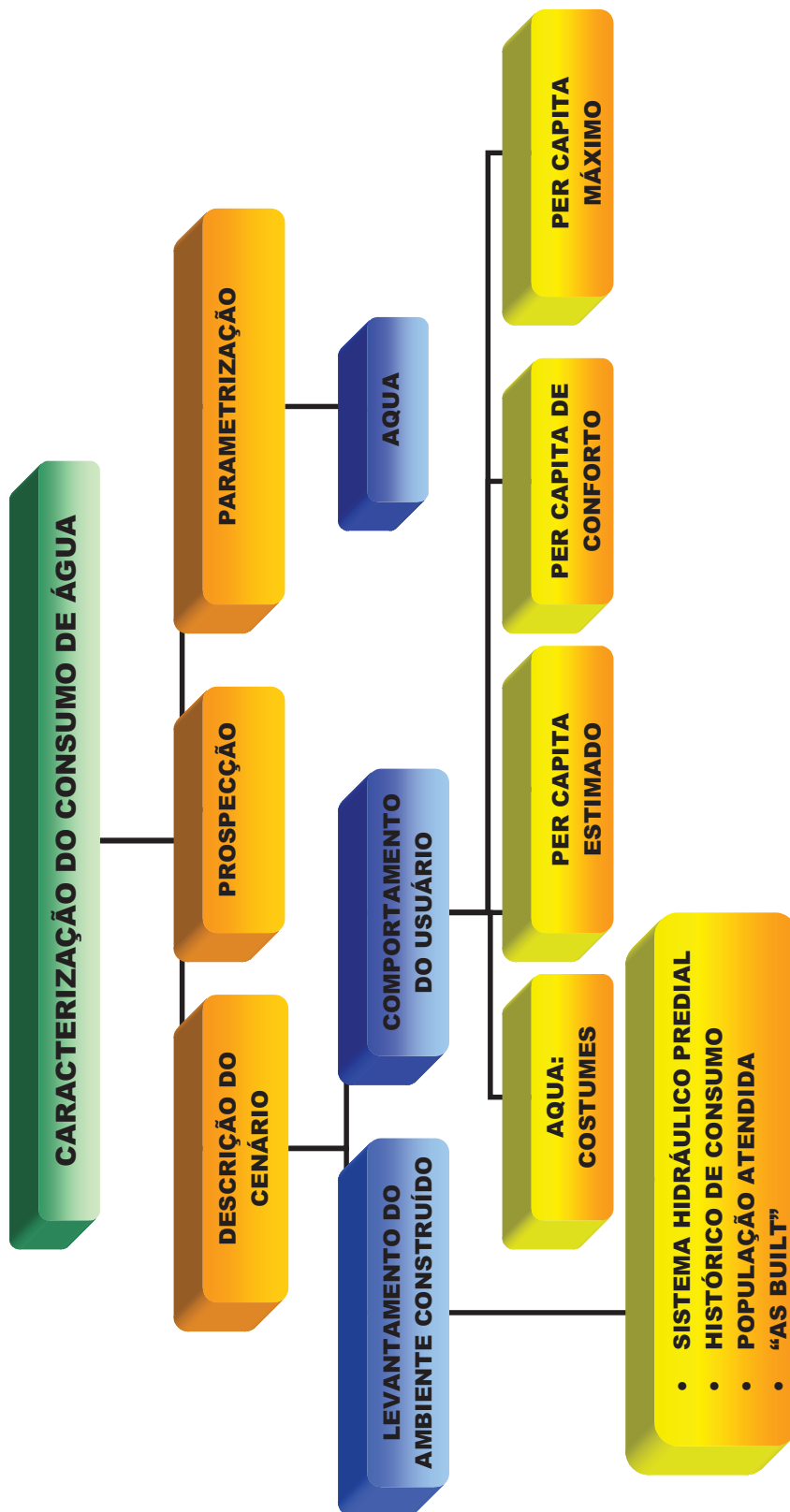
Essa caracterização foi efetuada tanto para os aparelhos instalados nas áreas privativas como nas de uso comum, como por exemplo, as torneiras de jardim. Para a realização destas caracterizações foi elaborado um questionário, chamado teste AQUA, o qual encontra-se no anexo 01.

Ao final da obtenção destes dados foram calculados os seguintes valores de consumo: consumo per capita medido pela concessionária e consumo per capita médio estimado, relativo à vazão de utilização.

A prospecção, aqui apresentada, consiste em uma atividade a ser adotada para a implementação do Plano de Gestão da Água na Edificação. A mesma se caracteriza por relacionar o consumo da água com diversas variáveis, como sazonalidade, temperatura ambiente, dias do mês, entre outras. Para a presente pesquisa este estudo não foi realizado. Cabe salientar a necessidade deste estudo, na aplicação real do PGUAE.

A figura 4.1 apresenta o organograma desta etapa do PGUAE, o qual é uma expansão do organograma apresentado na figura 3.19, apresentada no item 3.4.4.4.

FIGURA 4.1 – ORGANOGRAMA DA CARACTERIZAÇÃO CONSUMO DE ÁGUA



4.1.2 Caracterização das ações de economia de água

Procurou-se pré-estabelecer as ações e procedimentos que visem a conservação da água ao nível da edificação, assim como caracterizá-los. O conjunto de ações previstas no plano é dividido em três tipos, a saber:

- ações de conservação da água, as quais se caracterizam, no PGUAE, pelo combate ao desperdício e o uso racional da água: as principais ações de conservação da água a serem implementadas são o combate ao desperdício da água através, da detecção e correção de vazamentos, medição individualizada e conscientização do usuário, além da proposta de uso racional da água com a substituição de aparelhos sanitários convencionais por aparelhos e dispositivos economizadores da água;
- reúso da água, o qual se caracteriza pela reciclagem das águas cinzas, aqui assumidas como as águas servidas provenientes de lavatórios, chuveiros, bidês, banheiras e máquinas de lavar roupas;
- uso de fontes alternativas, caracterizado pela utilização de águas subterrâneas e pelo aproveitamento das águas pluviais.

As ações citadas anteriormente foram avaliadas quanto à exeqüibilidade, potenciais quantitativos de economia de água no nível predial e da bacia hidrográfica, risco sanitário e custos econômicos.

A figura 4.2 apresenta o organograma da caracterização das ações de economia de água.

FIGURA 4.2 – ORGANOGRAMA DA CARACTERIZAÇÃO DAS AÇÕES DE ECONOMIA DE ÁGUA



4.1.3 Avaliação da aplicabilidade das ações de economia de água

Realizada a pré-seleção das ações de conservação da água, o Programa prevê a construção de um modelo de avaliação da aplicabilidade das mesmas segundo três critérios qualitativos e quantitativos: benefício, o qual é em função economia de água prevista, risco, em função da segurança sanitária e custo, o qual deverá ser avaliado sob o aspecto da maximização da economia.

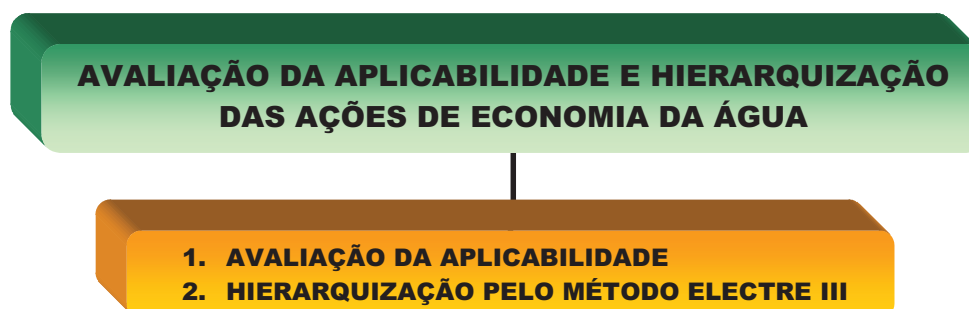
Primeiramente, foram avaliadas as ações pré-selecionadas na fase anterior, uma a uma quanto ao risco de contaminação, ao benefício gerado e ao custo. A partir dos resultados encontrados para cada ação sob o critério avaliado, foi analisada a exeqüibilidade ou não da mesma, sendo que, no caso da verificação da não exeqüibilidade da ação, para um critério, a mesma foi eliminada da fase seguinte. Algumas ações foram determinadas de caráter imperativo, ou seja, independente dos valores encontrados para os critérios, as mesmas devem ser executadas, com isso estas também foram retiradas da fase seguinte.

Após a avaliação isolada de cada ação iniciou-se a avaliação integrada das ações restantes, através da Análise Multicritério, mais especificamente o método ELECTRE III, da família ELECTRE, já descrito no item 3.5.1.5.

Para a utilização do método ELECTRE III foi necessário determinar as ações potenciais de economia de água, os critérios a serem avaliados, os pesos que cada critério teria sobre a avaliação e os limiares de preferência, indiferença e veto, característicos desse método.

A figura 4.3 apresenta o organograma dos critérios em que foi embasada a avaliação quantitativa e qualitativa.

FIGURA 4.3 – ORGANOGrama DA AVALIAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DAS AÇÕES DE ECONOMIA DE ÁGUA



4.1.4 Confecção de um plano de gestão do uso da água

Após serem atingidas as metas anteriormente descritas, torna-se possível a proposição de um planejamento otimizado, o qual promova a economia de água esperada e também garanta a segurança sanitária. Para tanto, é prevista a organização de um conjunto de procedimentos que permitirá a análise da aplicabilidade integrada das ações, da economia obtida e do risco sanitário associado. O resultado desta análise embasará, portanto, a confecção do Plano de Gestão do Uso da Água. Cabe salientar que tal Plano não faz parte do escopo desta pesquisa, sendo que o mesmo deverá ser desenvolvido por outro pesquisador, o qual finalizará a pesquisa referente a esta última etapa.

4.2 ESTUDO DE CASO

4.2.1 Descrição da edificação

4.2.1.1 Localização e áreas

A edificação escolhida para o estudo foi um edifício residencial da cidade de Curitiba, no bairro Água Verde, a qual possui um subsolo, um pavimento térreo doze pavimentos de apartamentos e um terraço. A figura 4.4 apresenta a fachada do edifício.

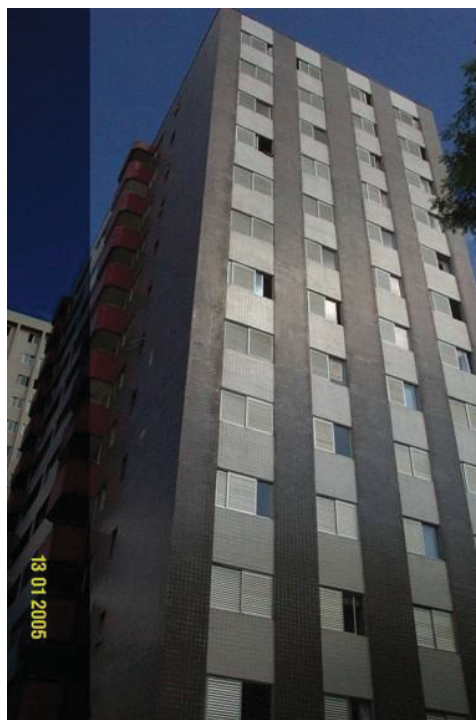
A população residente é de médio para alto padrão econômico e é constituída de 132 moradores, entre crianças e adultos. O pavimento-tipo é composto de quatro apartamentos, perfazendo um total de quarenta e oito unidades.

A área total construída é de 7.575,00 m², sendo assim subdividida:

- Área de garagem no térreo: 646,12 m²
- Área de garagem no subsolo: 1101,00 m²
- Área de lazer: 30 m²
- Área de jardim: 40 m²
- Área do pavimento Térreo: 237,32 m²
- Área de cada pavimentos-tipo: 431,13 m²

- Área comum de cada pavimento Tipo: 39,50 m²
- Área de cada apartamento: 97,90 m²
- Área de Terraço: 471,36 m²

FIGURA 4.4 – FACHADA LATERAL DO EDIFÍCIO



O anexo 02 apresenta as plantas de implantação do pavimento térreo e do pavimento-tipo da edificação.

4.2.1.2 Ambientes e aparelhos sanitários

Neste item serão descritos os ambientes onde existem aparelhos de utilização de água na edificação.

No pavimento térreo, existem seis ambientes sanitários: salão de festas com um lavabo contendo uma bacia sanitária com caixa acoplada e um lavatório; uma cozinha com uma pia de cozinha (ver figuras 4.5a e 4.5b); um banheiro contendo uma bacia sanitária com caixa acoplada, um lavatório e um ponto para

chuveiro e uma cozinha contendo uma pia de cozinha (ver figuras 4.6a e 4.6b); um lavabo contendo uma bacia sanitária com caixa acoplada e um lavatório, e uma área de serviço contendo um tanque de lavar roupas (ver figuras 4.7a e 4.7b). No mesmo pavimento identificou-se a existência de três torneiras de jardim, apresentadas nas figuras 4.8a, b e c.

O pavimento-tipo é constituído de quatro apartamentos, como já explicitado, os quais possuem: uma área de serviço com um ponto de utilização para máquina de lavar roupas e um tanque de lavar roupas (ver figura 4.9); um banheiro de serviço com um lavatório, uma bacia sanitária e um chuveiro (ver figura 4.10); uma cozinha com uma pia de cozinha (ver figura 4.11); um banheiro de suíte com um lavatório, uma bacia sanitária, um bidê e um chuveiro (ver figura 4.12); um banheiro de uso comum com um lavatório, uma bacia sanitária, um bidê e um chuveiro e um ponto de alimentação do aquecedor de passagem (ver figura 4.14), para o sistema de aquecimento de água dos apartamentos.

FIGURA 4.5 – AMBIENTES SANITÁRIOS DO PAVIMENTO TÉRREO



a) Lavabo



b) Cozinha

FIGURA 4.6 – AMBIENTES SANITÁRIOS DO PAVIMENTO TÉRREO



a) Banheiro



b) Cozinha

FIGURA 4.7 – AMBIENTES SANITÁRIOS DO PAVIMENTO TÉRREO



a) Lavabo



b) Cozinha

FIGURA 4.8 – TORNEIRAS DE USO COMUM DO PAVIMENTO TÉRREO



a) Torneira de jardim 1



b) Torneira de jardim 2



c) Torneira de jardim 3

FIGURA 4.9 – ÁREA DE SERVIÇO DOS APARTAMENTOS



FIGURA 4.10 – BANHEIRO DE SERVIÇO DOS APARTAMENTOS



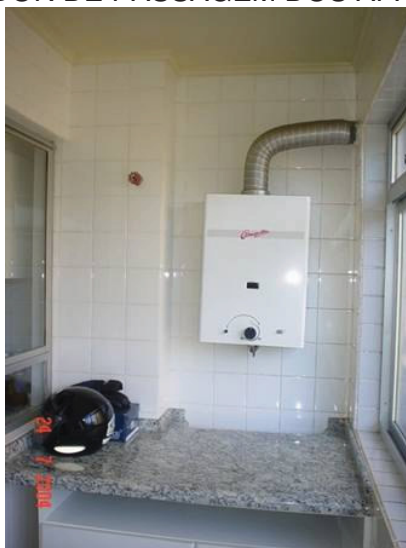
FIGURA 4.11 – COZINHA DOS APARTAMENTOS



FIGURA 4.12 – BANHEIRO DE USO COMUM DOS APARTAMENTOS



FIGURA 4.13 – AQUECEDOR DE PASSAGEM DOS APARTAMENTOS



4.2.2 Sistemas hidráulicos prediais

4.2.2.1 Sistema predial de água fria

O abastecimento da edificação é realizado através do sistema indireto com bombeamento, apresentado no item 3.3.3.1 através da figura 3.5, no qual existe um reservatório inferior (cisterna), localizado no subsolo, de volume igual a 40 m³, alimentado pelo ramal predial, um conjunto motor-bomba (ver figura 4.14) que transporta a água da cisterna ao reservatório superior de volume igual a 42 m³ (ver figura 4.15) e, finalmente, o sistema de distribuição, composto do barrilete (ver

figura 4.16), colunas, pelos ramais e sub-ramais. Cabe salientar a não-existência de válvula redutora de pressão, tão pouco de reservatório intermediário para redução de pressão, devido ao fato da pressão estática não atingir 40 mca em nenhum ponto de utilização da edificação, limite este imposto pela NBR 5626/98 – “Instalação Predial de Água Fria”.

A medição de consumo de água potável é realizada por um único medidor de vazão (hidrômetro), com bitola 2” e vazão de 30 m³/h (ver figura 4.17).

O sistema de água fria fornece água para o sistema predial de combate a incêndio por hidrantes, o qual se faz necessário em edificações deste porte, segundo o Código de Prevenção Contra Incêndios do Estado do Paraná.

FIGURA 4.14 – CONJUNTO MOTOR-BOMBA DE RECALQUE



FIGURA 4.15 – TAMPA DE ACESSO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR



FIGURA 4.16 – BARRILETE DE DISTRIBUIÇÃO



FIGURA 4.17 – HIDRÔMETRO



a) Hidrômetro 2"

b) Caixa subterrânea para
hidrômetro padrão SANEPAR

4.2.2.2 Sistema predial de coleta e transporte de esgoto sanitário e água pluvial

A coleta e o transporte de esgoto sanitário são realizados através de um sistema convencional, cujas partes foram descritas no item 3.3.3.2 (figuras 3.6 e 3.7), constituído de ramais de descarga e de esgoto, tubos de queda, sub-coletores (ver figura 4.18), coletores prediais, ramais de ventilação e colunas de ventilação.

A coleta e o transporte de água pluvial também é realizada por um sistema convencional, cujas partes foram descritas no item 3.3.3.2 (figura 3.8), constituído de área de captação, canaletas, condutores verticais, caixas de areia e condutores horizontais (ver figura 4.19).

FIGURA 4.18 – SUB-COLETORES DE ESGOTO SANITÁRIO DO EDIFÍCIO



FIGURA 4.19 – SISTEMA DE ÁGUA PLUVIAL DO EDIFÍCIO



4.2.3 Caracterização do consumo

O número de moradores da edificação foi fornecido pelo síndico da edificação. A tabela 4.1 apresenta os dados obtidos.

TABELA 4.1 – DADOS DE POPULAÇÃO

Descrição	Quantidade
Moradores	132
Funcionários	4
Apartamentos ocupados	45
Apartamentos desocupados	3

Foram levantados os dados históricos de consumo em um contato com a unidade responsável pela medição, da SANEPAR, por um período de 12 meses, o qual está apresentado na tabela 4.2 abaixo.

TABELA 4.2 – HISTÓRICO DE CONSUMO

Mês/Ano	Quantidade (m ³)
Fevereiro/2004	801
Março/2004	857
Abril/2004	946
Maio/2004	878
Junho/2004	874
Julho/2004	882
Agosto/2004	896
Setembro/2004	930
Outubro/2004	984
Novembro/2004	964
Dezembro/2004	1177
Janeiro/2005	933

Observa-se, pela tabela 4.2, que houve um consumo atípico no mês de dezembro. Este consumo foi decorrente de um descuido ocorrido em um dos apartamentos desocupados, o qual se encontra em reforma, onde um dos operários deixou uma torneira aberta, o que foi constatado somente após dois dias.

Através destes dados, foi possível a determinação do consumo per capita de toda a edificação, lembrando que este consumo leva em consideração tanto os usos comuns como os usos de cada apartamento, já que a medição é realizada por um único medidor de vazão. O valor médio encontrado foi de 228,31 L/hab.dia e um desvio padrão de 13,42 L/hab.dia, considerando os 132 moradores, os quais efetivamente arcam com o custo da água e do esgoto da edificação, desconsiderando-se o mês de dezembro pelo problema atípico apresentado anteriormente.

Constatou-se, na verificação do “as built”, que houve algumas modificações por parte dos proprietários, como a retirada e a inutilização dos bidês, assim como por parte da construtora, a qual modificou a passagem das tubulações de água quente que estavam previstas pelo forro e foram passadas pelo piso, além do ponto da pia de cozinha, o qual estava previsto em uma parede e foi instalado na parede em frente a inicialmente projetada. Porém, foi observado que as colunas locadas no projeto, bem como o barrilete de distribuição, estavam de acordo com o que foi projetado e podem ser observados através da figura 4.16.

A aplicação do teste AQUA foi realizada durante o mês de fevereiro de 2005. Foi possível a obtenção apenas de dados referentes a onze apartamentos

dos quarenta e cinco ocupados. Em vista disso, optou-se pela verificação do tamanho da amostra obtida, através da aplicação da fórmula a seguir apresentada (TRIOLA, 1999).

$$n = \left[\frac{z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E} \right]^2$$

Onde:

n – tamanho da amostra;

$z_{\alpha/2}$ – escore igual a 2,575, referente a um grau de confiança estatística de 99%;

σ – desvio padrão da população de onde se pretende amostrar;

E – margem de erro representada pela diferença máxima provável entre a média da amostra e a média da população;

A população da qual se retirou a amostra foi dos quarenta e cinco apartamentos da edificação em questão. Através de dados fornecidos pela SANEPAR, obteve-se a média de 228,31 L/hab.dia e 13,42 L/hab.dia de desvio padrão, como apresentado anteriormente, para os 45 apartamentos. Portanto, o valor de σ é igual a 13,42 L/hab.dia e a margem de erro E foi adotada como sendo o valor do desvio padrão, ou seja, 13,42 L/hab.dia. Aplicando-se a fórmula apresentada anteriormente, encontrou-se que a amostra deveria ter sete apartamentos, valor este inferior ao número de apartamentos avaliados, resultando em uma amostra estatisticamente significativa.

A partir do teste AQUA, estimaram-se os usos e costumes da população fixa da edificação. Foram estimados os usos nas áreas comuns, como a utilização de torneira de jardim, período de uso, lavagem de piso e calçada, irrigação de área verde, assim como os usos nos apartamentos. As tabelas 4.3 a 4.6 apresentam um resumo dos dados, sendo que a tabela 4.3 é referente aos dados médios encontrados nos apartamentos medidos, a tabela 4.4 referente às peças de utilização de uso comum, a tabela 4.5 referente aos consumos per capita calculados

para os apartamentos e a tabela 4.6 apresenta os consumos per capita referentes às peças de utilização de uso comum. O anexo 01 apresenta as folhas, de aplicação do teste AQUA, com os respectivos dados levantados para cada apartamento, assim como as tabelas referentes aos cálculos dos consumos per capita de cada apartamento e das peças de uso comum.

TABELA 4.3 – RESUMO DO TESTE AQUA DOS DADOS DE VAZÕES OBSERVADOS PARA OS APARTAMENTOS

Peças de Utilização	Vazão (L/s)				nº de apartamentos
	Máx.	Mín.	Méd.	Des. Pad.	
Tanque de Lavar					
Roupas	0,25	0,04	0,14	0,07	11
Pia de cozinha	0,38	0,03	0,13	0,10	11
Lavatório de suíte	0,17	0,05	0,11	0,04	10
Bidê de suíte	0,80	0,10	0,29	0,34	4
Chuveiro de suíte	0,25	0,07	0,18	0,07	11
Lavatório de uso comum	0,17	0,17	0,17	0,00	1

Nota: Des. Pad. – Desvio Padrão

TABELA 4.4 – RESUMO DO TESTE AQUA DOS DADOS DE VAZÕES OBSERVADOS PARA OS USOS DAS ÁREAS COMUNS

Peças de Utilização	Vazão (L/s)
Lavatório de serviço (*)	0,00
Lavatório do salão de festas	0,13
Pia de cozinha do zelador	0,13
Pia de cozinha do salão de festas (**)	0,17
Tanque de lavar roupas	0,13
Lavatório do zelador	0,10
Bacia sanitária do salão de festas	0,00
Bacia sanitária de serviço	0,00
Bacia sanitária do zelador	0,00
Torneira de jardim 1 (VAP para rega) (**)	0,10
Torneira de jardim 2	0,00
Torneira de jardim 3 (VAP para rega) (**)	0,10

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao uso comum no edifício

(*) - sem uso, segundo informação do condomínio

(**) - considerou-se 1 uso por mês

TABELA 4.5 – INDICADORES DE CONSUMO AVALIADOS PELO TESTE AQUA DOS APARTAMENTOS

per capita (L/hab.dia)						
Peças de Utilização	Máx.	Mín.	Méd.	Desv. Pad.	% com relação ao per capita	nº de apartamentos
Tanque de Lavar Roupas	171,43	0,42	27,45	50,37	6,07	11
Máquina de Lavar Roupas	112,50	4,64	23,05	30,65	5,10	11
Pia de cozinha	315,00	3,75	94,42	109,27	20,88	11
Lavatório de suíte	45,00	2,50	17,00	13,52	3,76	10
Bacia sanitária de suíte	45,00	0,08	22,25	14,90	4,92	10
Bidê de suíte	21,60	0,13	6,38	10,22	1,41	4
Chuveiro de suíte	480,00	65,00	182,18	114,33	40,28	11
Lavatório de uso comum	31,50	31,50	31,50	0,00	6,97	1
Bacia sanitária de uso comum	48,00	48,00	48,00	0,00	10,61	1
TOTAL	1270,03	156,01	452,23	-	100,00	-

Nota: Des. Pad. – Desvio Padrão

TABELA 4.6 – INDICADORES DE CONSUMO AVALIADOS PELO TESTE AQUA DAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO DE USO DAS ÁREAS DE USOCOMUM

Peças de Utilização	per capita (L/hab.dia)	% com relação ao “per capita”
Lavatório de serviço (*)	0,00	0,00
Lavatório do salão de festas	0,06	1,41
Pia de cozinha do zelador	1,21	30,10
Pia de cozinha do salão de festas (**)	0,08	1,88
Tanque de lavar roupas	1,82	45,16
Lavatório do zelador	0,09	2,26
Bacia sanitária do salão de festas	0,27	6,77
Bacia sanitária do zelador	0,36	9,03
Torneira de jardim 1 (VAP para rega) (**)	0,07	1,69
Torneira de jardim 2 (*)	0,00	0,00
Torneira de jardim 3 (VAP para rega) (**)	0,07	1,69
TOTAL	4,03	100,00

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao uso comum no edifício

(*) - sem uso, segundo informação do condomínio

(**) - considerou-se 1 uso por mês

Como pode ser observado, nas tabelas 4.3 e 4.4 não foram apresentados os dados de vazão referentes às bacias sanitárias e máquinas de lavar roupas. Isto se justifica pelo fato de que, para a determinação do consumo per capita desses aparelhos, simplesmente determinou-se o volume de água gasto por acionamento e

a quantidade de usos dos moradores, calculando-se a partir deles o volume gasto diariamente. Tais dados encontram-se nas folhas de coleta e planilhas de cálculo dos consumos per capita, apresentados no anexo 01.

Como resultado do teste AQUA foi possível chegar a algumas conclusões, as quais serão descritas a seguir.

Nas entrevistas realizadas constatou-se uma certa consciência, por parte dos moradores entrevistados, com relação à necessidade de se utilizar racionalmente a água. Os usos conscientes constatados por ocasião da realização do teste AQUA estão relacionados a seguir.

- Utilização do efluente da máquina de lavar roupas na descarga das bacias sanitárias;
- Fechamento do chuveiro, por ocasião do banho, na hora de se ensaboar;
- Regulagem dos registros para diminuir a pressão e, por consequência, a vazão das peças de utilização. Cabe salientar que esta é uma prática equivocada, devido ao fato de que os registros de fechamento são do tipo gaveta;
- Descarga da bacia sanitária somente após dois usos, quando a mesma é utilizada para urinar;
- Vigilância constante, para a detecção de vazamentos.

Estas ações demonstram um comprometimento, por parte da população entrevistada, com o uso racional da água, quer seja visando economia monetária ou economia do volume de água consumido.

Apesar deste uso racional observado, constatou-se da mesma maneira, em alguns casos, exageros na utilização dos aparelhos sanitários, como pode ser observado na tabela 4.5, onde, no caso da pia de cozinha e do chuveiro, calculou-se um desvio padrão de 109,27 e 114,33 L/hab.dia respectivamente, em função dos tempos e quantidades de uso relatados pelos próprios moradores.

Neste ponto, cabe apresentar uma conclusão do teste AQUA aplicado. Comparando-se o consumo per capita calculado a partir dos dados fornecidos pela

SANEPAR, com a soma dos consumos per capita médios dos apartamentos com os de uso comum, apresentados nas tabelas 4.5 e 4.6 respectivamente, cujo total é de 456,26 L/hab.dia, verifica-se uma discrepância muito grande, onde o valor levantado pelo teste AQUA é 100% maior do que o medido pela SANEPAR.

Este fato e os exageros constatados nas utilizações podem ser explicados pela total falta de conhecimento, por parte dos moradores, dos seus próprios usos, pois ao serem indagados sobre a quantidade de vezes de utilização dos aparelhos e o tempo a cada acionamento, estes apenas tinham a plena certeza da quantidade de uso do chuveiro. Além disso, existe a possibilidade dos apartamentos amostrados serem justamente aqueles que consomem mais água na edificação.

Em consequência da conclusão apresentada anteriormente, optou-se pela utilização da medição de consumo da SANEPAR, bem como os dados de utilização de aparelhos sanitários apresentados na revisão bibliográfica, para a continuidade da análise da presente pesquisa. Sugere-se que, para uma avaliação precisa dos usos e costumes da população de uma edificação, sejam instalados equipamentos medidores de consumo, em cada peça de utilização.

4.2.4 Caracterização e pré-seleção das ações de economia de água

A seguir serão pré-selecionadas ações de conservação da água, dentre um conjunto de algumas ações possíveis de serem aplicadas escolhidas pelo autor do presente trabalho e o orientador.

4.2.4.1 Aparelhos economizadores de água

A utilização de aparelhos economizadores de água compreende a utilização de arejadores em torneiras, substituição de torneiras comuns por torneiras de acionamento hidromecânico ou por célula fotoelétrica e restritores de vazão nos chuveiros.

Esta ação seguirá na avaliação de aplicabilidade, pois a mesma requer custo baixo em uma primeira análise e pode trazer resultados significativos na economia de água.

4.2.4.2 Medição individualizada

Medição individualizada é caracterizada pela adoção de um medidor de vazão para cada apartamento, sendo que a ação compreende toda a readequação das tubulações internas e colunas, com isso tem que ser avaliado as obras referentes à perfuração de vigas, lajes, aberturas e fechamento de paredes, compreendendo toda a obra civil, bem como as pressões adequadas para a medição correta das vazões. Cabe salientar que, a existência de *shafts* facilitaria a execução desta ação.

Esta ação seguirá na avaliação de aplicabilidade, pois a mesma pode trazer resultados significativos na economia de água, como apresentado no item 3.4.3.1.2.

4.2.4.3 Programas de sensibilização dos usuários

Esta ação é imperativa, ou seja, em uma edificação cujo intuito é a economia de água, os usuários envolvidos deverão ser esclarecidos quanto a mudanças de hábitos e a importância de se economizar a água. Isto deverá ser realizado através de palestras ministradas por técnicos da área e através de um monitoramento dos benefícios gerados pelas próprias ações de economia.

Sugere-se algumas palestras como as apresentadas no item 3.4.3.1.3, como cursos de detecção de vazamentos, preparo de alimentos e higienização de utensílios de cozinha, palestras que abordem procedimentos de limpeza geral, limpeza de reservatórios e irrigação de jardins e a correta utilização dos aparelhos hidro-sanitários. Também se sugere palestras aos funcionários responsáveis pela manutenção do sistema hidráulico predial.

A presente ação não será incluída na análise da avaliação da aplicabilidade das ações, pelo motivo da mesma ser imperativa, como explicado anteriormente.

4.2.4.4 Ações de detecção e correção de vazamentos

Por se tratar de um desperdício de água inaceitável, entende-se que esta ação de economia também é uma ação imperativa, ou seja, deverão ser tomadas

medidas de constante monitoramento, no intuito da detecção de vazamentos e, caso sejam detectados, deverão prontamente ser corrigidos.

Para o caso da edificação em questão sugere-se o monitoramento através das seguintes medidas, apresentadas no item 3.4.3.1.4: constante monitoramento do consumo de água, no intuito de se identificar um aumento excessivo do consumo sem causa justificada; recomenda-se a observação do surgimento de manchas de umidade em paredes, lajes e pisos; o acionamento contínuo do sistema de recalque; crescimento de vegetação em juntas de pavimentação e a realização do teste da cinza de cigarros em bacias sanitárias.

A presente ação não será incluída na análise da avaliação da aplicabilidade das ações pelo mesmo motivo da ação anterior. Salienta-se porém, que esta ação é a que pode causar maior impacto na no consumo de água, pois no Brasil não se tem a tradição de se realizar a manutenção adequada nos sistemas hidráulicos.

4.2.4.5 Ações de combate ao desperdício qualitativo de água

Das ações apresentadas no item 3.4.3.1.5 admite-se como ações possíveis de serem tomadas para a edificação em questão, a verificação constante da vedação adequada da cisterna e do reservatório superior, bem como da saída do extravasor e limpeza.

A presente ação não será incluída na análise da avaliação da aplicabilidade das ações pelo mesmo motivo das ações de conscientização dos usuários e da detecção e correção de vazamentos.

4.2.4.6 Substituição de bacia sanitária convencional por bacia sanitária de volume reduzido

Esta ação compreende a troca de bacias sanitárias convencionais, as quais utilizam 12 L por descarga, por bacias sanitárias de volume reduzido de 6,8 L por descarga.

Observou-se que, para a edificação em questão, as bacias sanitárias já contemplavam o uso do modelo de descarga reduzido, portanto tal ação não se faz necessária para a edificação.

4.2.4.7 Utilização de água cinza tratada em bacias sanitárias

Para o estudo de caso optou-se pela utilização dos efluentes provenientes do lavatório e do chuveiro. A justificativa da utilização do efluente proveniente do chuveiro se deve ao fato do mesmo apresentar uma grande parcela do consumo de água na residência, como mostrado no gráfico 3.4 do item 3.2.2 o que deve representar uma quantidade significativa de água cinza a ser utilizada. O lavatório, apesar de não gerar um volume tão significativo quanto o chuveiro, pode fornecer um acréscimo de volume de água cinza e, também, por estar no mesmo cômodo, provavelmente não representaria um grande aumento no custo da obra.

Já a não utilização dos efluentes do tanque, da máquina de lavar roupas e pia de cozinha se justifica pelo aumento no custo da obra, com o desvio de tubulações e acréscimo de colunas de captação desses efluentes. Quanto à pia de cozinha, acrescenta-se a alta carga de produtos químicos, existente no efluente dessas peças de utilização, conforme apresentado no item 3.4.3.2.1.

Observa-se que, para a utilização dos efluentes acima especificados, haverá a necessidade de um tratamento adequado dos mesmos, pois o grau de impurezas é relativamente grande, como foi apresentado no item 3.4.3.2.1. Quanto ao risco de contato humano, o mesmo será avaliado.

4.2.4.8 Utilização de água cinza tratada para lavagem de calçadas, pisos e garagem

A utilização de água cinza tratada para a lavagem de calçadas, pisos e garagens, em um primeiro momento apresenta-se atrativa, porém, optou-se pela sua exclusão das análises seqüenciais, pois o grau de segurança para se evitar o contato de crianças ou até mesmo adultos, deveria ser alto, haja visto que a circulação de pessoas próximo ao local de utilização deste insumo proporciona uma maior probabilidade de contato humano, comparando-se com a ação anteriormente descrita, por exemplo.

4.2.4.9 Utilização de água de chuva para lavagem de calçadas, pisos e garagem

Para a edificação avaliada esta ação poderá apresentar benefícios superiores ao risco de contato humano com a mesma, pois o grau de impurezas, se comparado com a água cinza, é menor como pode ser observado no item 3.4.3.2.2.

Observa-se que, apesar do grau de impurezas ser menor que as águas cinzas, a mesma deverá ser tratada antes de sua utilização, no intuito de se diminuir ao máximo o risco de contaminação microbiológica.

4.2.4.10 Utilização de água de chuva para lavagem de automóveis

Descartou-se esta ação pelo fato de não ser permitido a prática de lavagem de automóveis dentro da área do condomínio.

4.2.4.11 Utilização de água subterrânea em substituição à água potável

Apesar de ser uma fonte alternativa à água potável fornecida pela rede pública de abastecimento, optou-se pelo descarte desta ação, pois a economia de água do Plano de Gestão do Uso de Água em Edificações, prima por todos os níveis de atuação, ou seja, não só a edificação, mas a economia ao nível do sistema público de abastecimento de água e ao nível da bacia hidrográfica, onde a água subterrânea está inserida, ou seja, a água subterrânea é entendida como manancial.

Como resultado da pré-seleção de ações gerou-se o quadro 4.1, apresentado a seguir.

QUADRO 4.1 – AÇÕES DE ECONOMIA DA ÁGUA PRÉ-SELECIONADAS

Aparelhos economizadores de água
Medição individualizada
Utilização de água cinza em bacias sanitárias
Utilização de água de chuva para lavagem de calçadas, pisos e garagem

4.2.5 Avaliação da aplicabilidade das ações de economia de água

A avaliação da aplicabilidade das ações se caracterizou por uma primeira análise das ações propostas no item 4.2.4, onde não foram consideradas aquelas determinadas como imperativas, ou seja, independentes de qualquer tipo de ordenação elas deveriam ser implementadas. Não obstante, foram descartadas aquelas não atrativas, conforme pré-seleção. A figura 4.20 apresenta o fluxograma desta etapa.

FIGURA 4.20 – FLUXOGRAMA DA AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DAS AÇÕES DE ECONOMIA DE ÁGUA



Realizada esta primeira análise, foi aplicada a análise multicritério, mais especificamente através do método ELECTRE III, para a ordenação das ações restantes da primeira análise feita.

A análise multicriterial foi desenvolvida sob sete critérios definidos pelo autor do trabalho, os quais abrangem o custo, o risco microbiológico e o benefício, inicialmente citados no item 4.1.3. Os critérios utilizados estão descritos a seguir.

Os custos foram avaliados estimando-se os custos de implantação e operação, para cada ação selecionada, através da obtenção de valores de mercado (ver anexo 04). Também foi determinado o período de retorno (*pay back*) do investimento da implantação, através do tempo em que a economia monetária gerada pela não utilização da água potável amortizaria este custo. Portanto, foi determinado o valor futuro da economia de água potável, até que este valor convergisse à soma do custo de implantação e operação do sistema, sendo que,

para a operação do sistema, calculou-se o valor presente para o mesmo período do valor futuro calculado para a economia. Admitiu-se uma taxa de juros de 12,13% do IGPM (Índice Geral de Preços Médios) acumulado no ano de 2004. As fórmulas utilizadas são apresentadas a seguir e os cálculos são apresentados no anexo 04.

Cabe salientar que a SANEPAR considera o apartamento do zelador como uma economia, perfazendo um total de 49 economias para o referido cálculo. Além disso não foram avaliados os custos de manutenção dos sistemas, o que, em uma aplicação real, se faz necessário.

$$VP = CO \times \left[\frac{1}{r} - \frac{1}{r \times (1+r)^t} \right]$$

Onde:

VP – Valor Presente (R\$);

CO – Valor anual de custo de operação (R\$);

r – taxa de juros anual

t – período avaliado (anual)

$$VF = E \times \left[\frac{(1+r)^t}{r} - \frac{1}{r} \right]$$

Onde:

VF – Valor Presente (R\$);

E – Valor mensal de economia (R\$);

r – taxa de juros anual

t – período avaliado (anual)

A análise de risco de contaminação biológica foi realizada através da metodologia de Beta-Poisson (WATER CASA, 2004), já apresentada no item 3.4.4.2. Portanto, foi estimado o risco de contaminação de um indivíduo em 1 ano para as ações que utilizam fontes de água não potável.

Para se ter um valor mensurável do risco, deve-se levar em conta vários aspectos, além da contaminação microbiológica propriamente dita. Por exemplo, no caso da água cinza devem ser realizadas análises para avaliar a probabilidade de falha do sistema de tratamento de esgoto. Isto posto, dado a complexidade de tais análises, optou-se por apresentar uma classificação quanto à aceitabilidade do uso de cada sistema. O quadro 4.2 apresenta esta classificação.

QUADRO 4.2 – MEDIDAS DE RISCO

Valor	Risco
0	Ótima para utilização
1	Boa para utilização
2	Aceitável para utilização
3	Inaceitável para utilização

O benefício gerado, para a adoção das alternativas, foi avaliado segundo a porcentagem utilizada de fontes alternativas, a redução no consumo per capita da edificação, o aumento do alcance do sistema de abastecimento público de água e o impacto no sistema de abastecimento público de água atual. Salienta-se que, apesar de aparentemente os critérios de redução do consumo per capita, impacto no sistema de abastecimento público e alcance do sistema de abastecimento público, serem linearmente dependentes, justifica-se a utilização dos mesmos pelo fato do primeiro estar relacionado com a gestão da água em edificações, o segundo com a gestão do sistema de abastecimento público e o terceiro com a gestão dos mananciais abastecedores.

O critério da porcentagem utilizada de fontes alternativas foi estimado especificamente para as ações que utilizariam água cinza e a água de chuva, onde foram avaliadas a oferta e a demanda destes insumos. Para as demais ações, considerou-se um aproveitamento de 100%, pois não há geração de fontes alternativas à água potável.

A redução do consumo per capita foi avaliada através da simples subtração do consumo per capita atual da edificação, do consumo per capita estimado com a adoção de cada medida.

O impacto e o alcance do abastecimento público de água foram avaliados a partir de dados populacionais do IBGE do censo de 2000, para a Região

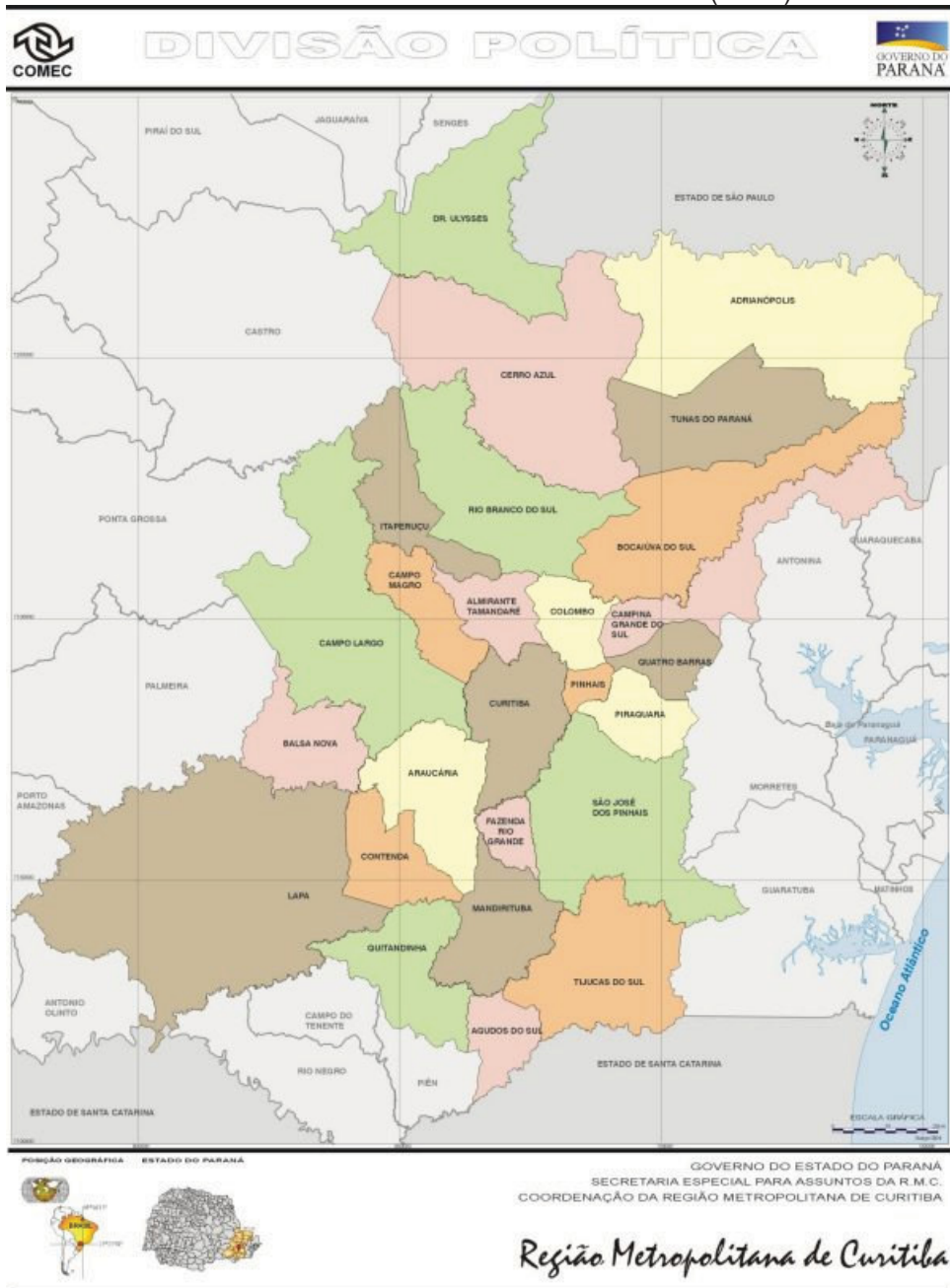
Metropolitana de Curitiba (RMC) apresentada na figura 4.21, onde foi determinada a taxa geométrica de crescimento populacional de 3,088% ao ano, resultado das médias das taxas geométricas dos municípios apresentadas na tabela 4.7. Através do processo geométrico de estimativa populacional, determinou-se a população dos diversos anos, necessárias para a determinação do alcance do atual sistema de abastecimento público de água da RMC.

TABELA 4.7 – DADOS POPULACIONAIS DA RMC, ANOS 2000 E 2004 (continua)

Município	População		Taxa de crescimento (%)
	2000	2004	
Adrianópolis	7.007	6.018	-3,810
Agudos do Sul	7.221	7.808	2,015
Almirante Tamandaré	88.277	105.848	4,744
Araucária	94.258	110.956	4,252
Balsa Nova	9.717	11.012	3,246
Bocaiúva do Sul	9.050	9.697	1,779
Campina Grande do Sul	34.566	42.376	5,339
Campo Largo	92.782	103.176	2,748
Campo Magro	20.409	24.657	4,946
Cerro Azul	16.352	16.496	0,224
Colombo	183.329	216.966	4,395
Contenda	13.241	14.267	1,924
Curitiba	1.587.315	1.727.010	2,177
Doutor Ulysses	6.003	6.517	2,120
Fazenda Rio Grande	62.877	82.312	7,119
Itaperuçu	19.344	23.751	5,380
Mandirituba	17.540	19.695	3,003
Pinhais	102.985	117.078	3,329
Piraquara	72.886	94.188	6,765
Quatro Barras	16.161	19.318	4,661
Quitandinha	15.272	15.710	0,725
Rio Branco do Sul	29.341	30.265	0,795
São José dos Pinhais	204.316	243.750	4,609
Tijucas do Sul	12.260	13.305	2,110
Tunas do Paraná	3.611	3.992	2,594

FONTE: IBGE (2004)

FIGURA 4.21 – REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (RMC)



FONTE: CURITIBA (2004)

A composição do atual sistema de abastecimento público da RMC está apresentada na tabela 4.8, bem como a demanda e a oferta médias de janeiro a agosto de 2004. O consumo per capita atual da RMC se encontra entre a faixa de 150 a 200 L/hab.dia (SANTOS et al., 2001).

TABELA 4.8 – SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA RMC

Sistema	Produção (L/s)	Demanda (*) (L/s)
Iguaçu/Iraí	6.900	5.119
Passaúna	2.000	1.469
Karst	200	133
Rio Pequeno	200	168

FONTE: Atualizado de SANTOS et al., 2001

NOTA: (*) Demanda média dos meses de janeiro à agosto de 2004

No entanto, no intuito de se realizar a referida análise multicriterial, decorre a necessidade da determinação dos valores de tais critérios, para cada ação selecionada.

4.2.5.1 Determinação dos critérios para os aparelhos economizadores de água

Foi realizado um levantamento dos equipamentos presentes na edificação, bem como a quantidade de equipamentos economizadores necessários a serem aplicados na mesma. A tabela 4.9 apresenta os dados encontrados para estes equipamentos.

TABELA 4.9 – EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DA ÁGUA E LOCAL DE INSTALAÇÃO POR APARTAMENTO (continua)

Equipamento	Pavimento	Aparelho de Utilização	Economia Gerada (%) / aparelho	Quant.
Reguladores de vazão	9º ao 12º	Lavatório	20,00	30
Reguladores de vazão		Tanque	20,00	16
Torneira para lavatório c/ arejador	7º e 8º	Lavatório	20,00	16
Torneira para tanque c/ arejador		Tanque		8

TABELA 4.9 – EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DA ÁGUA E LOCAL DE INSTALAÇÃO POR APARTAMENTO (conclusão)

Equipamento	Pavimento	Aparelho de Utilização	Economia Gerada (%)/ aparelho	Quant.
Torneira para lavatório c/ arejador	1º ao 6º	Lavatório	60,00	24
Torneira para tanque c/ arejador		Tanque	60,00	24
Misturador de parede com arejador		Pia de cozinha	70,00	24
Torneira para lavatório c/ arejador		Lavatório	60,00	48
Regulador de vazão para chuveiros		Chuveiro	30,00	48
Torneira de fechamento automático	Térreo	Lavatórios do bwc de serviço e do salão de festas	60,00	2
Regulador de vazão para lavatórios			60,00	2
Torneira para pia c/ arejador		Pia de cozinha e apartamento do zelador	60,00	2
Torneira para tanque c/ arejador		Apartamento do zelador	60,00	1
Torneira para lavatório c/ arejador	Térreo	Apartamento do zelador	60,00	1
Torneira de acesso restrito		Torneiras de uso comum	60,00	3

a. Avaliação quanto ao custo da ação

A tabela 4.10 apresenta o custo de implantação dos aparelhos economizadores de água e a figura 4.22 apresenta o fluxo de caixa desta análise. Por fim, a tabela 4.11 apresenta os resultados encontrados.

TABELA 4.10 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA

Aparelho	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Arejador	151	20,00	3.020,00
Regulador de Vazão	96	10,00	960,00
Torneira de fechamento automático	2	589,00	1.178,00
CUSTO TOTAL (R\$)			5.158,00

FIGURA 4.22 – FLUXO DE CAIXA DA UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA

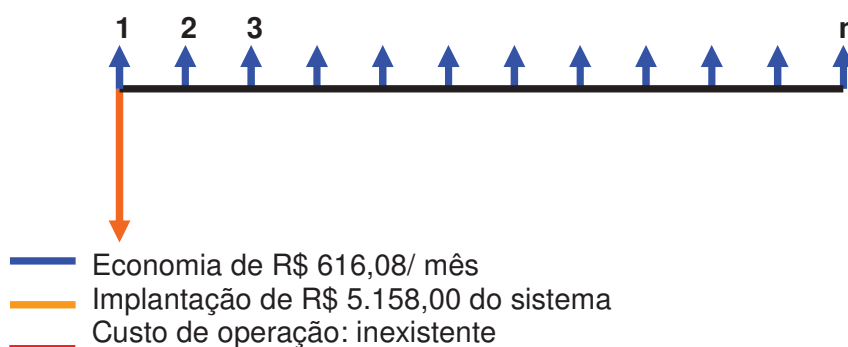


TABELA 4.11 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DA UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA

Custo de Implantação (R\$)	Custo Anual de operação (R\$)	Taxa de juros anual (%)	Economia anual de água potável (R\$)	Período de retorno (meses)
5.158,00	0,00	12,13	7.392,96	9

Observa-se, através da tabela 4.11 que, para os gastos e a economia gerada, tem-se um período de retorno do investimento igual a aproximadamente nove meses.

b. Avaliação quanto ao risco microbiológico

Para a ação de utilização de aparelhos economizadores de água o risco de contaminação microbiológica é inexistente, pois a mesma não tem influência no insumo utilizado, ou seja, a água potável. Com isso o grau de risco estabelecido, para esta ação, segundo o quadro 4.2, é zero, ou seja, a ação é ótima para a utilização, no que diz respeito ao risco de contaminação microbiológica.

c. Avaliação quanto ao benefício gerado

c.1. Redução no consumo per capita

A tabela 4.12 apresenta os valores encontrados na redução do consumo per capita da edificação, no qual encontram-se os valores observados atualmente, os valores estimados com a utilização dos aparelhos economizadores, a economia per capita e a economia em porcentagem com a adoção da ação.

TABELA 4.12 – REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA COM A UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA

Consumo	
consumo per capita sem aparelhos economizadores (L/hab.dia)	228,31
consumo per capita com aparelhos economizadores (L/hab.dia)	193,85
Economia (L/hab.dia)	34,46
Porcentagem de economia (%)	15,09

O valor adotado para a análise multicriterial foi o da porcentagem da economia gerada no consumo per capita, ou seja, 15,09%. Esta porcentagem representou uma economia de 34,46 L/hab.dia, como pode ser observado na tabela 4.12.

c.2. Impacto gerado no sistema de abastecimento público de água

Como explicitado anteriormente, procurou-se avaliar a economia, em termos de vazão, gerada pela a ação, no sistema de abastecimento público de água da RMC. A tabela 4.13 apresenta os valores encontrados, assim como uma estimativa da população que poderá ser atendida no caso da utilização de aparelhos economizadores de água.

TABELA 4.13 – IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, COM A UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES

Ação de economia	consumo per capita (L/hab.dia)	População (hab.)	Demanda (L/s)	Economia (L/s)	População atendida pela economia (hab.)
Utilização de Aparelhos economizadores	148,59	2.342.510	6.042,98	1.074,02	416.335

A economia gerada pela implementação da ação representa a possibilidade de fornecimento de água para uma população de 416.315 habitantes, população esta de uma cidade de médio porte. Para a análise multicritério será utilizado o valor de 1.074,02 L/s de economia no sistema de abastecimento público.

c.3. Alcance do atual sistema de abastecimento público de água

O alcance do atual sistema de abastecimento público, com a adoção da utilização de aparelhos economizadores de água, resultou nos valores apresentados na tabela 4.14. Observa-se que, para o atual sistema de abastecimento, a capacidade de atendimento é até o ano 2013 e com a utilização de aparelhos economizadores de água, aumenta-se o período até o ano de 2018. Portanto há um acréscimo de 5 anos para o sistema em questão, cujo limite máximo de produção atual é de 9.300 L/s (SANTOS et al., 2001).

TABELA 4.14 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, SEM E COM A UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES (continua)

Ano	População	Consumo sem a adoção de aparelhos economizadores (L/s)	Consumo com a adoção de aparelhos economizadores (L/s)
2004	2.342.510	7117,00	6042,98
2005	2.414.835	7330,51	6229,56
2006	2.489.393	7550,43	6421,89
2007	2.566.253	7776,94	6620,17
2008	2.645.486	8010,25	6824,57
2009	2.727.165	8250,55	7035,28
2010	2.811.366	8498,07	7252,49
2011	2.898.167	8753,01	7476,41

TABELA 4.14 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, SEM E COM A UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES (conclusão)

Ano	População	Consumo sem a adoção de aparelhos economizadores (L/s)	Consumo com a adoção de aparelhos economizadores (L/s)
2012	2.987.648	9015,60	7707,25
2013	3.079.892	9286,07	7945,21
2014	3.174.984	9564,65	8190,52
2015	3.273.011	9851,59	8443,40
2016	3.374.066	10147,14	8704,09
2017	3.478.240	10451,55	8972,83
2018	3.585.630	10765,10	9249,86
2019	3.696.337	11088,05	9535,45

c.4. Porcentagem utilizada

Para esta ação considerou-se 100% de porcentagem utilizada devido ao fato de que não se estar gerando uma fonte alternativa de água.

4.2.5.2 Determinação dos critérios para a medição individualizada

A ação de medição individualizada compreende a instalação de aparelhos medidores de consumo (hidrômetros) individuais a cada apartamento. Para a instalação destes equipamentos individuais de medição, faz-se necessária a modificação dos ramais de alimentação, pois estes devem ser derivados de uma única coluna, na qual é instalado o hidrômetro. Estas modificações compreendem travessias de vigas e lajes, o que ocasiona perfurações nas mesmas. Também há previsão da instalação de pressurizadores, nas colunas, para que as pressões dinâmicas mínimas de funcionamento sejam atendidas nos pontos de consumo dos apartamentos do último pavimento.

a. Avaliação quanto ao custo da ação

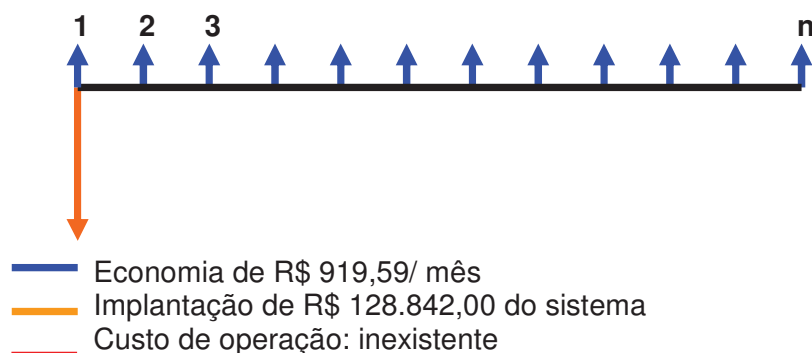
Avaliou-se o custo de implantação e operação das ações, levando-se em consideração o custo de energia, equipamentos e sua instalação, obras civis, assim como instalação de tubulações, perfurações em vigas e lajes, entre outros.

A tabela 4.15 apresenta os custos de implantação da medição individualizada e a figura 4.23 apresenta o fluxo de caixa da ação.

TABELA 4.15 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

CUSTO TOTAL (R\$)	128.842,00
--------------------------	------------

FIGURA 4.23 – FLUXO DE CAIXA DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA



O resultado encontrado, para o período de retorno do investimento, é de aproximadamente 7 anos e oito meses, como pode ser observado na tabela 4.16.

TABELA 4.16 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

Custo de Implantação (R\$)	Custo Anual de operação (R\$)	Taxa de juros anual (%)	Economia anual de água potável (R\$)	Período de retorno (meses)
128.842,00	0,00	12,13	11.035,08	92

b. Avaliação quanto ao risco microbiológico

Para a ação de utilização de medição individualizada o risco de contaminação microbiológica é inexistente, pois a mesma não tem influência no insumo utilizado, ou seja, a água potável, da mesma maneira que a ação avaliada anteriormente. Portanto, o grau de risco de contaminação, para esta ação, também é zero, ou seja, a ação é ótima para a utilização, segundo a classificação quanto ao risco de contaminação microbiológica.

c. Avaliação quanto ao benefício gerado

c.5. Redução no consumo per capita

A tabela 4.17 apresenta os valores encontrados na redução do consumo per capita da edificação (valores atuais, estimados com a implantação da medição e a economia da ação em consumo per capita e em porcentagem).

TABELA 4.17 – REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA COM A ADOÇÃO DA MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

Consumo	
per capita sem medição individualizada (L/hab.dia)	228,31
per capita com medição individualizada (L/hab.dia)	176,94
Economia (L/hab.dia)	51,37
Porcentagem de economia (%)	22,50

Observa-se pela tabela que a porcentagem de 22,50% resulta em uma economia per capita de 51,37 L/hab.dia para a edificação avaliada.

c.6. Impacto gerado no sistema de abastecimento público de água

A tabela 4.18 apresenta os valores encontrados para a economia no sistema de abastecimento público de água da RMC, assim como uma estimativa da população que poderá ser atendida no caso da adoção da medição individualizada.

TABELA 4.18 – IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA COM A ADOÇÃO DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

Ação de economia	per capita (L/hab.dia)	População (hab.)	Demanda (L/s)	Economia (L/s)	População atendida pela economia (hab.)
Com medição individualizada	135,63	2.342.510	5.515,68	1.601,33	680.083

O resultado encontrado foi de 1.601,33 L/s, o que representa um possível atendimento de uma população de 680.083 habitantes.

c.7. Alcance do atual sistema de abastecimento público de água

O alcance do atual sistema de abastecimento público, com a adoção da medição individualizada, resultou nos valores apresentados na tabela 4.19. Observa-se que, para o atual sistema de abastecimento, a capacidade de atendimento é até o ano 2013 e com a adoção da medição individualizada, aumenta-se o período até o ano de 2021, ou seja, 9 anos a mais para o atual sistema, cujo limite máximo de produção atual é de 9.300 L/s (SANTOS et al., 2001).

TABELA 4.19 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA SEM E COM A ADOÇÃO DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

Ano	População	Consumo sem adoção de medidas (L/s)	Consumo com medição individualizada (L/s)
2004	2.342.510	7117,00	5515,68
2005	2.414.835	7336,74	5685,97
2006	2.489.393	7563,26	5861,53
2007	2.566.253	7796,77	6042,50
2008	2.645.486	8037,50	6229,06
2009	2.727.165	8285,66	6421,39
2010	2.811.366	8541,48	6619,65
2011	2.898.167	8805,20	6824,03
2012	2.987.648	9077,06	7034,72
2013	3.079.892	9357,31	7251,92
2014	3.174.984	9646,22	7475,82
2015	3.273.011	9944,04	7706,63
2016	3.374.066	10251,07	7944,58
2017	3.478.240	10567,57	8189,87
2018	3.585.630	10893,84	8442,73
2019	3.696.337	11230,19	8703,40
2020	3.810.461	11576,92	8972,11
2021	3.928.109	11934,36	9249,13
2022	4.049.390	12302,83	9534,70

c.8. Porcentagem utilizada

Para esta ação também considerou-se 100% de porcentagem utilizada, pelo mesmo motivo caracterizado para a ação de utilização de aparelhos economizadores.

4.2.5.3 Determinação dos critérios para a utilização de água cinza tratada em bacias sanitárias

A utilização da água cinza tratada em bacias sanitárias não pode ser realizada sem um tratamento adequado, devido à alta quantidade de impurezas presente no líquido, como foi apresentado no item 3.4.3.2.1. Por este motivo, o sistema de aproveitamento de água cinza compreende as instalações de coleta dos efluentes de lavatórios e/ou chuveiros, sendo que para este sistema é necessária apenas uma modificação nos apartamentos para que os mesmos sejam isolados do sistema convencional e lançados em apenas um tubo de queda, por conjunto de apartamentos. Considerando que a edificação possui quatro apartamentos por andar, dispostos simetricamente, tem-se, portanto, um total de quatro tubos de queda. É necessária uma estação de tratamento de esgotos (ETE) compacta, para adequar a qualidade do líquido ao uso pretendido, ou seja, bacia sanitária.

Para a determinação do sistema de águas cinzas algumas análises foram realizadas. Foram criados cenários de ofertas e demanda de água cinza, para se encontrar a configuração mais adequada à edificação em questão. Para tanto foram determinados os seguintes volumes de água cinza: volume de oferta (V_o), o volume de demanda (V_d) e o volume de reservação (V_r). Os parâmetros de usos e tempo de uso foram retirados do teste AQUA, aplicado à edificação.

a. Volumes calculados

a.1. Volume de oferta (V_o)

Para a presente pesquisa foram adotados, como potenciais fornecedores de água cinza as peças de utilização chuveiro e lavatório. Com isso, para a determinação do volume de oferta (V_o), necessitou-se determinar o volume das águas dos chuveiros e/ou lavatórios para cada cenário apresentado. A metodologia de cálculo é apresentada a seguir.

i) Volume do chuveiro (V_{ch})

$$V_{ch}/dia = \text{consumo do chuveiro}/dia$$

ii) Volume do lavatório (V_{lv})

$$V_{lv}/dia = \text{consumo do lavatório}/dia$$

O volume de oferta será então:

$$V_o/dia = V_{ch}/dia + V_{lv}/dia, \text{ no caso da utilização do chuveiro e do lavatório;}$$

$$V_o/dia = V_{ch}/dia, \text{ no caso da utilização somente do chuveiro;}$$

$$V_o/dia = V_{lv}/dia, \text{ no caso da utilização somente do lavatório.}$$

A determinação dos volumes a serem utilizados dependerá da configuração do cenário proposto, como é apresentado na seqüência.

a.2. Volume de demanda (V_d)

Quanto a demanda, o uso pretendido foi a bacia sanitária, portanto, o volume de demanda diário (V_d) será o de consumo da bacia sanitária. A metodologia de cálculo deste volume, é apresentada a seguir.

$$V_d/dia = \text{consumo da bacia sanitária}/dia$$

a.3. Volume de reservação (V_r)

O volume de reservação V_r é igual a $V_r = V_d + V_s$, onde V_s é o volume de segurança, correspondendo a 50% a mais do V_d , conforme a NBR 5626.

Observar que o comparativo de V_{ch} , V_{lv} e V_d com V_r definirá quais as fontes de água cinza a serem utilizadas. Dessa forma tem-se:

$$V_{ch} \geq V_r, \text{ apenas o chuveiro é suficiente;}$$

$$V_{lv} \geq V_r, \text{ apenas o lavatório é suficiente;}$$

$V_{ch} < V_r$ e $V_{lv} < V_r$, mas $V_o \geq V_r$, o chuveiro e o lavatório serão necessários como fonte alternativa de água cinza.

$V_{ch} < V_r$, $V_{lv} < V_r$ e $V_o < V_r$, não há geração suficiente de água cinza para atender V_d , portanto, será necessário o complemento através da água potável.

Dado isso, definido o valor de V_d e definidas quais a(s) fonte(s) necessárias, faz-se importante definir os volumes a serem reservados no térreo ou subsolo, e na cobertura. Tais volumes serão denominados volume de reserva inferior (V_{ri}) e volume de reserva superior (V_{rs}), respectivamente. A NBR 5626 (ABNT, 1998) recomenda que 60% da demanda total seja reservada no reservatório inferior e 40% da demanda total no reservatório superior, no caso de água potável. Admitindo esta proporção para estimar o volume de reservatório inferior (V_{ri}) e o volume do reservatório superior (V_{rs}) de água cinza, obtém-se:

$$V_{ri} = 60\% \times V_r$$

$$V_{rs} = 40\% \times V_r$$

b. Sistemas de água cinza

Definidos os volumes a serem determinados, cabe o sistema mais adequado de água cinza. Qualquer que seja a definição do sistema de água cinza, o mesmo será composto das seguintes partes:

b.1. Sistema de coleta de água cinza

Ramais de descarga e de esgoto

Tubos de queda

Coluna de ventilação

b.2. Sistema de tratamento

Conforme o uso previsto e os critérios a serem atendidos, tem-se:

Tratamento preliminar: remoção de sólidos sedimentáveis;

Tratamento primário: remoção de sólidos sedimentáveis;

Tratamento secundário: remoção de sólidos suspensos e dissolvidos (matéria orgânica);

Tratamento terciário: desinfecção com cloro e, ou, ultra-violeta.

b.3. Sistema de recalque

Reservatório inferior

Tubulação de recalque de água cinza: sucção, bombeamento e recalque.

b.4. Sistema de distribuição

Reservatório superior

Barrilete

Registros

Colunas de distribuição de água cinza

Válvula redutora de pressão

b.5. Sistema de suprimento com água potável

Tubulação de alimentação de água potável

Registro

Válvula de retenção

Válvula solenóide

c. Sistema do estudo de caso

Para a definição do sistema ideal, para edificação em estudo, foram avaliados os cenários de oferta e demanda de água cinza apresentados nas tabelas 4.20 e 4.21, respectivamente. Salienta-se que, para a análise da oferta, foram considerados apenas os banheiros de suíte, excluindo-se o banheiro de uso comum e o banheiro de serviço, pois constatou-se, através da aplicação do teste AQUA, que o referido banheiro é o de maior uso. A coluna de coleta descenderá pelo vazio de

ventilação, facilitando a execução das colunas e das tubulações de distribuição (ver anexo 03).

TABELA 4.20 – CENÁRIOS DE OFERTA DE ÁGUA CINZA AVALIADOS

Cenário	Aparelho/pavimento	Aptos./pavimento	Tubos de Queda
1	1 chuveiro	1	1
2	1 chuveiro e 1 lavatório da suíte	1	1
3	4 chuveiros	4	2
4	4 chuveiros e 4 lavatórios da suíte	4	2

TABELA 4.21 – CENÁRIOS DE DEMANDA DE ÁGUA CINZA AVALIADOS

Cenário	Aparelho/pavimento	Aptos./pavimento	Colunas de Distribuição
1	4 bacias sanitárias (*)	4	4
2	8 bacias sanitárias(**)	8	2

NOTA: (*) Banheiros da suíte;

(**) Banheiros da suíte e de uso comum, excluiu-se o banheiro de serviço;

As tabelas 4.22 e 4.23 apresentam os volumes de oferta e da demanda a serem atendidas, respectivamente, para cada cenário proposto para análise. Algumas suposições, baseadas no teste AQUA, para a amostra de onze apartamentos, foram adotadas para o cálculo dos referidos volumes. Adotou-se que, quanto à produção de água cinza dos chuveiros, os banheiros de suítes eram responsáveis por 100% deste consumo e, quanto ao consumo das bacias sanitárias, encontrou-se o consumo de 90% referente às das suítes e 10% às de uso comum. Isso pode ser observado na tabela 4.5, sendo as mesmas porcentagens das bacias sanitárias aplicadas ao lavatório. Porém deve-se salientar da necessidade da estimativa real do consumo de todos os chuveiros, para cada morador, o que não foi possível, como apresentado anteriormente. Os cálculos foram realizados da seguinte forma:

- Cenário de oferta 1: Adotou-se que cada coluna de suítes consome 25% da vazão total do consumo dos chuveiros. Portanto para este cenário o consumo é de 2034 L/dia;
- Cenário de oferta 2: Seguindo a mesma análise anterior e acrescentando-se os lavatórios de suíte obtém-se o valor de 2441 L/dia;

- Cenário de oferta 3: Para este cenário, o volume de consumo diário encontrado foi igual ao consumo total dos chuveiros da suíte dos apartamentos, ou seja, de 8136 L/dia;
- Cenário de oferta 4: Este cenário totalizou um consumo de 9764 L/dia;
- Cenário de demanda 1: Alimentação com água cinza das bacias sanitárias das suítes, perfazendo um volume total de 9492 L/dia;
- Cenário de demanda 2: Alimentação com água cinza das bacias sanitárias de uso comum e das suítes, com um consumo diário de 10547 L/dia.

TABELA 4.22 – RESULTADOS DOS CENÁRIOS DE OFERTA AVALIADOS

Cenário	Apto./ pavimento	Aparelho	Fontes potenciais				
			Composição do Volume/dia				
			Cômodo	Quantidade de aparelhos	% com relação do uso total	V _o	V _o total
					(%)	m ³ /dia	m ³ /dia
1	1	CH	Suíte	12	25,00	2,03	2,03
2	1	CH	Suíte	12	25,00	2,03	2,44
		LV		12	22,50	0,41	
3	4	CH	Suíte	48	100,00	2,03	8,14
		CH				2,03	
		CH				2,03	
		CH				2,03	
4	4	CH	Suíte	48	100,00	2,03	9,76
		CH				2,03	
		CH				2,03	
		CH				2,03	
		LV		48	90,00	0,41	
		LV				0,41	
		LV				0,41	
		LV				0,41	

TABELA 4.23 – RESULTADOS DOS CENÁRIOS DE DEMANDA AVALIADOS

Cenário	Aparelho	Demandas potenciais				
		Composição do Volume/dia				
		Nº de BS atendidas/ pavimento	Nº de BS atendidas	V _d m³/dia	V _s m³/dia	V _r m³/dia
1	BS	4	48	9,49	4,75	14,24
2	BS	8	96	10,55	5,27	15,78

Comparando-se os volumes dos quatro cenários de oferta com os dois cenários de demandas a serem atendidas, observa-se que nenhum dos cenários atende às demandas solicitadas, portanto apenas o volume de água cinza gerado não é suficiente para o atendimento da população. Assim, há a necessidade do complemento, para abastecimento das bacias sanitárias, através da água potável.

Tendo em vista isto, optou-se pelos cenários de oferta e demanda que minimizassem ao máximo o uso da água potável, suprissem as necessidades dos usuários e resultassem no menor custo possível. Portanto, o cenário de oferta escolhido foi o 4, onde haverá a captação dos quatro chuveiros e quatro lavatórios dos banheiros de suíte por pavimento, resultando em um volume de oferta de 9,76 m³/dia. E para o volume de demanda optou-se pelo cenário 1, no qual é levado em consideração uma reserva de 50% de segurança, resultando em 14,24 m³/dia.

A exclusão do cenário de demanda 2 foi devido à menor utilização dos banheiros de uso comum, o que não justificaria a instalação de mais 4 colunas de água cinza para alimentar estas bacias sanitárias.

Definidos os cenários de oferta e demanda, e como o volume total, de água cinza gerada não atende à demanda requerida, haverá a necessidade do suporte com água potável, para alimentar as bacias sanitárias das suítes, de volume igual a 4,47 m³/dia de água potável.

A coleta de água cinza será realizada por 2 tubos de queda, coletando o efluente de quatro chuveiros e quatro lavatórios por pavimento, do banheiro da suíte em cada apartamento, através de um tubo de queda para cada dois apartamentos por pavimento, os quais passarão pelo vazio da ventilação da edificação. A distribuição da água cinza, a partir do reservatório superior, se dará através de duas

colunas de distribuição, que alimentarão 48 bacias sanitárias cada. A tabela 4.24 apresenta o resumo dos cenários de oferta e demanda requerida, escolhidos para a edificação em questão.

TABELA 4.24 – RESUMO DOS CENÁRIOS DE OFERTA E DEMANDA ESCOLHIDOS

Cenário	Aparelhos	Nº de aparelhos	Volume (m ³ /dia)
OFERTA	CH	48	8,14
	LV	48	1,63
DEMANDA	BS	48	14,24

d. Dimensionamento

d.1. Sistema de coleta de água cinza

Conforme descrito anteriormente, o sistema de coleta será composto de ramais de descargas provenientes dos chuveiros do banheiro das suítes e de dois tubos de queda, os quais atendem quatro chuveiros por pavimento. O método de Hunter, indicado pela norma NBR 8160 (ABNT, 1999), foi adotado para o dimensionamento. A tabela 4.25 apresenta os diâmetros encontrados.

TABELA 4.25 – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA CINZA

Tubulação	UHC	Nº de aparelhos/ tubulação	Σ UHC	Comprimento	Diâmetro	Declividades
				m	mm	%
Ramal de descarga de chuveiro	4	1	2	2,0	40	2
Ramal de descarga de lavatório	4	1	1	1,0	40	2
Ramal de esgoto	2	2	3	2,0	40	2
Tubo de queda 1 e 2	2	48	72	37,0	100	-
Coluna de ventilação	2	48	72	39,5	75	-
Sub-coletor	2	48	72	10,0	100	1

NOTA: UHC – Unidade Hunter de Contribuição

d.2. Sistema de tratamento

Para o tratamento optou-se pelo sistema compacto da empresa Mizumo. São várias as vazões dos referidos sistemas, a saber:

- Linha Mizumo Family: até 2,6 m³/dia;
- Linha Mizumo Business: até 8 m³/dia;
- Linha Mizumo Plus: até 200 m³/dia;
- Linha Mizumo Batch: acima de 200 m³/dia.

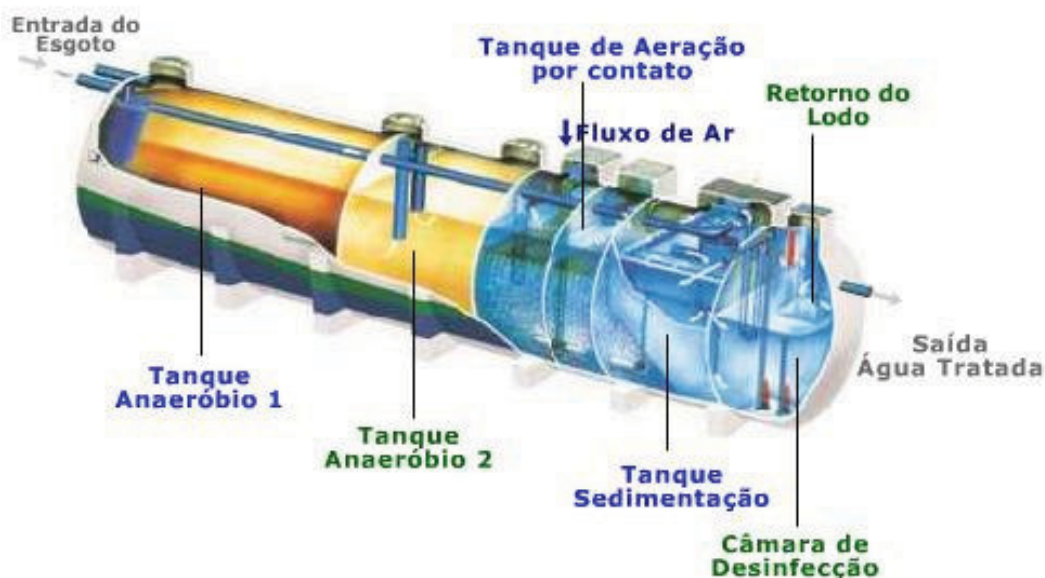
As eficiências de tratamento variam, segundo o fabricante, de 90 a 98%. O tratamento especificado possui as seguintes fases (ver figura 4.24):

- Fase 1: Tratamento Anaeróbio 1;
- Fase 2: Tratamento Anaeróbio 2;
- Fase 3: Tratamento Aeróbio;
- Fase 4: Decantação;
- Fase 5: Desinfecção com pastilhas de hipoclorito de cálcio ou desinfecção por radiação ultra-violeta.

Em decorrência da demanda necessária de água cinza para o atendimento do sistema especificado, será utilizado o sistema da linha Plus MP-15, o qual exige uma área de instalação de 39m².

Em complementação ao sistema acima especificado, optou-se pela aplicação de cloro, no intuito de assegurar a ausência de *Escherichia coli*, através da garantia de um residual de cloro em torno de 1,0 mg/L, para o tempo de contato de 36 minutos, como sugerido por ROSSIN (1987). Esta aplicação ocorrerá em uma parte de um dos reservatórios inferiores, os quais serão dimensionados a seguir. O sistema de tratamento ficará localizado no subsolo da edificação.

FIGURA 4.24 – ETE COMPACTA MIZUMO LINHA PLUS



FONTE: MIZUMO (2004)

d.3. Sistema de recalque

O dimensionamento do volume de reservação foi realizado segundo a metodologia citada no sub-item c do item 4.2.5.3 e cujo valor de reservação total está apresentado na tabela 4.24. Adotou-se uma reserva inferior de 60% do volume total de reservação, equivalendo à $V_{ri} = 8,5 \text{ m}^3$. Com isso tem-se três reservatórios de volume igual a $2,0 \text{ m}^3$ cada e um reservatório de $2,5 \text{ m}^3$, dispostos em série, sendo que a aplicação de cloro, citada no item de dimensionamento do tratamento, ocorrerá no último reservatório.

A tubulação de recalque foi dimensionada segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998), para instalação predial de água potável, pela equação do diâmetro econômico de Bresse, apresentada abaixo, para uma velocidade $1,5 \text{ m/s}$. A tabela 4.26 apresenta os dados e os diâmetros encontrados para as tubulações de recalque e de sucção, para a qual foi adotado um diâmetro nominal superior ao encontrado para o recalque.

$$\phi = K \cdot X^{1/4} \cdot \sqrt{Q_b}$$

Onde:

K – coeficiente adotado como 1,3, para sistemas de recalque que funcionam apenas algumas horas por dia (NETTO et al., 1998);

X – relação do número de horas de bombeamento por 24 horas.

TABELA 4.26 – DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE RECALQUE E SUCÇÃO

Volume do RS	Tempo de Bombeamento	Vazão de bombeamento	Diâmetro		
			Recalque		Sucção
			Calculado	Adotado	Adotado
m ³	h	L/s	mm		
5,70	6	0,26	14	20	25

No entanto, em tal formulação, o valor limite de tempo e o valor de velocidade (velocidade econômica) são referentes à otimização do sistema elevatório, considerando apenas os custos associados de tubulação e bombeamento. Na velocidade econômica não se está considerando o tempo que a água cinza deve permanecer no reservatório inferior (RI) para estar em contato com o cloro. Logo, o tempo de bombeamento e os horários de bombeamento deverão ser revistos, quando da aplicação real da metodologia. A premissa é a seguinte: a água cinza deve ficar um período mínimo de contato no RI antes de ser bombeada.

Para o dimensionamento do conjunto moto-bomba é necessária a determinação da altura manométrica, bem como do NPSH¹⁷ disponível na instalação.

Devido ao fato da presente análise fazer parte de um plano de gestão, cabem algumas aproximações, no intuito de se continuar com a avaliação, pois o projeto executivo, caso a ação de utilização de água cinzas em bacias sanitárias seja admitida como uma ação viável, deverá ser executado levando em consideração todos os procedimentos inerentes à realização de um projeto executivo. Portanto, estão listadas, no quadro 4.3 abaixo, as simplificações adotadas no dimensionamento do sistema de recalque.

¹⁷ NPSH – Net Positive Suction Head – Energia disponível na sucção.

QUADRO 4.3 – SIMPLIFICAÇÕES ADMITIDAS PARA O CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA DO SUB-SISTEMA DE RECALQUE

Simplificações	Descrição
Perdas de carga	Acrescentou-se o valor de 20% à altura geométrica (NETTO et al. 1998)
NPSH	Considerou-se a bomba “afogada”, o que caracteriza a situação em que não exista altura de coluna líquida somando-se à energia disponível

Sendo a altura manométrica (H_m) igual a soma das alturas geométricas (H_g) de sucção e de recalque e as perdas de carga (Δh) na sucção e no recalque, encontrou-se o valor apresentado na tabela 4.27 a seguir, para H_m .

TABELA 4.27 – ALTURA MANOMÉTRICA DO SUB-SISTEMA DE RECALQUE

H_g (mca)	Δh (mca)	H_m (mca)
43,00	8,60	51,60

Para o sistema serão adotados dois conjuntos funcionando em paralelo. O sistema será comandado por um conjunto de bóias de máximo e mínimo, tanto no reservatório superior, quanto no reservatório inferior, sendo o principal o conjunto de bóias do reservatório inferior, ou seja, caso o reservatório superior apresente o volume mínimo, porém o reservatório inferior também se encontre no seu mínimo, a bomba não será acionada, para que a mesma não se danifique por funcionar a seco.

d.4. Sistema de distribuição

O sistema de distribuição será composto de um reservatório superior, cujo volume é igual a 40% do V_r , cujo valor foi apresentado na tabela 4.24, ficando, portanto um valor igual a $5,70 \text{ m}^3$. Serão adotados dois reservatórios, sendo um de volume igual a $3,00 \text{ m}^3$, ambos localizados no terraço da edificação. A distribuição propriamente dita será realizada a partir de um barrilete de distribuição, de duas colunas de distribuição, dos ramais e sub-ramais de distribuição. Como especificado anteriormente, o presente sistema alimentará apenas as bacias sanitárias dos

banheiros das suítes, obtendo-se um total de 48 bacias sanitárias do tipo caixa acoplada de descarga com um volume de 6,8 L/descarga.

O pré-dimensionamento foi executado através do método dos pesos, o qual especifica os pesos para as peças sanitárias e a tabela 4.28 apresenta os diâmetros encontrados, o material das tubulações, bem como os comprimentos.

TABELA 4.28 – DIÂMETROS E QUANTITATIVO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Tubulação	Trecho	Material	Diâmetro	Comprimento
			mm	m
Barrilete	1	PVC	32	5,00
Coluna 1	1	PVC	32	5,20
	2	PVC	32	2,70
	3	PVC	32	2,70
	4	PVC	32	2,70
	5	PVC	32	2,70
	6	PVC	25	2,70
	7	PVC	25	2,70
	8	PVC	25	2,70
	9	PVC	20	2,70
	10	PVC	20	2,70
	11	PVC	20	2,70
	12	PVC	20	2,70
Coluna 2	1	PVC	32	5,20
	2	PVC	32	2,70
	3	PVC	32	2,70
	4	PVC	32	2,70
	5	PVC	32	2,70
	6	PVC	25	2,70
	7	PVC	25	2,70
	8	PVC	25	2,70
	9	PVC	20	2,70
	10	PVC	20	2,70
	11	PVC	20	2,70
	12	PVC	20	2,70
Ramais e Sub_ramais	-	PVC	20	365,00

Conforme citado anteriormente, foi adotado, para efeito de pré-dimensionamento, um comprimento equivalente, no cálculo das perdas de pressão, igual a 20% do comprimento real (NETTO et al. 1998), procurando-se, desta maneira, estimar as perdas de pressão totais, no intuito de se encontrar diâmetros que garantissem a pressão dinâmica mínima recomendada pela norma NBR 5626,

de 1,5 mca para torneiras bóias de caixas de descarga de bitola ½". Cabe salientar, que a pressão estática máxima recomendada pela referida norma, de 40 mca, foi atendida, com relativa folga, sendo o valor encontrado igual a 25,81 mca, no último trecho das colunas.

d.5. Sistema de suprimento com água potável

Este sistema deverá apoiar a demanda das bacias sanitárias. Para garantir a segurança na rede de abastecimento, quanto à contaminação da água potável, será utilizado um conjunto de registros e válvula solenóide, a qual somente abrirá quando da detecção de falta de água cinza. A tubulação de alimentação de água potável disposta de maneira a garantir uma separação atmosférica, do nível máximo de água do reservatório inferior, igual a 1,00 m.

A referida tubulação foi dimensionada pela equação da continuidade, apresentada abaixo, respeitando-se a velocidade de 1,5 m/s na tubulação. A vazão de dimensionamento foi aquela encontrada como volume de demanda das bacias sanitárias, ou seja, $V_d = 9,76 \text{ m}^3/\text{dia}$ ou 0,11 L/s. Com isso, encontrou-se um diâmetro de 32 mm para a tubulação de alimentação de água potável, cujo comprimento aproximado é de 10,00 m.

$$Q = A_t \cdot v_s$$

Onde:

Q – vazão (m^3/s)

A_t – área da seção transversal da tubulação (m^2)

v_s – velocidade do líquido na tubulação, adotada como 1,5 m/s

e. Avaliação quanto ao custo

Avaliou-se o custo de implantação e operação das ações, levando-se em consideração o custo de energia, custo de equipamentos e sua instalação, obras civis, como instalação de tubulações, perfurações em vigas e lajes, entre outros, além da avaliação do custo mensal de operação dos sistemas.

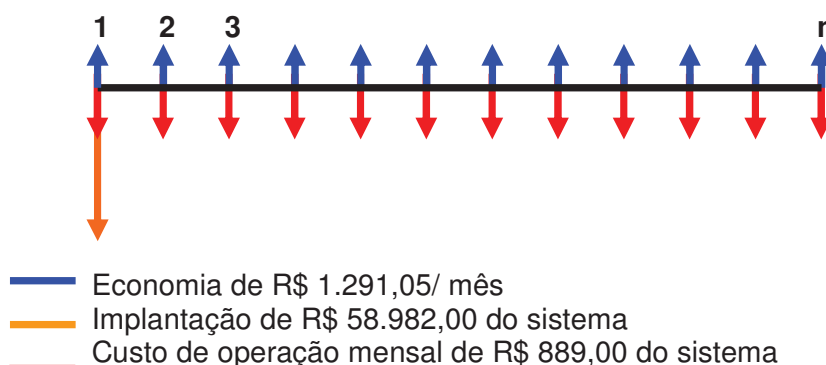
A tabela 4.29 apresenta o resumo dos custos de implantação e operação, estimados para a utilização de água cinza em bacias sanitárias. O anexo 04 apresenta os custos estimados para a determinação do custo de implantação e operação do sistema.

TABELA 4.29 – CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA TRATADA EM BACIAS SANITÁRIAS

Custo	Serviços	Valor (R\$)
Implantação	Instalação Hidráulica	19.237,00
	Tratamento	39.745,00
Operação	Gasto mensal de energia	34,00
	Gasto mensal com produtos químicos	855,00

A figura 4.25 apresenta o fluxo de caixa, desta análise.

FIGURA 4.25 – FLUXO DE CAIXA DO SISTEMA DE ÁGUA CINZA



A tabela 4.30 apresenta os resultados encontrados, para o período de retorno.

TABELA 4.30 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA EM BACIAS SANITÁRIAS

Custo de Implantação (R\$)	Custo Anual de operação (R\$)	Taxa de juros (%)	Economia anual de água potável (R\$)	Período de retorno (meses)
58.982,00	10.688,00	12,13	15.492,60	59

Observa-se, através da tabela 4.30 que, para os gastos e a economia gerada, tem-se um período de retorno do investimento igual a aproximadamente cinco anos.

f. Avaliação quanto ao risco microbiológico

Para se realizar a análise de risco de contaminação microbiológica, há a necessidade de se determinar um agente de contaminação como padrão, ou realizar uma análise para diversos agentes potenciais. Para o presente trabalho foi adotada a *Escherichia coli*, pois a mesma é considerada, entre os pesquisadores da área, como sendo o mais importante indicador de contaminação fecal das águas. Outras suposições adotadas foram (WATER CASA, 2004):

- todos os coliformes fecais detectados para os valores de água cinza, são *Escherichia coli*;
- todos estes coliformes fecais são potencialmente agentes patogênicos.

Devido ao fato de não se ter um valor pré-determinado para a possibilidade de ingestão de água de bacia sanitária por uma criança até a faixa etária de 6 anos, já que parte-se do pressuposto que a partir desta idade a ingestão de água de bacia sanitária por uma pessoa é nulo, foram adotados valores de volumes entre a faixa de 1 mL a 100 mL por ingestão. Para a frequência de ingestão deste líquido, foi adotado um valor igual a 1 vez por dia, ou seja, em 1 ano supõe-se um total de ingestões de aproximadamente 365 vezes.

A estimativa do risco de contaminação foi calculada pelo modelo Beta-Poisson (WATER CASA, 2004), apresentada no item 3.4.4.2.

Cabe salientar que a fórmula apresentada é para se calcular o risco em cada ingestão de líquido. Para se determinar a ausência ou presença de risco de contaminação, deve-se multiplicar o valor encontrado para a probabilidade de contaminação (P), pela quantidade total de vezes de ingestão do líquido em um ano. Foi adotado para as referentes constantes da curva dose-resposta a e b, da fórmula de Beta-Poisson, os valores de 0,1705 e $1,06 \times 10^6$, respectivamente (WATER CASA, 2004).

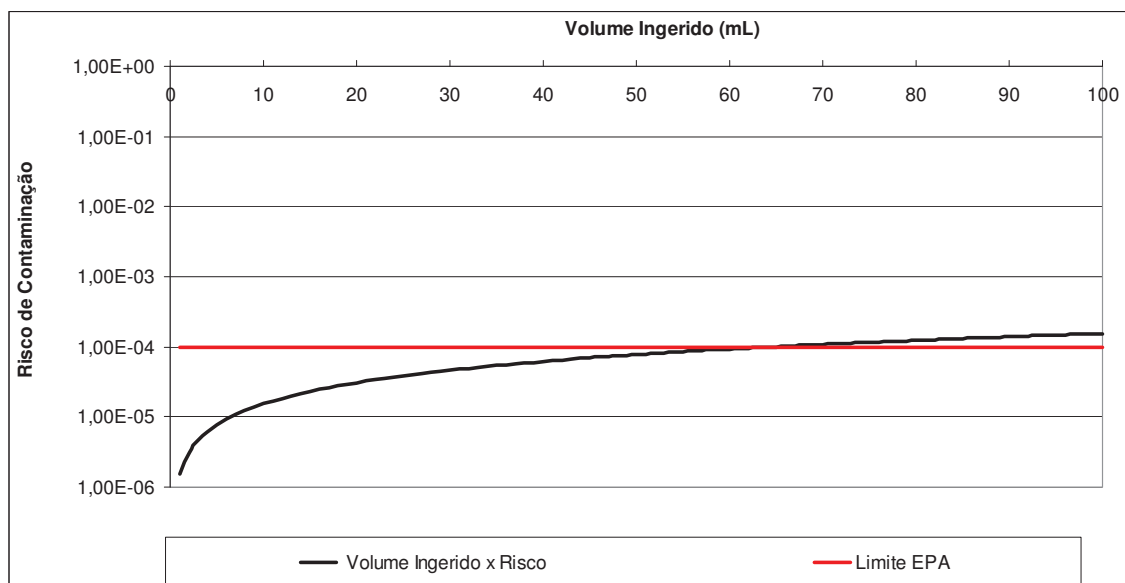
A concentração do elemento de exposição é determinada pela concentração de coliformes fecais presentes na água cinza que, para o presente trabalho, será adotado, para um afluente sem tratamento, um valor de $4,0 \times 10^5$ ufc/100 mL (ver item 3.4.3.2.1).

Considerando o funcionamento adequado do sistema de tratamento e com isso a redução necessária de coliformes fecais, cuja eficiência de desinfecção de efluentes sanitários de estações de tratamento com reatores anaeróbios seguidos de reatores aeróbios da ordem de cinco casas logarítmicas (AISSE et al., 2003), obtém-se um valor de $4,0 \times 10^0$ ufc/100mL.

O padrão de risco de contaminação adotado será o padrão estabelecido pela EPA (Environmental Protection Agency) para a água potável, onde nenhuma pessoa pode ser exposta a um risco de infecção maior que 1 em 10000 no ano, ou seja 1×10^{-4} (WATERCASA, 2004).

O gráfico 4.1 apresenta a análise de risco realizada para água cinza com tratamento, relativo à tabela “Risco microbiológico da água cinza com tratamento”, a qual se encontra no anexo 03. Pode-se observar que o risco de contaminação, se comparado com o limite estabelecido pela EPA, inicia-se a partir da ingestão de 65 mL de água cinza.

GRÁFICO 4.1 – RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA CINZA COM TRATAMENTO



Pode-se observar, através do gráfico 4.1, que existe segurança quanto ao risco de contaminação microbiológica, até o valor de 65 mL para cada ingestão, para a quantidade de coliformes presentes especificada e para um número de ingestões anuais de 365 vezes. Porém, não existem garantias de que estes limites sejam fixos, então haveria a necessidade de se pesquisar a quantidade de casos de ingestão de água de bacia sanitária por indivíduos, para se estabelecer um risco mais preciso, além de se estimar as probabilidades de parada do sistema de tratamento, da ineficiência desinfetante tanto do cloro como da radiação ultravioleta e avaliar outras formas de contaminação que não somente a *Eschechia coli*.

Em vista da análise realizada, admitiu-se um grau de risco igual a 2, haja visto que não se pode garantir total segurança na utilização da água cinza tratada, pois outros fatores devem ser analisados como já apresentado. Em contrapartida não se pode negar que, quando tratada, a utilização da água cinza é plausível.

Conforme apresentado anteriormente, o sistema escolhido para o tratamento foi o da empresa Mizumo, o qual garante, segundo o fabricante, uma eficiência de remoção de matéria orgânica de 90%, resultando em 10 mg/L de DBO e uma desinfecção da ordem de 5 casas logarítmicas. Estes valores, se comparados com os limites impostos na tabela 3.3 do item 3.4.3.2.1 para utilização de água cinza em bacias sanitárias, atendem aos requisitos necessários.

g. Avaliação quanto ao benefício gerado

g.1. Redução no consumo per capita

A tabela 4.31 apresenta os valores encontrados na redução do consumo per capita da edificação, no qual encontram-se os valores observados atualmente, os estimados com a utilização de água cinza em bacias sanitárias e a economia com a adoção da ação em questão.

Observa-se que, pela porcentagem de 31,50% e pelo valor de 71,92 L/hab.dia de economia, a redução no consumo de água é significativa.

TABELA 4.31 – REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA TRATADA EM BACIAS SANITÁRIAS

per capita (L/hab.dia)	Consumo
per capita sem utilização de água cinza em bacias sanitárias (L/hab.dia)	228,31
per capita com utilização de água cinza em bacias sanitárias (L/hab.dia)	156,39
Economia (L/hab.dia)	71,92
Porcentagem de economia (%)	31,50

g.2. Impacto gerado no sistema de abastecimento público de água

A tabela 4.32 apresenta os valores encontrados para a economia no sistema de abastecimento público de água da RMC, assim como uma estimativa da população que poderá ser atendida no caso da utilização de água cinza em bacias sanitárias.

TABELA 4.32 – IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA TRATADA EM BACIAS SANITÁRIAS

Ação de economia	per capita (L/hab.dia)	População (hab.)	Demanda (L/s)	Economia (L/s)	População atendida pela economia (hab.)
Com utilização de Água cinza em bacias sanitárias	119,88	2.342.510	4875,15	2241,86	1.077.212

A economia de 2.241,86 L/s, que representa a possibilidade de abastecimento de população de 1.077.212 habitantes, demonstra um grande impacto no sistema público de abastecimento.

g.3. Alcance do atual sistema de abastecimento público de água

O alcance do atual sistema de abastecimento público, com a utilização de água cinza em bacias sanitárias, resultou nos valores apresentados na tabela 4.33. Observa-se que, para o atual sistema de abastecimento, a capacidade de

atendimento é até o ano 2013. Com a utilização de água cinza em bacias sanitárias, aumenta-se o período até o ano de 2025, ou seja, 13 anos a mais para o atual sistema, cujo limite máximo de produção atual é de 9.300 L/s (SANTOS et al., 2001).

TABELA 4.33 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, SEM E COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA EM BACIAS SANITÁRIAS

Ano	População	Consumo sem adoção de medidas (L/s)	Consumo com utilização de água cinza em bacias sanitárias (L/s)
2004	2.342.510	7117,00	4875,15
2005	2.414.835	7336,74	5025,67
2006	2.489.393	7563,26	5180,83
2007	2.566.253	7796,77	5340,79
2008	2.645.486	8037,50	5505,69
2009	2.727.165	8285,66	5675,68
2010	2.811.366	8541,48	5850,91
2011	2.898.167	8805,20	6031,56
2012	2.987.648	9077,06	6217,78
2013	3.079.892	9357,31	6409,76
2014	3.174.984	9646,22	6607,66
2015	3.273.011	9944,04	6811,67
2016	3.374.066	10251,07	7021,98
2017	3.478.240	10567,57	7238,78
2018	3.585.630	10893,84	7462,28
2019	3.696.337	11230,19	7692,68
2020	3.810.461	11576,92	7930,19
2021	3.928.109	11934,36	8175,04
2022	4.049.390	12302,83	8427,44
2023	4.174.415	12682,68	8687,64
2024	4.303.300	13074,26	8955,87
2025	4.436.164	13477,93	9232,38
2026	4.573.131	13894,06	9517,43

g.4. Porcentagem utilizada

Para esta ação determinou-se a porcentagem utilizada da oferta calculada no item 4.2.5.3 pela demanda determinada no mesmo item. Com isso tem-se uma porcentagem igual a 100,00% de insumo produzido que estará sendo utilizado pois, como se observa, comparando-se a oferta com a demanda, haverá a necessidade do suporte da água potável, além da provisão de água cinza.

4.2.5.4 Determinação dos critérios para a utilização de água de chuva para lavagem de calçadas, pisos e garagem

Da mesma maneira que a utilização de água cinza, a água de chuva necessita de um tratamento para sua utilização, com a diferença que o mesmo não necessita ser tão complexo, devido às suas características, como mostrado no item 3.4.3.2.2. Portanto, para este sistema optou-se pelo sistema apresentado anteriormente.

O sistema compreende a captação, que será composta por 1/4 da área da cobertura e dos condutores verticais da edificação (portanto, sem custo adicional ao sistema), de um reservatório de descarte, um reservatório de armazenamento, o qual foi locado no pavimento térreo, a uma altura de 3,00 m do piso, no intuito de se realizar a utilização diretamente do mesmo, sem a necessidade de um sistema de distribuição. Cabe salientar que no reservatório de armazenamento prevê-se a aplicação de cloro, para a desinfecção da água e, conseqüentemente, a eliminação dos coliformes fecais presentes na mesma.

Para a determinação do volume ofertado, será adotado o método desenvolvido por FENDRICH (2004), apresentado no item 3.4.3.2.2, já que o mesmo apresenta valores específicos para a cidade de Curitiba.

a. Volume de oferta e demanda

Os volumes a serem calculados são: volume de descarte (V_{desc}), volume possível de armazenamento devido ao coeficiente de escoamento superficial regional ($V_{arm.esc.}$) e o volume armazenável de chuva no mês ($V_{arm.mês}$), de acordo com o histórico de precipitações médias de chuva da região. Encontrados os valores compara-se a diferença do $V_{arm.mês}$ e do $V_{desc/mês.}$, considerando uma chuva diária por mês, por uma questão de segurança, com o volume possível de armazenamento $V_{arm.esc.}$. Então se:

$V_{arm.mês} - V_{desc/mês.} \geq V_{arm.esc.}$, o volume de armazenamento será igual ao volume de possível de armazenamento segundo para a área de cobertura considerada.

A tabela 4.34 apresenta os valores encontrados para a edificação em questão.

TABELA 4.34 – VOLUMES DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Área de cap.	Coef. de descarte	$V_{\text{desc./dia}}$	$V_{\text{desc./mês}}$	Coef. de escoamento superficial	$V_{\text{arm.esc}}$	Precipitação média do mês (*)	$V_{\text{arm./mês}}$
m^2	mm/m^2	m^3	m^3	m	m^3	mm	m^3
121,50	1,5	0,18	5,4	0,0205	2,49	65,30	7,93

NOTA: (*) precipitação do mês mais crítico, para o município de Curitiba, segundo tabela 3.4 item 3.4.3.2.2

O reservatório de armazenamento deve apresentar, segundo os valores apresentados na tabela 4.34, o volume igual ao volume de armazenamento segundo o escoamento superficial regional, ou seja, $2,50 \text{ m}^3$ e o volume do tanque de descarte, quando da ocorrência de cada chuva, será de 180 litros.

Quanto à demanda, foi estimado por meio dos indicadores de consumo apresentados no gráfico 3.4 do item 3.2.2, o volume de 602,73 L/dia, o que resulta em um consumo mensal de $18,10 \text{ m}^3$. A partir deste dado, conclui-se que o volume de armazenamento mensal, apresentado na tabela 4.35, não supre a necessidade da água, para as atividades de lavagem de garagens e pisos e a rega de jardim, havendo, portanto, a necessidade do suporte de água potável.

Salienta-se a necessidade de aguardar um período de 40 minutos após a aplicação do cloro, para que o mesmo atue sobre os agentes patogênicos presentes na água de chuva. É importante observar também que o volume não utilizado por um período de cinco dias deverá ser descartado.

A tabela 4.35 apresenta os valores de consumo da edificação em questão, com a limpeza de piso, garagem e a irrigação de jardim.

TABELA 4.35 – DEMANDA DA EDIFICAÇÃO

Local	Área	Consumo	Consumo Total
	m^2	m^3/dia	$\text{m}^3/\text{mês}$
Piso e Garagem	1835,00	0,60	18,10
Rega de Jardim	40,00		

A tabela 4.36 apresenta uma estimativa do quantitativo de materiais para o presente sistema.

TABELA 4.36 – QUANTITATIVO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Equipamento	Diâmetro mm	Quantidade
Reservatório 2,5 m³	-	1 un
Reservatório 180 L	-	1 un
Condutor horizontal (*)	100	12 m
Cloro	-	120 kg/mês

b. Avaliação quanto ao custo

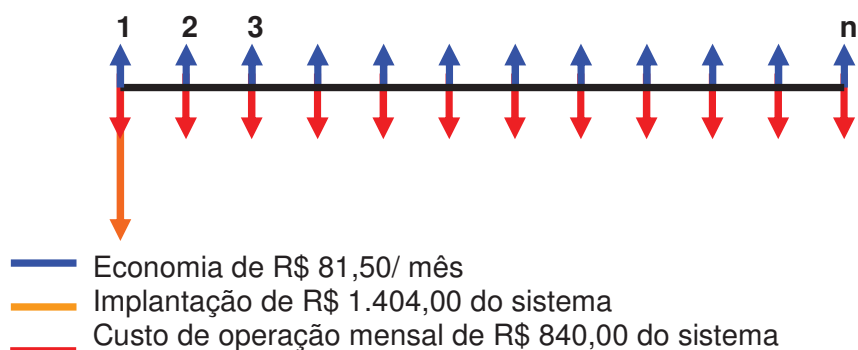
Avaliou-se o custo de implantação e operação das ações, estimando-se os custos de energia, equipamentos e sua instalação, obras civis, instalação de tubulações, perfurações em vigas e lajes, entre outros, além da avaliação do custo mensal de operação dos sistemas.

A tabela 4.37 apresenta os custos de implantação e operação da utilização de água pluvial para a limpeza de pisos, garagem e irrigação de jardim. A figura 4.26 apresenta o fluxo de caixa para esta ação, com relação à retirada para a implantação e a economia monetária gerada pela não utilização de água potável.

TABELA 4.37 – CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Custo	Valor (R\$)
Implantação	1.404,00
Operação mensal	840,00

FIGURA 4.26 – FLUXO DE CAIXA DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA



O resultado encontrado, para o período de retorno do investimento, é de aproximadamente vinte anos e sete meses, como pode ser observado na tabela 4.38.

TABELA 4.38 – TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Custo de Implantação (R\$)	Custo Anual de operação (R\$)	Taxa de juros anual (%)	Economia anual de água potável (R\$)	Período de retorno (meses)
1.404,00	10.080,00	12,13	977,99	247

c. Avaliação quanto ao risco microbiológico

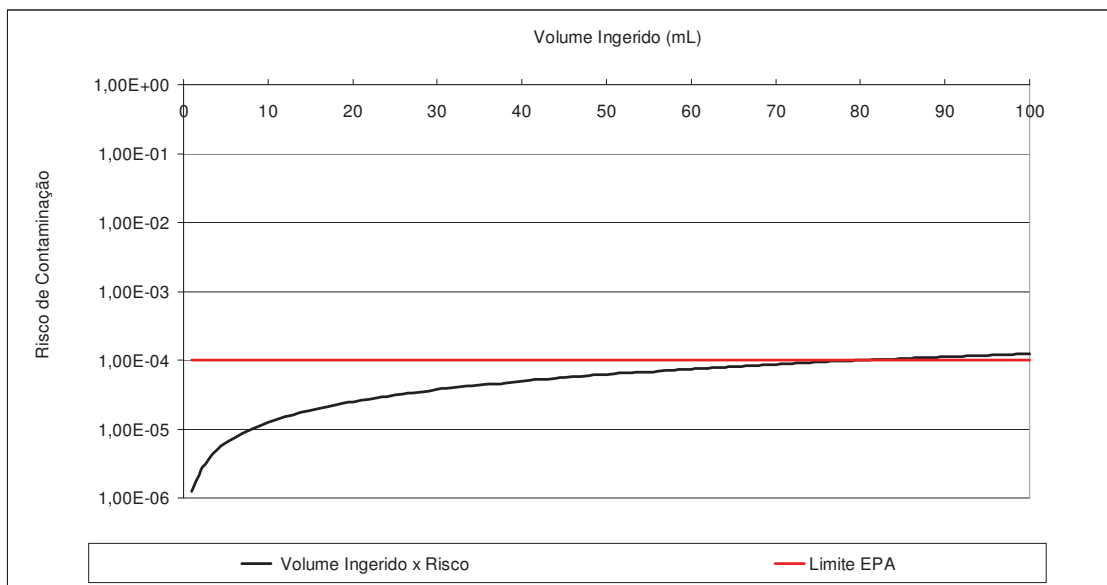
A avaliação quanto ao risco microbiológico da utilização da água de chuva foi realizada da mesma maneira efetuada para a utilização de águas cinzas em bacias sanitárias.

Para água de chuva foi adotado um valor para quantidade de ingestão anual de 100 vezes, onde o valor de concentração de coliformes fecais presentes, para o presente trabalho, será adotado igual a $3,21 \times 10^4$ ufc/100 mL (da tabela 3.5, do item 3.4.3.2.2, para água de chuva sem tratamento).

Este valor deverá ser diminuído para $3,21 \times 10^0$ ufc/100 mL após a aplicação do cloro, cuja eficiência de desinfecção de efluentes sanitários considerada, será a mesma referente à utilização de água cinza.

O gráfico 4.2 apresenta a análise de risco realizada para água de chuva com o descarte da chuva inicial e aplicação de cloro no tanque de armazenamento, relativo à tabela “Avaliação de risco microbiológico da água pluvial com tratamento”, a qual se encontra no anexo 03. Pode-se observar que o risco de contaminação, se comparado com o limite estabelecido pela EPA, inicia-se a partir da ingestão de 81 mL de água de chuva.

GRÁFICO 4.2 – RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA DE CHUVA COM TRATAMENTO



Observa-se pelo gráfico 4.2 a existência de segurança, quanto ao risco de contaminação microbológica, até o valor de 81 mL por ingestão, para a quantidade de coliformes presentes especificada e para um número de ingestões anuais de 100 vezes.

Apesar da análise realizada, não existem garantias de que estes limites sejam fixos, então haveria a necessidade de se pesquisar a quantidade de casos de ingestão de água de chuva por indivíduos, estimar as probabilidades do não funcionamento adequado da desinfecção por cloro e avaliar outras formas de contaminação que não somente a *Eschechia coli*, no intuito de se determinar um risco mais condizente com a realidade.

Por tais motivos, e levando em consideração que a qualidade da água de chuva é superior a água cinza, admitiu-se que a água de chuva utilizada em lavagens de pisos e rega de jardim tem um grau de risco bom para sua utilização. Deste modo, o grau de risco foi admitido igual a 1.

d. Avaliação quanto ao benefício gerado

d.1. Redução no Consumo per capita

A tabela 4.39 apresenta os valores de redução do consumo per capita da edificação com a adoção da ação.

TABELA 4.39 – REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA LAVAGEM DE PISOS, GARAGENS E REGA DE JARDIM

Consumo	
per capita sem utilização de água de chuva em lavagem de pisos, garagens e rega de jardim (L/hab.dia)	228,31
per capita com utilização de água de chuva em lavagem de pisos, garagens e rega de jardim (L/hab.dia)	223,74
Economia (L/hab.dia)	4,57
Porcentagem de economia (%)	2,00

A redução no consumo per capita da edificação não foi significativa, como pode ser observado tanto pelo valor de 4,57 L/hab.dia quanto pelo valor de 2% de economia.

d.2. Impacto gerado no sistema de abastecimento público de água

A tabela 4.40 apresenta os valores encontrados para a economia no sistema de abastecimento público de água da RMC, assim como uma estimativa da população que poderá ser atendida no caso da utilização de água de chuva na lavagem de pisos, garagens e rega de jardim.

TABELA 4.40 – IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA LAVAGEM DE PISOS, GARAGENS E REGA DE JARDIM

Ação de economia	per capita (L/hab.dia)	População (hab.)	Demanda (L/s)	Economia (L/s)	População atendida pela economia (hab.)
Com utilização de água de chuva	171,50	2.342.510	6974,66	142,34	47.806

Apesar da economia no consumo per capita não ter sido significativa, observa-se pelo valor de 142,34 L/s, o qual representa a possibilidade de atendimento a uma população de 47.806 habitantes, ou seja, uma grande quantidade de municípios da região metropolitana de Curitiba (ver anexo 04).

d.3. Alcance do atual sistema de abastecimento público de água

O alcance do atual sistema de abastecimento público, com a utilização de água de chuva na lavagem de pisos, garagens e rega de jardim, resultou nos valores apresentados na tabela 4.41. Conforme já observado, para o atual sistema de abastecimento, a capacidade de atendimento é até o ano 2013 e com a utilização de água de chuva na lavagem de pisos, garagens e rega de jardim, o aumento no alcance de abastecimento foi de apenas um ano. Porém cabe salientar que, como visto no item anterior, haverá uma economia no sistema, apesar de pequena, que poderia gerar o abastecimento de 47.806 moradores da RMC.

TABELA 4.41 – ALCANCE DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA, SEM E COM A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA LAVAGEM DE PISOS, GARAGENS E REGA DE JARDIM

Ano	População	Consumo sem adoção de medidas (L/s)	Consumo com utilização de água de chuva (L/s)
2004	2.342.510	7117,00	6974,66
2005	2.414.835	7336,74	7190,00
2006	2.489.393	7563,26	7411,99
2007	2.566.253	7796,77	7640,84
2008	2.645.486	8037,50	7876,75
2009	2.727.165	8285,66	8119,95
2010	2.811.366	8541,48	8370,65
2011	2.898.167	8805,20	8629,09
2012	2.987.648	9077,06	8895,52
2013	3.079.892	9357,31	9170,16
2014	3.174.984	9646,22	9453,29

d.4. Porcentagem utilizada

Da mesma maneira que a utilização de águas cinzas em bacias sanitárias, para a utilização de água de chuva na lavagem de pisos, garagens e rega de jardim,

a oferta é menor que a demanda, portanto havendo a necessidade do suporte da água potável. Conclui-se, desta maneira que, o insumo ofertado será utilizado em sua totalidade, ou seja, 100%.

4.2.6 Aplicação do Sistema de Apoio à Decisão: método ELECTRE III

A partir dos dados encontrados na caracterização das ações de economia, foi realizada a análise multicritério, aplicando-se o método ELECTRE III descrito no item 3.5.1.5.

Conforme citado anteriormente, os critérios para a hierarquização das ações de economia foram o custo de implantação e operação (C.I.O.), período de retorno do investimento (P.R.), risco de contaminação microbiológica (R.C.), redução no consumo per capita da edificação (R.Pc.), porcentagem utilizada (P.U.), avaliação do impacto (economia de água) gerado no sistema de abastecimento público de água (I.S.A.P.) e alcance do atual sistema de abastecimento público de água (A.S.A.P.). As ações a serem avaliadas foram a utilização de aparelhos economizadores de água (Ap.Ec.), a medição individualizada (Med.Ind.), a utilização de água cinza em bacias sanitárias (A.C.) e a utilização de água de chuva na lavagem de pisos, garagens e rega de jardim (A.Ch.). A tabela 4.42 apresenta o resumo dos valores encontrados, no item 4.2.5, para cada ação, com relação a cada critério. Tal tabela representa a matriz de avaliação do método ELECTRE III.

TABELA 4.42 – RESUMO DOS VALORES DE CADA CRITÉRIO PARA CADA AÇÃO AVALIADA

Ação	Critério						
	C.I.O. (R\$)	P.R. (meses)	R.C.	R.Pc. (%)	P.U. (%)	I.S.A.P. (L/s)	A.S.A.P. (anos)
Ap.Ec.	5.158,00	9	0	15,09	100	1.074,02	5
Med.Ind.	128.842,00	92	0	22,50	100	1.601,33	9
A.C.	69.670,00	59	2	31,50	100	2.241,86	13
A.Ch.	18.044,00	247	1	2,00	100	142,34	1

4.2.6.1 Definição dos pesos dos critérios

Definidas as ações e os critérios de avaliação, foram determinados os pesos de cada critério, na avaliação das ações. Para a presente pesquisa foi realizada

uma adaptação do método de Simos apresentado no item 3.5.1.4, no intuito de se utilizar a correspondência eletrônica para se obter o maior número possível de entrevistados.

A adaptação consistiu na criação de uma planilha eletrônica na qual o entrevistado deveria colocar a ordem dos critérios segundo sua opinião, bem como o número de cartões brancos entre cada critério. Foram enviadas instruções para o preenchimento da planilha (ver anexo 04).

A partir das respostas obtidas aplicou-se o cálculo tradicional de Simos, para a obtenção dos pesos, para cada entrevistado. Primeiramente foi ordenada a classificação do entrevistado do critério com menor peso ao critério com maior peso, e depois colocou-se o número de cartões brancos especificados pelo entrevistado entre os critérios. Em seguida, foi determinado o número de cartões utilizados em cada classificação. Então, por exemplo, se o entrevistado colocou que o critério de risco de contaminação microbiológico e redução no consumo per capita são os que tem menor peso e são iguais, a classificação dos dois é a primeira e o número de cartões utilizados nesta classificação foi dois. Após a determinação do número de cartões por classificação, foi determinada a posição de classificação, no exemplo, os dois cartões ocupam a primeira e a segunda posição, sendo que, os cartões brancos também ocupam posições.

Determinados os números de cartões da classificação e a posição de cada classificação, encontrou-se a relação entre a posição e o número de cartões respectivos da classificação, somente para as classificações que continham critérios, ou seja, excluiu-se a classificação dos cartões brancos. Esta relação é denominada “pesos não normalizados”. Em seguida foram determinados os chamados “pesos normalizados”, os quais são resultados da relação entre os pesos não normalizados e a soma das posições das classificações dos critérios, multiplicados por 100 para se obter em porcentagem, também excluindo-se as posições dos cartões brancos.

Os pesos normalizados expressam os pesos de cada critério, ou seja, no exemplo apresentado acima, o risco de contaminação microbiológica e a redução do consumo per capita, terão o mesmo valor encontrado para o peso normalizado. Para

se obter uma soma total de pesos normalizados igual a 100%, deve-se multiplicar o número de cartões pelo peso normalizado respectivo à cada classificação.

A título de exemplo, apresenta-se a seguir a tabela 4.43 de cálculo dos pesos encontrados para um entrevistado.

TABELA 4.43 – PLANILHA DO CÁLCULO DOS PESOS

	Classificação	Número de cartões	Posição	Pesos não normalizados	Pesos Normalizados	Total (%)
1	P.U.	1	1	1,00	1,32	1,32
2	Cartões Brancos	3	(2,3,4)	----		
3	R.C.	1	5	5,00	6,58	6,58
4	Cartões Brancos	4	(6,7,8,9)	----		
5	I.S.A.P./P.R./C.I.O.	3	10,11,12	11,00	14,47	43,42
6	Cartões Brancos	5	(13,14,15,16,17)	----		
7	R.Pc./A.S.A.P.	2	18,19	18,50	24,34	48,68
TOTAIS		-	76	-	-	100,00

NOTA: O parênteses nos números de posições dos cartões brancos indicam que as mesmas não entram nos cálculos dos pesos.

O número de pessoas para as quais foram enviadas as planilhas de preenchimento do jogo de cartas foi de 42 profissionais, de diversas áreas. Apenas doze profissionais retornaram a correspondência eletrônica enviada, assumindo estes e o autor, então, como os agentes decisores do presente estudo de caso. Salienta-se que, de maneira alguma o tamanho da amostra é representativa da população total, mas como o objetivo é demonstrar um método de determinação de pesos, o tamanho da amostra é suficiente para o presente trabalho.

A partir das respostas enviadas, determinou-se a média dos pesos, para cada critério a ser avaliado, apresentadas na tabela 4.44, assim como a dispersão apresentada no gráfico 4.3.

TABELA 4.44 – PESOS MÉDIOS DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Critério	Pesos Mín. (%)	Pesos Máx. (%)	Pesos Médios (%)	Desvio Padrão (%)
Porcentagem Utilizada	1,00	16,00	7,00	5,00
Custo de implantação e operação	1,00	38,00	11,00	11,00
Alcance do Abastecimento	1,00	34,00	12,00	9,00
Período de retorno	1,00	24,00	12,00	7,00
Risco Microbiológico	6,00	25,00	17,00	7,00
Impacto no sistema	1,00	32,00	18,00	10,00
Redução do consumo per capita	11,00	35,00	23,00	7,00

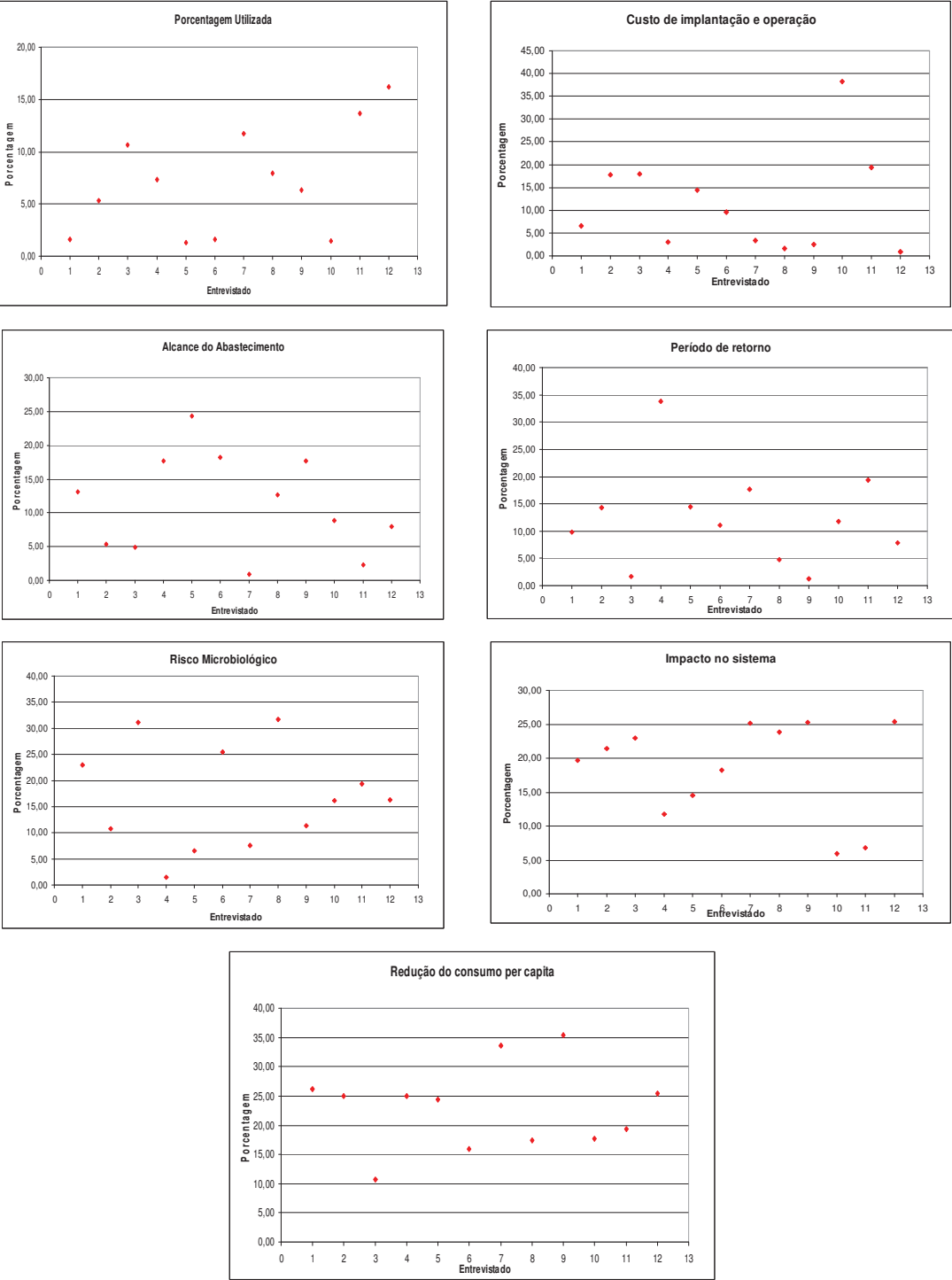
O quadro 4.4 apresenta a caracterização e quantificação dos profissionais que responderam a planilha. As médias e os desvios padrões apresentados foram arredondados, no intuito de se facilitar os cálculos, à serem realizados.

QUADRO 4.4 – CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS ENTREVISTADOS NA DETERMINAÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Profissão	Quantidade
Administrador	1
Arquiteto	2
Engenheiro Ambiental	1
Engenheiro Civil	5
Estudante universitário	1
Geólogo	1
Químico	1

Observa-se pelos gráficos de dispersão que a opinião dos entrevistados é dispersa. Porém, apesar deste fato, constatou-se, pelos valores médios apresentados, que a necessidade de ações de economia de água é a prioridade para os entrevistados, haja vista que os critérios de maior importância são a redução do consumo per capita e o impacto gerado no sistema de abastecimento público, superando inclusive o risco de contaminação microbiológica. O custo de implantação e operação e a porcentagem utilizada resultaram como critérios de menor importância, o que corrobora a visão ambientalista e não apenas econômica dos entrevistados.

GRÁFICO 4.3 – GRÁFICOS DE DISPERSÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS



4.2.6.2 Definição dos limiares de preferência (p), indiferença (q) e veto (v)

Segundo ROY et al. (1986), a escolha dos limiares p, q e v é subjetiva, porém esta subjetividade deve ser baseada em fatos mais próximos da realidade, e a robustez da análise realizada, segundo os limiares escolhidos, deve ser testada.

Em vista disso, o autor do presente trabalho, seguindo a afirmação anterior, determinou os limiares para a presente análise, referentes aos critérios avaliados, da seguinte maneira:

a. Custo de implantação e operação

Determinou-se que seria indiferente um valor de custo de operação e implantação que representasse um acréscimo na parcela do condomínio, referente ao custo com a água fornecida de 25% durante um período de 12 meses. Portanto este foi adotado como o valor do limiar de indiferença q. Para o limiar de preferência p e para o limiar de veto v, adotou-se o mesmo raciocínio, porém para valores de acréscimo na parcela, iguais a 50% e 100%, respectivamente. A tabela 4.45 apresenta os valores encontrados.

TABELA 4.45 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO

Limite	Valor Anual (R\$)
q	51.840,00
p	69.120,00
v	103.680,00

b. Período de retorno

Para o período de retorno, determinou-se que um período de três meses não seria um limitante para a escolha entre uma ação ou outra, portanto este é o limiar de indiferença q. Da mesma maneira, um período de retorno de seis meses, já representa uma relativa vantagem na comparação entre duas ações, portanto este é o limiar de preferência p. E quanto ao limiar de veto, o valor adotado foi de sessenta meses, o que representa cinco anos. Estes valores estão sumarizados na tabela 4.46 a seguir.

TABELA 4.46 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O PERÍODO DE RETORNO

Limite	Valor (meses)
q	3
p	6
v	60

c. Risco de contaminação microbiológica

Para o risco de contaminação microbiológica, adotou-se um limiar de indiferença igual a 1, ou seja, até o valor 1 existe uma indiferença entre a escolha de uma ação sobre a outra, haja visto que o risco de contaminação é mínimo ou inexistente. Para o limiar preferência utilizou-se o valor igual a 2, pois a partir deste limite já existe um risco maior de contaminação e finalmente, para o limiar de veto, optou-se pela utilização do valor igual a 3, onde a partir deste valor o risco de contaminação microbiológica é inaceitável. A tabela 4.47 apresenta o resumo dos limiares escolhidos.

TABELA 4.47 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O RISCO DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Limite	Valor (R\$)
q	1
p	2
v	3

d. Redução no consumo per capita

A redução do consumo per capita está diretamente ligada à redução do custo de água potável. Desta maneira, optou-se por adotar um valor de indiferença que representasse uma economia de custo em água potável igual a 10%, ou seja, até uma economia no custo da água potável igual a 10%, a escolha entre duas ações seria indiferente. Para o limiar de preferência adotou-se a porcentagem igual a 25% e um limiar de veto igual a 60%. Estes valores estão apresentados na tabela 4.48.

TABELA 4.48 – LIMIAIR DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA A REDUÇÃO NO CONSUMO PER CAPITA

Limite	Valor (%)
q	10
p	25
v	60

e. Porcentagem utilizada

Para a porcentagem utilizada foram determinados os limiares de indiferença, preferência e veto, apresentados na tabela 4.49. Determinou-se, que até um limite de 30%, seria indiferente a escolha entre uma ação e outra, um limite de 50% já apresentaria uma preferência de uma ação sobre a outra e acima de 70% a comparação já seria refutada.

TABELA 4.49 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA A PORCENTAGEM UTILIZADA

Limite	Valor (%)
q	30
p	50
v	70

f. Impacto no sistema de abastecimento público de água

O anexo 04 apresenta os dados de população, da RMC (IBGE, 2004), da quantidade de municípios com menos de 10.000 a 2.000.000 de habitantes. Em vista disso, avaliou-se a quantidade de municípios atendidos, devido à economia gerada pelas ações, para se determinar os limiares de indiferença, preferência e veto, os quais são apresentados na tabela 4.50 e mantendo-se um per capita médio de 175 L/hab.dia.

TABELA 4.50 – LIMIARES DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O IMPACTO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA

Limite	Valor (L/s)	Municípios abastecidos
q	865	16
p	1341	18
v	4069	22

g. Alcance do sistema de abastecimento público de água

Quanto ao alcance do abastecimento público de água, determinou-se que um acréscimo de um ano, no atual sistema, seria o mínimo necessário para a tomada de ações que visem o atendimento de uma possível demanda excedente, com isso, até o limite mínimo de um ano, a escolha entre duas ações de uso racional da água seria indiferente. Para o limiar de preferência optou-se pelo período de cinco anos, o qual entende-se como o mínimo necessário para a implementação de obras de ampliação do sistema e para o limiar de veto adotou-se dez anos (ver tabela 4.51).

TABELA 4.51 – LIMIAR DE INDIFERENÇA (q), PREFERÊNCIA (p) E VETO (v) PARA O ALCANCE NO SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Limite	Valor (anos)
q	1
p	5
v	10

A tabela 4.52 apresenta a matriz de avaliação, utilizada pelo método ELECTRE III, reunindo os valores referentes a cada ação, para cada critério, os respectivos pesos, os limiares de indiferença, preferência e veto, para cada critério de avaliação.

TABELA 4.52 – MATRIZ DE AVALIAÇÃO, DO ELECTRE III, DAS AÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS

Ação	Critério						
	C.I.O. (R\$)	P.R. (meses)	R.C.	R.Pc. (%)	P.U. (%)	I.S.A.P. (L/s)	A.S.A.P. (anos)
Ap.Ec.	5.158,00	9	0	15,09	100	1.074,02	5
Med.Ind.	128.842,00	92	0	22,50	100	1.601,33	9
A.C.	69.670,00	59	2	31,50	100	2.241,86	13
A.Ch.	18.044,00	247	1	2,00	100	142,34	1
PESOS (%)	11	12	17	23	7	18	12
q	51.840,00	3	1	10	30	865	1
p	69.120,00	6	2	25	50	1.341	5
v	103.680,00	60	3	60	70	4.069	10

NOTA: (*) Critérios que devem ser minimizados

A partir da matriz de avaliação, a qual contém os dados necessários para a aplicação do método ELECTRE III de apoio à decisão, foi aplicada a metodologia descrita no item 3.5.1.5, para se obter a classificação final de implementação das ações de economia de água a serem implantadas na edificação.

4.2.6.3 Índice de concordância

Para a determinação dos índices de concordância entre cada par de ações avaliadas, deve-se encontrar primeiramente o índice de concordância para cada par de ações, referentes a cada critério de avaliação. As tabelas 4.53 a, b, c, d, e, f e g apresentam os resultados encontrados.

TABELA 4.53 – MATRIZ DE ÍNDICES DE CONCORDÂNCIA POR CRITÉRIO

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	1,00	1,00	1,00
Med.Ind.	0,00	-	0,58	0,00
A.C.	0,27	1,00	-	1,00
A.Ch.	1,00	1,00	1,00	-

a) Custo de Implantação e Operação

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	1,00	1,00	1,00
Med.Ind.	1,00	-	1,00	1,00
A.C.	0,00	0,00	-	1,00
A.Ch.	1,00	1,00	1,00	-

b) Período de Retorno

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	1,00	0,57	1,00
Med.Ind.	1,00	-	1,00	1,00
A.C.	1,00	1,00	-	1,00
A.Ch.	0,79	0,30	0,00	-

c) Risco de Contaminação Microbiológica

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	1,00	1,00	1,00
Med.Ind.	1,00	-	1,00	1,00
A.C.	1,00	1,00	-	1,00
A.Ch.	1,00	1,00	1,00	-

d) Redução do Consumo Per capita

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	1,00	0,36	1,00
Med.Ind.	1,00	-	1,00	1,00
A.C.	1,00	1,00	-	1,00
A.Ch.	0,86	0,00	0,00	-

e) porcentagem Utilizada

f) Impacto no Sistema de Abastecimento Público de Água

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ap.Ec.	-	0,25	0,00	1,00
Med.Ind.	1,00	-	0,25	1,00
A.C.	1,00	1,00	-	1,00
A.Ch.	0,25	0,00	0,00	-

g) Alcance do Sistema de Abastecimento Público de Água

Determinados os índices de concordância por critério, foi calculado o índice de concordância geral para cada par de ações avaliadas (ver tabela 4.54).

TABELA 4.54 – MATRIZ DE ÍNDICES DE CONCORDÂNCIA

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ap.Ec.	-	0,91	0,67	1,00
Med.Ind.	0,77	-	0,74	0,89
A.C.	0,63	0,83	-	1,00
A.Ch.	0,72	0,42	0,35	-

4.2.6.4 Índice de discordância

Segundo a metodologia do ELECTRE III, o índice de discordância, ao contrário do índice de concordância, deve ser calculado somente para cada critério de avaliação, ou seja, não existe um índice de discordância geral. As tabelas 4.55 a, b, c, d, e, f, e g apresentam os valores encontrados para cada par de ações avaliadas.

4.2.6.5 Matriz de credibilidade

Calculados os índices de concordância e discordância determinou-se a credibilidade em que a afirmação de que cada ação, que estão representadas nas linhas da matriz, é preferível àquelas que se encontram nas colunas. O resultado é apresentado na tabela 4.56.

TABELA 4.55 – MATRIZ DE ÍNDICES DE DISCORDÂNCIA POR CRITÉRIO

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	0,00	0,00	0,00
Med.Ind.	1,00	-	0,00	1,00
A.C.	0,00	0,00	-	0,00
A.Ch.	0,00	0,00	0,00	-

a) Custo de Implantação e Operação

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	0,00	0,00	0,00
Med.Ind.	0,00	-	0,00	0,00
A.C.	0,00	0,00	-	0,00
A.Ch.	0,00	0,00	0,00	-

c) Risco de Contaminação Microbiológica

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	0,00	0,00	0,00
Med.Ind.	0,00	-	0,00	0,00
A.C.	0,00	0,00	-	0,00
A.Ch.	0,00	0,00	0,00	-

e) Porcentagem Utilizada

b) Período de Retorno

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	0,00	0,00	0,00
Med.Ind.	0,00	-	0,00	0,00
A.C.	0,00	0,00	-	0,00
A.Ch.	0,00	0,00	0,13	-

d) Redução do Consumo Per capita

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch
Ap.Ec.	-	0,00	0,00	0,00
Med.Ind.	0,00	-	0,00	0,00
A.C.	0,00	0,00	-	0,00
A.Ch.	0,00	0,04	0,28	-

f) Impacto no Sistema de Abastecimento Público de Água

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ap.Ec.	-	0,00	0,60	0,00
Med.Ind.	0,00	-	0,00	0,00
A.C.	0,00	0,00	-	0,00

g) Alcance do Sistema de Abastecimento Público de Água

TABELA 4.56 – MATRIZ DE CREDIBILIDADE

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ap.Ec.	-	0,91	0,67	1,00
Med.Ind.	0,00	-	0,74	0,00
A.C.	0,31	0,83	-	1,00
A.Ch.	0,00	0,00	0,00	-

4.2.6.6 Destilação descendente

A partir da matriz de credibilidade, realiza-se a destilação descendente, a qual será apresentada a seguir.

1ª Destilação

Fase 1

$$D_0 = A_0 = \{\text{Ap.Ec.}, \text{Med.Ind.}, \text{A.C.}, \text{A.Ch.}\}$$

$$\lambda_0 = 1,00$$

$$s(\lambda_0) = 0,30 - (0,15 \times 1,00) = 0,15$$

$$\lambda_0 - s(\lambda_0) = 0,85$$

$$\lambda_1 = 0,83$$

TABELA 4.57 – FASE 1 DA 1ª DESTILAÇÃO DESCENDENTE

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ações Sobreclassificadas	{A.Ch, Med.Ind.}		{A.Ch.}	
Sobreclassificação	2	0	1	0
Subclassificação	0	1	0	2
Qualificação	2	-1	1	-2

$$C_1 = D_1 = \{\text{Ap.Ec.}\}$$

$$A_1 = A_0 / C_1 = \{\text{Med.Ind.}, \text{A.C.}, \text{A.Ch.}\}$$

2ª Destilação

Fase 1

$$D_0 = A_1 = \{\text{Méd.Ind.}, \text{A.C.}, \text{A.Ch.}\}$$

$$\lambda_0 = 1,00$$

$$s(\lambda_0) = 0,30 - (0,15 \times 1,00) = 0,15$$

$$\lambda_0 - s(\lambda_0) = 0,85$$

$$\lambda_1 = 0,83$$

TABELA 4.58 – FASE 1 DA 2ª DESTILAÇÃO DESCENDENTE

	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ações Sobreclassificadas	{A.C.}		
Sobreclassificação	0	1	0
Subclassificação	0	0	1
Qualificação	0	1	-1

$$C_2 = D_1 = \{\text{A.C.}\}$$

$$A_2 = A_1 / C_2 = \{\text{Med.Ind.}, \text{A.Ch.}\}$$

3ª Destilação

Fase 1

$$D_0 = A_2 = \{\text{Med.Ind.}, \text{A.Ch.}\}$$

$$\lambda_0 = 0,00$$

$$s(\lambda_0) = 0,30 - (0,15 \times 0,00) = 0,30$$

$$\lambda_0 - s(\lambda_0) = 0,00$$

$$\lambda_1 = 0,00$$

TABELA 4.59 – FASE 1 DA 3ª DESTILAÇÃO DESCENDENTE

	Med.Ind.	A.Ch.
Ações Sobreclassificadas		
Sobreclassificação	0	0
Subclassificação	0	0
Qualificação	0	0

$$C_3 = D_1 = \{\text{Med.Ind.}, \text{A.Ch.}\}$$

$$A_3 = A_2 / C_3 = \phi$$

A tabela 4.60 e a figura 4.27 apresentam os resultados da destilação descendente.

TABELA 4.60 – RESULTADOS DA DESTILAÇÃO DESCENDENTE

Dest	Fase	λ_0	λ_1	A	D	C
1	1	1	0,83	{Ap.Ec., Med.Ind., A.C., A.Ch.}	{Ap.Ec.}	{Ap.Ec.}
2	1	1	0,83	{Med.Ind., A.C., A.Ch.}	{A.C.}	{A.C.}
3	1	0	0	{Med.Ind., A.Ch.}	{Med.Ind., A.Ch.}	{Med.Ind., A.Ch.}

O resultado da classificação descendente mostrou que a utilização de aparelhos economizadores de água seria a primeira ação a ser implementada, segundo os critérios de avaliação, seguida da utilização de água cinza em bacias sanitárias. Quanto à medição individualizada e a utilização de água de chuva para a lavagem de pisos, garagens e rega de jardim, não há preferência entre as mesmas.

FIGURA 4.27 – CLASSIFICAÇÃO DESCENDENTE



4.2.6.7 Destilação ascendente

A seguir serão apresentados os resultados encontrados a partir da destilação ascendente.

1ª Destilação

Fase 1

$$D_0 = A_0 = \{\text{Ap.Ec.}, \text{Med.Ind.}, \text{A.C.}, \text{A.Ch.}\}$$

$$\lambda_0 = 1,00$$

$$s(\lambda_0) = 0,30 - (0,15 \times 1,00) = 0,15$$

$$\lambda_0 - s(\lambda_0) = 0,85$$

$$\lambda_1 = 0,83$$

TABELA 4.61 – FASE 1 DA 1ª DESTILAÇÃO ASCENDENTE

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ações Sobreclassificadas	{A.Ch, Med.Ind.}		{A.Ch.}	
Sobreclassificação	2	0	1	0
Subclassificação	0	1	0	2
Qualificação	2	-1	1	-2

$$C_1=D_1= \{A.Ch.\}$$

$$A_1 = A_0/C_1 = \{Ap.Ec., Med.Ind., A.C.\}$$

2ª Destilação

Fase 1

$$D_0 = A_1 = \{Ap.Ec., Med.Ind., A.C.\}$$

$$\lambda_0 = 0,91$$

$$s(\lambda_0) = 0,30 - (0,15 \times 0,91) = 0,16$$

$$\lambda_0 - s(\lambda_0) = 0,75$$

$$\lambda_1 = 0,74$$

TABELA 4.62 – FASE 1 DA 2ª DESTILAÇÃO ASCENDENTE

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.
Ações Sobreclassificadas (Med.Ind.)			
Sobreclassificação	1	0	0
Subclassificação	0	1	0
Qualificação	1	-1	0

$$C_2=D_1= \{Med.Ind.\}$$

$$A_2 = A_1/C_2 = \{Ap.Ec., A.C.\}$$

3ª Destilação

Fase 1

$$D_0 = A_2 = \{Ap.Ec., A.C.\}$$

$$\lambda_0 = 0,67$$

$$s(\lambda_0) = 0,30 - (0,15 \times 0,00) = 0,20$$

$$\lambda_0 - s(\lambda_0) = 0,47$$

$$\lambda_1 = 0,31$$

TABELA 4.63 – FASE 1 DA 3ª DESTILAÇÃO ASCENDENTE

	Ap.Ec.	A.C.
Ações Sobreclassificadas		
Sobreclassificação	1	0
Subclassificação	0	1
Qualificação	1	-1

$$C_3=D_1=\{A.C.\}$$

$$A_3 = A_2/C_3 = \{Ap.Ec.\}$$

4ª Destilação

Fase 1

$$D_0 = A_3 = \{Ap.Ec.\}$$

$$\lambda_0 = 0,31$$

$$s(\lambda_0) = 0,30 - (0,15 \times 0,31) = 0,25$$

$$\lambda_0 - s(\lambda_0) = 0,06$$

$$\lambda_1 = 0,00$$

$$C_4=D_1=\{Ap.Ec.\}$$

$$A_4 = A_3/C_4 = \phi$$

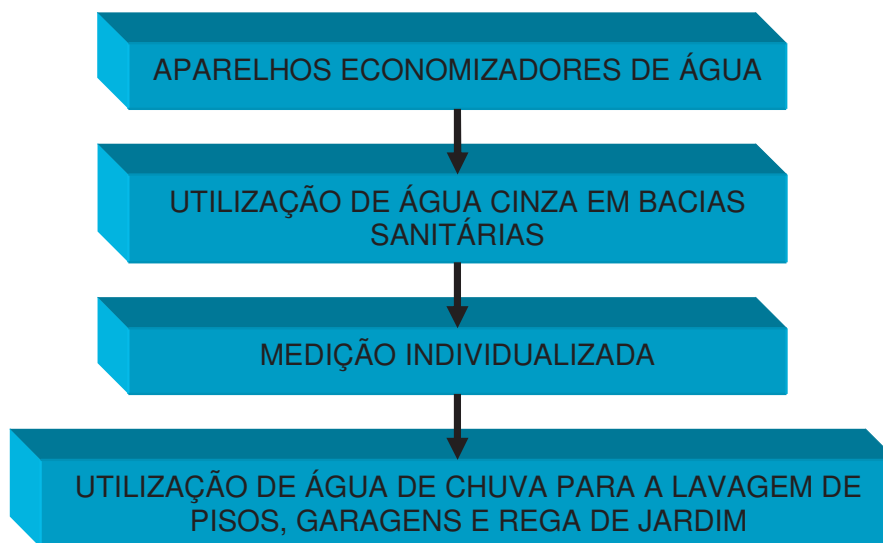
A tabela 4.64 e a figura 4.28 apresentam os resultados da destilação ascendente.

TABELA 4.64 – RESULTADOS DA DESTILAÇÃO ASCENDENTE

Dest	Fase	λ_0	λ_1	A	D	C
1	1	1	0,83	{Ap.Ec., Med.Ind., A.C.}	{A.Ch.}	{A.Ch.}
2	1	0,9	0,74	{Ap.Ec., Med.Ind., A.C.}	{Med.Ind.}	{Med.Ind.}
3	1	0,7	0,31	{Ap.Ec., A.C.}	{A.C.}	{A.C.}
4	1	0,3	0,00	{Ap.Ec.}	{Ap.Ec.}	{Ap.Ec.}

A classificação ascendente mostrou que a utilização de aparelhos economizadores de água seria a primeira ação a ser implementada, segundo os critérios de avaliação, seguida da utilização de água cinza em bacias sanitárias. Diferentemente da classificação descendente, a medição individualizada foi preferível à utilização de água de chuva para a lavagem de pisos, garagens e rega de jardim, após as duas anteriores.

FIGURA 4.28 – CLASSIFICAÇÃO ASCENDENTE



4.2.6.8 Análise de robustez

A análise de robustez foi realizada variando-se os parâmetros de peso, indiferença, preferência e veto, verificando desta maneira se houveram variações significativas na classificação final. Devido à quantidade de variações necessárias, utilizou-se o programa computacional Anamulticrit Versão 1.0 (SOARES e SPÍNDOLA, 1999), para encontrar as diversas classificações.

a. Pesos

Primeiramente variou-se os pesos entre os valores máximos e mínimos encontrados para cada critério, os quais estão apresentados na tabela 4.44. A tabela 4.65 apresenta as classificações encontradas para a variação dos pesos de cada critério.

Observa-se pela tabela que, para todos os critérios variando entre os valores máximos e mínimos dos pesos determinados, não houve mudanças na ordenação final das ações, a exceção do peso mínimo encontrado para o R.C. Para este critério houve uma pequena variação, onde os Ap.Ec e a A.C. ficam em primeiro lugar, porém sem uma diferença significativa entre elas e a Med.Ind. e a A.Ch. ficam em segundo lugar, também sem uma diferença significativa entre elas. Esse fato é decorrente da diminuição da importância do critério R.C. na avaliação.

TABELA 4.65 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DOS PESOS NA FAIXA DE MÍNIMOS E MÁXIMOS PESOS ENCONTRADOS

Critério	Peso original (%)	Peso mín. (%)	Peso máx. (%)	Classificação			
				1º	2º	3º	4º
C.I.O	11	1	-	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
			38	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.R.	12	1	-	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
			24	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
R.C.	17	6	-	Ap.Ec.	Med.ind.		
				A.C.	A.Ch.		
			25	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
R.Pc.	23	11	-	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
			35	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.U.	7	1	-	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
			16	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
I.S.A.P.	18	1	-	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
			32	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
A.S.A.P.	12	1	-	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
			34	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.

Foram realizadas outras variações de pesos, para determinar quando ocorreriam mudanças na classificação final das ações. Adotou-se um valor mínimo e máximo de variação de peso, igual a 1 e 90 respectivamente. Os resultados e respectivas ordenações encontram-se na tabela 4.66.

TABELA 4.66 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DOS PESOS ENTRE OS VALORES 1 E 90 (continua)

Critério	Peso original (%)	Limite de variação (%)	Classificação (*)			
			1º	2º	3º	4º
C.I.O	11	1	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		44	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	-
					A.Ch.	
		90	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	-
P.R.	12				A.Ch.	
		1	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		26	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	-
					A.Ch.	
		90	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	-
					A.Ch.	

TABELA 4.66 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DOS PESOS ENTRE OS VALORES 1 E 90 (conclusão)

Critério	Peso original (%)	Limite de variação (%)	Classificação (*)			
			1º	2º	3º	4º
R.C.	17	1	Ap.Ec. A.C.	Med.ind. A.Ch.	-	-
		7	Ap.Ec. A.C.	Med.ind. A.Ch.	-	-
		10	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind. A.Ch.	-
		11	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		50	Ap.Ec.	(A.C.) (Med.Ind.)	A.Ch.	-
		89	Ap.Ec.	Med.ind.	A.C.	A.Ch.
		90	Ap.Ec.	Med.ind.	A.C.	A.Ch.
R.Pc.	23	1	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		90	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.U.	7	1	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		90	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
I.S.A.P.	18	1	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		90	(Ap.Ec.) (A.C.)	Med.ind.	A.Ch.	-
A.S.A.P.	12	1	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		25	Ap.Ec. A.C	Med.ind.	A.Ch.	
		27	A.C.	Ap.Ec.	Med.ind.	A.Ch.
		90	A.C.	Ap.Ec.	Med.ind.	A.Ch.

NOTA: (*) – Os parênteses das ações indicam que as mesmas são incomparáveis entre si.

b. Limiar de Indiferença (q)

Os limiares de indiferença foram variados de zero até o valor do limiar de preferência (p). Os resultados encontrados estão apresentados na tabela 4.67.

Observa-se, pela tabela 4.67, que não houve alteração na classificação final das ações com a variação dos limiares de indiferença, a exceção da variação do critério R.C., quando o limiar de indiferença assume o valor do limiar de preferência. A alteração ocorrida é justamente entre as alternativas que possuem risco de contaminação microbiológica e as que não possuem, (Ap.Ec/A.C. e Med.Ind./A.Ch., respectivamente) A tabela 4.68 apresenta a matriz de credibilidade encontrada para esta avaliação.

TABELA 4.67 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DE q ENTRE OS VALORES 0 E p

Critério	q original	q variado	Classificação			
			1º	2º	3º	4º
C.I.O.	51840	0	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		69120	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.R.	3	0	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		6	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
R.C.	1	0	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		2	Ap.Ec. A.C.	Med.ind. A.Ch.		
R.Pc.	10	0	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		25	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.U	30	0	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		50	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
I.S.A.P.	865	0	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		1341	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
A.S.A.P	1	0	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		5	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.

TABELA 4.68 – MATRIZ DE CREDIBILIDADE PARA O R.C. COM q IGUAL A 2

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ap.Ec.	-	0,91	0,67	1
Med.Ind.	0	-	0,74	0
A.C.	0,74	1	-	1
A.Ch.	0	0	0	-

c. Limiar de preferência (p)

Os limiares de preferência foram variados a partir do valor do limiar de indiferença (q) até o valor do limiar de veto (v). Os resultados encontrados estão apresentados na tabela 4.69 a seguir.

TABELA 4.69 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DE p ENTRE OS VALORES q E v
(continua)

Critério	p original	p variado	Classificação			
			1º	2º	3º	4º
C.I.O	69120	51840	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		103680	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.R.	6	3	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		60	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
R.C.	2	1	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		3	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind. A.Ch.	

TABELA 4.69 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DE p ENTRE OS VALORES q E v (conclusão)

Critério	p original	p variado	Classificação			
			1º	2º	3º	4º
R.Pc.	25	10	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		60	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.U.	50	30	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		70	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
I.S.A.P.	1341	865	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		4069	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
A.S.A.P.	5	1	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		10	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.

Observa-se, pela tabela 4.69, que não houve alteração na classificação final das ações com a variação dos limiares de preferência, a exceção da variação do critério R.C., quando o limiar de preferência assume o valor do limiar de veto. A variação ocorre apenas com relação a Med. Ind. e A.Ch., onde a escolha entre as duas passa a ser indiferente. A tabela 4.70 apresenta os valores encontrados para esta nova avaliação.

TABELA 4.70 – MATRIZ DE CREDIBILIDADE PARA O R.C. COM p IGUAL A 3

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ap.Ec.	-	0,91	0,67	1
Med.Ind.	0	-	0,74	0
A.C.	0,46	0,91	-	1
A.Ch.	0	0	0	-

d. Limiar de veto (v)

Os limiares de veto foram variados a partir do valor do limiar de preferência (p) até 100% a mais do valor do limiar de veto (v) adotado originalmente. Os resultados encontrados estão apresentados na tabela 4.71 a seguir.

Para o limiar de veto, observou-se alterações na classificação, referente à modificação do limiar de veto para a ação A.S.A.P., em uma faixa de 5 a 8. A tabela 4.72 apresenta a matriz de credibilidade encontrada na classificação, onde o limiar de veto assume o valor igual a 5.

TABELA 4.71 – RESULTADOS DA VARIAÇÃO DE v ENTRE OS VALORES p E $100\% v$

Critério	v original	v variado	Classificação			
			1º	2º	3º	4º
C.I.O	103680	69120	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		207360	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.R.	60	6	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		120	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
R.C.	3	2	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		6	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
R.Pc.	60	25	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		120	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
P.U.	70	50	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		140	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
I.S.A.P.	4069	1341	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		8138	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
A.S.A.P.	10	5	(Ap.Ec.) (A.C.)	Med.ind.	A.Ch.	
		8	(Ap.Ec.) (A.C.)	Med.ind.	A.Ch.	
		9	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.
		20	Ap.Ec.	A.C.	Med.ind.	A.Ch.

NOTA: (*) – Os parênteses das ações indicam que as mesmas são incomparáveis entre si.

TABELA 4.72 – MATRIZ DE CREDIBILIDADE PARA O R.C. COM v IGUAL A 5

	Ap.Ec.	Med.Ind.	A.C.	A.Ch.
Ap.Ec.	-	0,91	0	1
Med.Ind.	0	-	0,74	0
A.C.	0,31	0,83	-	1
A.Ch.	0	0	0	-

5 DISCUSSÃO

5.1 SOBRE OS RESULTADOS DA HIERARQUIZAÇÃO NO ESTUDO DE CASO

Como foi apresentado na revisão bibliográfica, o método ELECTRE III faz a classificação final das ações a partir das duas destilações, a descendente e a ascendente. Essa classificação é realizada através das três regras apresentadas ao final do item 3.5.1.5.

Para a edificação em estudo, a classificação final foi realizada da seguinte maneira:

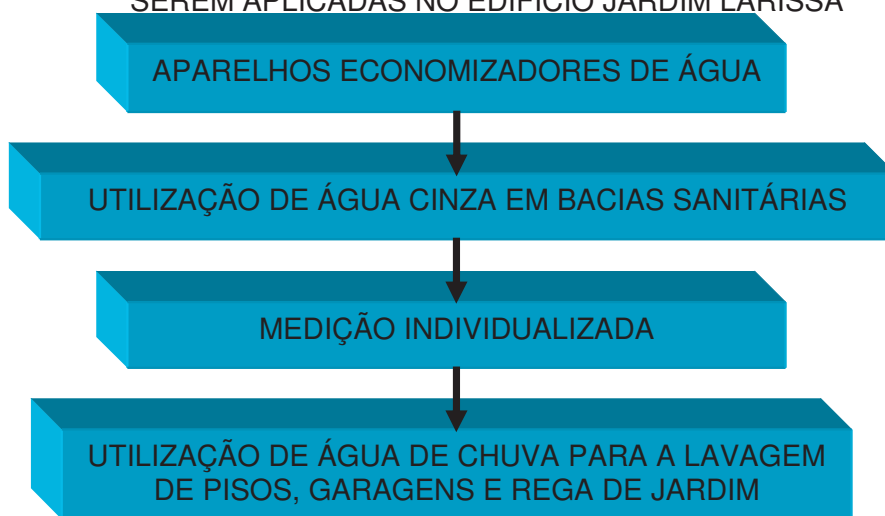
- A ação de utilização de aparelhos economizadores de água foi ordenada em primeiro lugar nas duas pré-classificações, a descendente e a ascendente. Portanto, na classificação final, ela deveria ser a primeira ação a ser implementada;
- A utilização de água cinza em bacias sanitárias foi ordenada em segundo lugar, nas duas pré-classificações. Deste modo, a ação deveria ser a segunda a ser implementada;
- As ações de medição individualizada e utilização de água de chuva para a lavagem de pisos, garagens e rega de jardim foram indiferentes na classificação descendente, porém, na classificação ascendente, a medição individualizada superou a utilização de água de chuva para a lavagem de pisos, garagens e rega de jardim. Portanto, na classificação final, a medição individualizada e a utilização de água de chuva apresentaram-se, respectivamente, em terceiro e quarto lugar para implantação.

A figura 5.1 apresenta a classificação final das ações de economia da água a serem aplicadas no edifício Jardim Larissa.

Pode-se observar, através da matriz de credibilidade (ver tabela 4.56), que a ação de utilização de aparelhos economizadores de água realmente supera as demais ações, ou seja, existe maior credibilidade na afirmação de que

Ap.Ec.**S**Med.Ind., cujo valor de credibilidade é 0,91, enquanto que a afirmação contrária, de que Med.Ind. **S** Ap.Ec. tem uma credibilidade nula. O mesmo ocorre para A.C. e A.Ch., onde as afirmações Ap.Ec. **S** A.C. e Ap.Ec. **S** A.Ch. possuem valores de credibilidade iguais a 0,67 e 1,00, respectivamente.

FIGURA 5.1 – CLASSIFICAÇÃO FINAL DAS AÇÕES DE ECONOMIA DE ÁGUA A SEREM APLICADAS NO EDIFÍCIO JARDIM LARISSA



A ação de utilização de água cinza em bacias sanitárias é superada pela utilização de aparelhos economizadores da água, pois a credibilidade na afirmação de que a A.C. **S** Ap.Ec. tem um valor igual a 0,31, menor do que a afirmação contrária, como apresentado anteriormente.

Além disso, observando as matrizes de concordância para cada critério (ver tabela 4.53) e as matrizes de discordância por critério (ver tabela 4.55), nota-se que a afirmação de que Ap.Ec. **S** A.C. obteve melhores valores índice de concordância para os critérios C.I.O, P.R. e R.C. e um índice de discordância nulo para quase todos os critérios, a exceção do critério A.S.A.P., o qual apresentou uma discordância na afirmação de 0,60 (ver tabela 5.1). Já para a afirmação contrária onde A.C. **S** Ap.Ec. observa-se índices menores de concordância no conjunto dos critérios C.I.O., P.R., R.C. e para os critérios R.Pc., P.U., I.S.A.P. e A.S.A.P. valores superiores. Para o índice de discordância, a exceção do critério P.R., obteve-se valores nulos (ver tabela 5.1).

TABELA 5.1 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES Ap.Ec. **S** A.C. e A.C. **S** Ap.Ec.

Critério	Peso do critério (%)	AFIRMAÇÃO			
		Ap.Ec. S A.C.		A.C. S Ap.Ec.	
		Índice de Concordância	Índice de Discordância	Índice de Concordância	Índice de Discordância
C.I.O.	11	1,00	0,00	0,27	0,00
P.R.	12	1,00	0,00	0,00	0,81
R.C.	17	1,00	0,00	0,00	0,00
R.Pc.	23	0,57	0,00	1,00	0,00
P.U.	7	1,00	0,00	1,00	0,00
I.S.A.P.	18	0,36	0,00	1,00	0,00
A.S.A.P.	12	0,00	0,60	1,00	0,00

Analisando a tabela 5.1 nota-se que, para o critério de maior peso (R.Pc.), o índice de concordância com a afirmação A.C. **S** Ap.Ec é maior do que com a afirmação Ap.Ec. **S** A.C., porém para a segunda afirmação existe uma preferência fraca de 0,57, ocorrendo o mesmo para o critério I.S.A.P., com um valor de 0,36.

Em vista do exposto conclui-se que os valores de índice de concordância de R.Pc. e para o critério I.S.A.P., da afirmação Ap.Ec. **S** A.C., e ainda, o valor de índice de discordância do critério P.R., da afirmação A.C. **S** Ap.Ec., foram os índices determinantes na sobreclassificação da ação Ap.Ec. sobre a ação A.C. Portanto, comparando o conjunto de valores de índices concordância e discordância, justifica-se a superioridade na afirmação Ap.Ec. **S** A.C. com relação à A.C. **S** Ap.Ec., pelos critérios redução de consumo per capita, impacto no sistema de abastecimento público e período de retorno.

Quanto à comparação com a medição individualizada, observa-se que a credibilidade em que A.C. **S** Med.Ind. é maior que Med.Ind. **S** A.C., cujos valores de credibilidade para cada afirmação são 0,83 e 0,74 respectivamente. Em complementação, da mesma maneira que a análise anterior, foi elaborada uma tabela resumo dos índices de concordância e discordância das afirmações A.C. **S** Med.Ind. e Med.Ind. **S** A.C. (ver tabela 5.2).

TABELA 5.2 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES A.C. **S** Med.Ind. e Med.Ind. **S** A.C.

Critério	Peso do critério (%)	AFIRMAÇÃO			
		A.C. S Med.Ind.		Med.Ind. S A.C.	
		Índice de Concordância	Índice de Discordância	Índice de Concordância	Índice de Discordância
C.I.O.	11	1,00	0,00	0,58	0,00
P.R.	12	1,00	0,00	0,00	0,50
R.C.	17	0,00	0,00	1,00	0,00
R.Pc.	23	1,00	0,00	1,00	0,00
P.U.	7	1,00	0,00	1,00	0,00
I.S.A.P.	18	1,00	0,00	1,00	0,00
A.S.A.P.	12	1,00	0,00	0,25	0,00

Observa-se, pela tabela 5.2, que existe uma concordância maior, para todos os valores dos índices de concordância, a exceção do R.C., com a afirmação A.C. **S** Med.Ind. Justifica-se desta maneira, que apesar da superação da Med.Ind. sobre a A.C. no critério R.C., para todos os demais critérios a escolha da ação A.C. é preferível à Med.Ind.

Com relação a A.Ch. e A.C., tem-se um valor de 1,00 para a afirmação de que A.C. **S** A.Ch., na matriz de credibilidade. Para os índices de concordância e discordância observou-se, através da tabela 5.3, que há uma concordância clara para todos os critérios na afirmação A.C. **S** A.Ch. Tal superação, apontada pelo método, justifica-se na observância da tabela 4.42 do item 4.2.6. Nessa, no comparativo entre A.C. e Med.Ind., destaca-se o fato que a primeira apresenta menores valores de C.I.O. e P.R. e maiores valores de R.Pc., I.S.A.P. e A.S.A.P. em relação à segunda. Portanto, para os valores de pesos dos critérios em questão, A.C. supera a Med.Ind. em quase todos os critérios, à exceção do R.C., a ponto de torná-la preferível e, dessa maneira, colocá-la em segundo lugar.

Cabe salientar que ocorrendo alterações significativas nos valores ou pesos dos critérios, pode haver alteração na hierarquia em questão, ou seja, a Med.Ind. superar A.C. A influência da variação dos pesos dos critérios sobre a hierarquização é avaliada na seqüência.

TABELA 5.3 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES A.C. S A.Ch. e A.Ch. S A.C.

Critério	Peso do critério (%)	AFIRMAÇÃO			
		A.C. S A.Ch.		A.Ch. S A.C.	
		Índice de Concordância	Índice de Discordância	Índice de Concordância	Índice de Discordância
C.I.O.	11	1,00	0,00	1,00	0,00
P.R.	12	1,00	0,00	0,00	1,00
R.C.	17	1,00	0,00	1,00	0,00
R.Pc.	23	1,00	0,00	0,00	0,13
P.U.	7	1,00	0,00	1,00	0,00
I.S.A.P.	18	1,00	0,00	0,00	0,28
A.S.A.P.	12	1,00	0,00	0,00	1,00

Comparando-se a Med.Ind. com Ap.Ec., observa-se, através dos índices de concordância e discordância apresentados na tabela 5.4, que os critérios econômicos C.I.O. e P.R. foram os responsáveis pela sobreclassificação da ação Ap.Ec. sobre a Med.Ind., pois na afirmação contrária há um valor de índice de discordância igual a 1,00, somente para ambos os critérios.

TABELA 5.4 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES Ap.Ec. S Med.Ind. e Med.Ind. S Ap.Ec.

Critério	Peso do critério (%)	AFIRMAÇÃO			
		Ap.Ec. S Med.Ind.		Med.Ind. S Ap.Ec.	
		Índice de Concordância	Índice de Discordância	Índice de Concordância	Índice de Discordância
C.I.O.	11	1,00	0,00	0,00	1,00
P.R.	12	1,00	0,00	0,00	1,00
R.C.	17	1,00	0,00	1,00	0,00
R.Pc.	23	1,00	0,00	1,00	0,00
P.U.	7	1,00	0,00	1,00	0,00
I.S.A.P.	18	1,00	0,00	1,00	0,00
A.S.A.P.	12	0,25	0,00	1,00	0,00

Verifica-se a veracidade da análise anterior na avaliação da tabela 4.42, onde se observa que a ação Med.Ind. supera a Ap.Ec. nos critérios R.Pc., P.U., I.S.A.P. e A.S.A.P., a exceção dos critérios R.C., P.R. e C.I.O, para os quais as duas ações se igualam no primeiro critério e a ação Ap.Ec. supera a Med.Ind. nos

outros dois. Com isso, conclui-se que a grande diferença a favor de Ap.Ec., com relação aos critérios C.I.O. e P.R., e para os pesos admitidos para cada critério, foi suficiente para fazer com que os Ap.Ec. superasse a Med.Ind. Salienta-se que, da mesma forma que análise anterior para A.C. e Med.Ind., tal hierarquização pode ser alterada quando da variação de pesos ou valores dos critérios.

Com relação à sobreclassificação da Med.Ind. sobre a A.Ch., esta é justificada pelos valores encontrados para os índices de concordância e discordância apresentados na tabela 5.5, onde, para todos os critérios analisados em conjunto, observa-se uma concordância maior com a afirmação Med.Ind. **S** A.Ch., à exceção do critério C.I.O.

A análise anterior é reforçada quando da observância da tabela 4.42, onde, para quase todos os critérios, à exceção de C.I.O. e P.U., a Med.Ind. supera a A.Ch.

TABELA 5.5 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES A.Ch. **S** Med.Ind. e Med.Ind. **S** A.Ch.

Critério	Peso do critério (%)	AFIRMAÇÃO			
		Med.Ind. S A.Ch.		A.Ch. S Med.Ind.	
		Índice de Concordância	Índice de Discordância	Índice de Concordância	Índice de Discordância
C.I.O.	11	0,00	1,00	1,00	0,00
P.R.	12	1,00	0,00	0,00	1,00
R.C.	17	1,00	0,00	1,00	0,00
R.Pc.	23	1,00	0,00	0,30	0,00
P.U.	7	1,00	0,00	1,00	0,00
I.S.A.P.	18	1,00	0,00	0,00	0,04
A.S.A.P.	12	1,00	0,00	0,00	0,60

Finalmente, quanto à comparação entre a A.Ch. e a ação Ap.Ec., observa-se, através dos índices de concordância e discordância apresentados na tabela 5.6, uma superioridade da concordância com a afirmação Ap.Ec. **S** A.Ch., para todos os critérios avaliados.

Essa afirmação é comprovada, de forma equivalente ao realizado nas análises anteriores, das demais afirmações, observando-se a tabela 4.42, onde, para quase todos os critérios, à exceção da P.U., a ação Ap.Ec. supera a A.Ch.

TABELA 5.6 – RESUMO DE VALORES DE ÍNDICE DE CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA PARA AS AFIRMAÇÕES Ap.Ec. S A.Ch. e A.Ch. S Ap.Ec.

Critério	Peso do critério (%)	AFIRMAÇÃO			
		Ap.Ec. S A.Ch.		A.Ch. S Ap.Ec.	
		Índice de Concordância	Índice de Discordância	Índice de Concordância	Índice de Discordância
C.I.O.	11	1,00	0,00	1,00	0,00
P.R.	12	1,00	0,00	0,00	1,00
R.C.	17	1,00	0,00	1,00	0,00
R.Pc.	23	1,00	0,00	0,79	0,00
P.U.	7	1,00	0,00	1,00	0,00
I.S.A.P.	18	1,00	0,00	0,86	0,00
A.S.A.P.	12	1,00	0,00	0,25	0,00

5.2 SOBRE OS RESULTADOS DA ANÁLISE DE ROBUSTEZ PARA O ESTUDO DE CASO

5.2.1 Sobre a variação dos pesos

A seguir, apresenta-se uma discussão a respeito dos resultados encontrados com a variação dos pesos. A discussão está embasada nas tabelas 4.66 e 5.7, sendo que a última é resultado da porcentagem mínima onde ocorrem as variações com relação ao valor do peso originalmente adotado para cada critério.

TABELA 5.7 – PORCENTAGENS LIMITES DE MODIFICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO ORIGINAL

Critério	Peso original	Variação para menos (%)		Variação para mais (%)	
	(%)	(%)	Peso (%)	(%)	Peso (%)
C.I.O.	11	NA	-	300	44
P.R.	12	NA	-	117	26
R.C.	17	41	10	194	50
R.Pc.	23	NA	-	NA	-
P.U.	7	NA	-	NA	-
I.S.A.P.	18	NA	-	400	90
A.S.A.P.	12	NA	-	108	25

NOTA: NA – Não houve alteração na hierarquização

Para a variação do peso do critério C.I.O., entre os valores 44 e 90, a utilização da água de chuva deixa de ser superada pela medição individualizada e a

escolha entre as duas passa a ser indiferente. Atribui-se esta alteração devido à grande diferença entre os valores de C.I.O. existente para A.Ch. e a Med. Ind., adicionado à comparação dos valores dos demais critérios para estas duas ações, ou seja, o aumento na importância do critério C.I.O. somente foi suficiente para afetar a comparação entre a A.Ch. e a Med.Ind. Isto porque os valores da A.Ch. para os demais critérios são tão baixos, que no máximo ela se torna indiferente na escolha entre a mesma e a Med. Ind. Não obstante, observar que Ap.Ec. e A.C. mantiveram suas posições originais.

Quanto ao critério P.R., encontra-se a mesma alteração na classificação. Porém, de maneira inversa ao que ocorreu na análise anterior, o aumento da importância do critério P.R. fez com que a classificação da Med.Ind. piorasse em relação às demais, entretanto tal variação não foi suficiente para que a mesma fosse superada pela A.Ch. Novamente aqui, Ap.Ec. e A.C. não sofreram alterações em suas posições.

Observa-se desta maneira que, para os valores encontrados, os critérios econômicos são superados pelos demais. Porém a escolha dos pesos dos critérios mostrou-se satisfatória, haja visto que não houveram grandes modificações na classificação original.

Variando-se o atual peso do critério R.C. (17%) observa-se que, quando se diminui o grau de importância do mesmo, a escolha entre a A.Ch. e a Med. Ind. torna-se indiferente, entre a faixa de 8 a 11, mantendo-se as demais classificações. Para a faixa de 1 a 7 ocorre mais uma mudança, onde a escolha entre Ap.Ec. e A.C. passa a ser indiferente, porém as duas superam a Med. Ind. e a A.Ch., para as quais a escolha é também indiferente.

Nas duas variações o que ocorreu foi uma diminuição no critério que distanciava a ação Ap.Ec. da A.C. e a ação de Med.Ind. da A.Ch., causando uma aproximação da A.C. em relação a ação Ap.Ec. e a A.Ch. em relação à Med.Ind., sendo que na faixa de 8 a 11 isto ocorreu apenas para a última comparação. Porém, em ambos casos, a diminuição não foi suficiente para uma superação da A.C. e A.Ch. em relação às ações Ap.Ec. e Med.Ind., respectivamente.

Aumentando-se o grau de importância do critério R.C., para a faixa de 50 a 88, observa-se uma variação na classificação intermediária, onde a comparação

entre a A.C. e a Med.Ind. é refutada, ou seja, não existe maneira de dizer se a escolha entre as duas é indiferente ou se uma supera a outra. Aumentando-se um pouco mais o peso, para os valores 89 e 90, nota-se que a Med.Ind. torna-se preferível à A.C. Cabe salientar que, para o aumento do grau de importância do critério, as ações Ap.Ec. e A.Ch. permaneceram em sua classificação original.

Para o aumento do peso do critério R.C., ocorre uma queda na classificação da A.C., devido ao aumento da importância do mesmo. Isso implicou que, para os valores de peso de 50 a 88, a comparação entre a A.C. e a Med.Ind. seja refutada, enquanto que para os valores 89 e 90, a Med.Ind. passa a ser a ação preferível, com relação a A.C.

Isto posto, assume-se que o critério R.C. é sensível a variações de peso. Porém, cabe salientar que, como apresentado na tabela 5.7, a menor porcentagem de variação do peso, para que ocorra uma alteração na classificação, é de 41% para menos.

Para os critérios R.Pc. e P.U. não houve alterações na classificação original, com a variação dos pesos na faixa de 1 a 90.

Na variação do grau de importância do critério I.S.A.P. só foi observada alteração quando o valor de seu peso atinge 90. A alteração ocorrida foi que a AC deixou de ser superada pela ação ApEc, pois a comparação entre as duas passou a ser refutada. Isto ocorreu pelo fato de que, com o aumento da importância deste critério, a AC se distanciou da Med.Ind. e se aproximou da ação Ap.Ec. Todavia o aumento do peso do critério não foi suficiente, para que outras alterações ocorressem na classificação.

Da mesma maneira que para o critério I.S.A.P., as alterações ocorridas na classificação, com a variação do peso do critério A.S.A.P., somente ocorreram para um aumento significativo de valor. Para os valores 25 e 26, observou-se uma aproximação da A.C. da ação Ap.Ec, fazendo com que a escolha entre as duas ações se torne indiferente. Isto ocorreu devido ao fato que o valor da ação para este critério, o qual é 13 anos, é maior que o valor da ação Ap.Ec., o qual é 5 anos, e com o aumento do peso do critério, ocorreu a aproximação da A.C. a ação Ap.Ec.

Para a faixa de valores entre 27 e 90, a A.C. supera a ação Ap.Ec., ou seja, estabelece-se que a ação A.C. é preferível a ação Ap.Ec. Da mesma maneira que

para os valores 25 e 26, houve um aumento no valor do peso, fazendo com que os valores observados para os critérios C.I.O., P.R. e R.C., nos quais a ação Ap.Ec. é superior à A.C., fossem superados pelo conjunto de critérios em que a A.C. é superior (R.Pc., I.S.A.P. e A.S.A.P.) ou igual (P.U.).

Apesar das alterações observadas, as mesmas ocorreram quando da variação do peso, no mínimo, para mais de 100% do peso original.

Como pode ser observado na tabela 5.7, com exceção do critério de R.C., para todos os outros critérios não houve alteração na classificação original, variando-se os pesos para menos. A variação para mais apontou alterações ocorridas após um aumento, no mínimo, superior a 117% do valor inicial ou a alteração não ocorreu. Para o critério R.C., observa-se uma alteração na classificação, com o peso variando 41% para menos, ou seja, adotando-se um grau de importância para este critério 41% menor do que foi inicialmente previsto e, na variação para mais, constatou-se uma alteração apenas acrescentando-se 194% ao peso inicialmente estimado.

5.2.2 Sobre a variação do limiar de indiferença (q)

A discussão aqui apresentada está embasada na análise das tabelas 4.67 e 4.68. Observa-se, na tabela 4.68, que os valores de credibilidade das afirmações A.C. **S** Ap.Ec. e A.C. **S** Med.Ind. aumentaram, se comparados aos valores encontrados para a credibilidade original apresentados, na tabela 4.56.

A alteração ocorrida justifica-se pelo fato da zona de preferência fraca deixar de existir, com isso as afirmações Ap.Ec. **S** A.C. e A.C. **S** Ap.Ec. passam a ter o mesmo valor de índice de concordância, cujo valor é 1,0, assim como as afirmações Med.ind. **S** A.Ch. e A.Ch. **S** Med.Ind.. Portanto, conclui-se que a variação no limiar de indiferença foi suficiente para alterar somente as relações anteriores, salientando que houve modificações nos valores internos dos cálculos do método, para as demais comparações, mas que não foram suficientes para alterar a classificação. A justificativa apresentada, está ilustrada nos gráficos 5.1 a 5.4 para as afirmações Ap.Ec. **S** A.C. e Ap.Ec. **S** A.C. Para a Med.Ind. e A.Ch. segue-se o mesmo princípio.

GRÁFICO 5.1 – GRÁFICO DE CONCORDÂNCIA DA AFIRMAÇÃO Ap.Ec. **S** A.C. COM O LIMIAR DE INDIFERENÇA IGUAL A 1

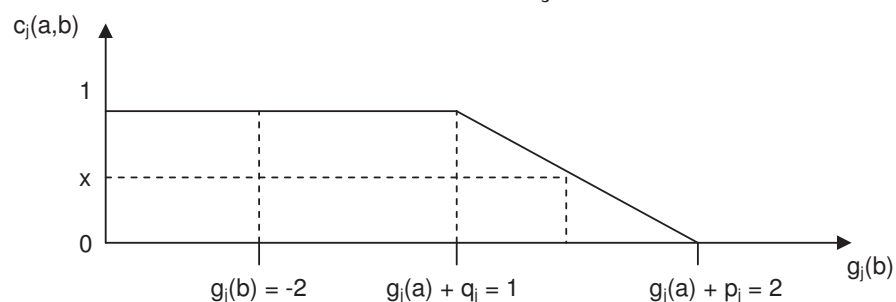


GRÁFICO 5.2 – GRÁFICO DE CONCORDÂNCIA DA AFIRMAÇÃO Ap.Ec. **S** A.C. COM O LIMIAR DE INDIFERENÇA IGUAL A 2

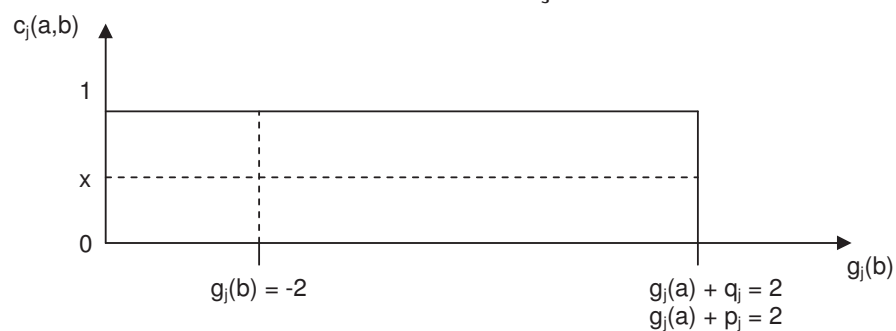


GRÁFICO 5.3 – GRÁFICO DE CONCORDÂNCIA DA AFIRMAÇÃO A.C. **S** Ap.Ec COM O LIMIAR DE INDIFERENÇA IGUAL A 1

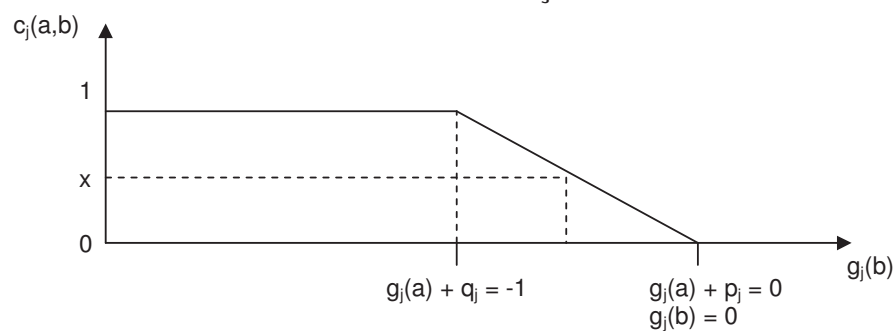
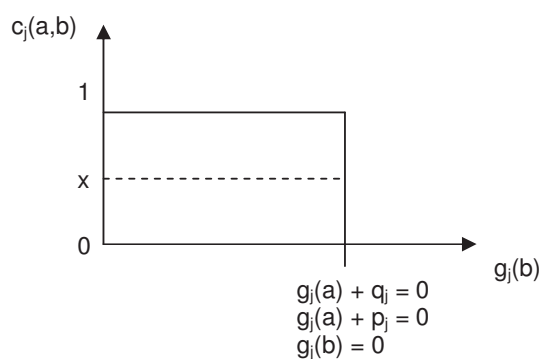


GRÁFICO 5.4 – GRÁFICO DE CONCORDÂNCIA DA AFIRMAÇÃO A.C. **S** Ap.Ec COM O LIMIAR DE INDIFERENÇA IGUAL A 2



Haja visto que ocorreu apenas esta modificação e que a classificação original mostrou-se mais seletiva, conclui-se que os limiares de indiferença adotados são satisfatórios.

5.2.3 Sobre a variação do limiar de preferência (p)

A análise das tabelas 4.69 e 4.70 serviram de base para a discussão proposta neste item. Observa-se, pela tabela 4.70, que os valores de credibilidade das afirmações A.C. **S** Ap.Ec. e A.C. **S** Med.Ind. aumentaram, comparado-os com os valores encontrados para a credibilidade original apresentada na tabela 4.56.

De maneira contrária ao que ocorreu no limiar de indiferença, a alteração do limiar de preferência do critério R.C., causou uma mudança indireta nas relações de A.C. **S** Ap.Ec. e A.C. **S** Med.Ind. Este fato resultou em uma queda nos valores de classificação tanto para Ap.Ec. quanto para a ação Med.Ind. com relação à A.C. Porém, essa queda somente foi significativa para Med.Ind., o que fez com que a mesma se tornasse indiferente à A.Ch.

Conclui-se que, devido ao fato de ter ocorrido apenas a alteração citada acima, os limiares de preferências estabelecidos são suficientemente robustos para a análise proposta.

5.2.4 Sobre a variação do limiar de veto (v)

A tabela 4.72 mostra que o valor da afirmação Ap.Ec. **S** A.C., assumiu a nulidade, o que não ocorre na matriz de credibilidade original (ver tabela 4.56). Isto mostra que, diminuindo-se o limiar de veto a partir do valor igual a 8 e igual ao limiar de preferência, as ações Ap.Ec. e A.C. deixam de ser comparáveis entre si. Pois o que ocorre é uma aproximação ao limiar de veto, com isso a ação A.C. passa a ser melhor que Ap.Ec. para o critério A.S.A.P., mas no conjunto de critérios não se pode afirmar que A.C. é melhor que Ap.Ec. ou ao contrário. portanto a comparação passa a ser refutada.

Devido ao fato da variação do limiar de veto ter causado apenas a alteração na classificação, citada anteriormente, conclui-se que os valores assumidos para os limiares de veto são suficientemente adequados, para a análise realizada.

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de contribuir para a tendência global de busca da sustentabilidade do recurso água. Nesse sentido, elaborou-se um sistema de hierarquização de ações pertinentes.

Não obstante, a elaboração do referido sistema, assim como sua aplicação demonstrada em um estudo de caso, propiciaram a observação de relações interessantes, a saber:

- A aplicação do sistema propiciou uma hierarquização das ações, a qual mostrou-se pouco suscetível aos valores e pesos dos critérios, aos limiares de indiferença, preferência e veto, para o estudo de caso em questão;
- Os critérios apresentados e discutidos mostraram-se adequados para a avaliação das ações de economia no consumo da água, pois os mesmos abrangeram aspectos econômicos, de benefícios e de segurança sanitária. Cabe salientar que, quanto ao risco à segurança sanitária, há a necessidade de um levantamento mais apurado, no intuito de se avaliar todos os parâmetros que influenciam tal critério; mas, para a presente pesquisa, a avaliação realizada apresentou-se satisfatória;
- No caso específico dos valores dos critérios, observar que os valores de entrada dos sistemas devem ser os mais verossímeis possíveis, uma vez que distorções significativas nos custos de implantação e operação, por exemplo, podem afetar, irremediavelmente, as respostas dos mesmos;
- As ações apresentadas na presente pesquisa foram avaliadas segundo os critérios especificados, onde apresentaram-se os dados de economia de água, custo de operação e implantação e segurança sanitária. A método apresentou uma pré-seleção das ações, para excluir, das análises seguintes, aquelas que foram consideradas imperativas ou inviáveis técnica e economicamente. Portanto, recomenda-se, quando da avaliação das ações de economia, realizar sempre uma primeira

avaliação, na qual possam ser levantados fatores que as tornem viáveis ou inviáveis para a seqüência de análises.

Quanto ao estudo de caso, algumas constatações merecem atenção:

- Comparando-se as ações A.C. e Med.Ind., destaca-se o fato que a primeira apresenta menores valores de C.I.O. e P.R. e maiores valores de R.Pc., I.S.A.P. e A.S.A.P. em relação à segunda. Portanto, para os valores de pesos dos critérios em questão, A.C. supera a Med.Ind. em quase todos os critérios, à exceção do R.C., a ponto de torná-la preferível e, dessa maneira, colocá-la em segundo lugar. No entanto, o aumento do critério R.C. causa uma queda na classificação da A.C., a ponto da mesma ser superada pela Med.Ind. Isso indica que, conforme o encaminhamento do tomador de decisão, se o mesmo valorizar de forma significativa o peso do risco de contaminação, poderá ocorrer que esse critério, conseqüentemente, desvalorize a ação água cinza;
- A avaliação do impacto gerado e o alcance do sistema de abastecimento público de água da Região Metropolitana de Curitiba corroboraram a importância de se implementar ações de conservação da água no âmbito predial, além de mostrarem que a sustentabilidade do recurso água não é apenas responsabilidade dos órgãos governamentais, mas de toda a sociedade. Observar, por exemplo, os sistemas de utilização de água cinza e água de chuva apresentados, os quais mostraram que existe a possibilidade da utilização de água de maneira racional e sem comprometer a segurança sanitária da população;
- Para os limites de indiferença e preferência, as alterações ocorreram apenas na variação destes valores para o critério de risco de contaminação microbiológica. Porém, cabe salientar que, segundo o método ELECTRE III, deve-se ter uma faixa de preferência fraca entre duas ações, o que deixa de existir quando se igualam os limites de indiferença e preferência, assim como para a igualdade dos índices de

preferência e veto. Por tal motivo, conclui-se não serem lógicas estas igualdades e admite-se que os limites impostos originalmente são adequados. Quanto ao limite de veto observa-se, pelas variações realizadas, que a diminuição deste valor ocasiona uma maior probabilidade de veto na comparação entre duas ações, salientando-se que, no presente estudo, isto só ocorreu entre as ações de utilização de aparelhos economizadores de água e de água cinza em bacias sanitárias portanto, o limite de veto imposto é adequado para análises posteriores.

Com relação à aplicação do método ELECTRE III, cabe destacar:

- A aplicação do método ELECTRE III propiciou trabalhar conjuntamente variáveis objetivas (valores dos critérios) e subjetivas (pesos e limiares dos critérios), característica essa que encaminha um processo de hierarquização entendido como mais sensível à complexidade das decisões;
- A análise de robustez do método ELECTRE III mostrou que os valores determinados para o peso dos critérios, limiar de indiferença, limiar de preferência e limiar de veto são adequados. Isto porque, para o caso do peso dos critérios, houve alterações, quando se variou o peso para valores superiores ao originalmente estabelecido, apenas a partir de 194% de variação (ver tabela 5.7) e, quando a variação ocorreu para valores inferiores, a alteração ocorreu para 41% a menos do peso original do risco de contaminação biológica. Isso justifica a escolha original e não a diminuição da importância deste peso;
- O método apresentado possui as características singulares de um Sistema de Apoio à Decisão, principalmente no que concerne a não-substituição do tomador de decisões por um método computacional, ou seja, observa-se que em todo o processo o decisor atua, como na definição dos pesos e limiares os quais expressam as preferências do

decisor ou dos agentes decisores, além de que o método é flexível e pode ser adaptado para os diversos cenários existentes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, M. M.; CORAUCCI FILHO, B.; ANDRADE NETO, C. O. de; JÜRGENSEN, D.; LAPOLLI, F. R.; MELO, H. N. de S.; PIVELI, R. P.; LUCCA, S. J. de. Cloração e descloração. In: GONÇALVES, R. F. (coord). **Desinfecção de efluentes sanitários – PROSAB 3**. Rio de Janeiro: ABES, 2003. p. 113 – 168.

AL-JAYYOUSI, O R. Greywater reuse: towards sustainable water management. **Desalination**, Ammam, v.156, p. 181-192, 2003.

ANDREOLI, C.V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da região metropolitana de Curitiba. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9, 2000, Porto Seguro. **Anais**. Porto Seguro: ABES, 2000a. p.196-205, 2000a.

ANDREOLI, C.V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. Limites ao desenvolvimento da região metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9, 2000, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro : ABES, 2000b. p. 185-195,

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 8160**: sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

AUSTRALIA. Department of Health. **Draft guidelines for the reuse of greywater in western Austrália.** Australia, 2002. Disponível em: <www.health.wa.gov.au/publications/documents/HP8122%20Greywater%20Reuse%20Draft%20Guidelines.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2004.

BARBANTI, N. R.; PARENTE, K. S. Águas subterrâneas: alternativa para abastecimento. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28, 2002, Cancún. **Anais.** Cancún: Editora, 2002. 1 CD-ROM.

BARRETO, D. **Economia de água em edifícios:** uma questão do programa de necessidades. São Paulo, 1998. 324 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo.

BINDER, F. V. **Sistemas de apoio à decisão.** 10. ed. São Paulo: Érika., 1999 p.102.

BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **PNCDA:** Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água. Brasília, 1999a.

BRASIL. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 59, p. 266, 26 mar. 2004. Seção 1

BUCHANAN, J.; SHEPPARD, P.; VANDERPOOTEN, D. **Project ranking using Electre III.** In: ANNUAL CONFERENCE ORSNZ, 33. Disponível em: <<http://www.esc.auckland.ac.nz/Organisations/ORSNZ/conf33/papers/p58.pdf>> Acesso em: 6 mar. 2004.

BURN, S.; DE SILVA, D.; EISWIRTH, O. H.; SPEERS, A.; THORNTON, J. **Pipe leakage**: future challenges and solutions. Australia: Pipes Wagga Wagga, 1999. Disponível em: <http://www.agk.uni-karlsruhe.de/mitarbeiter/eiswirth/Burn_et_al_Wagga_Wagga_1999.pdf> Acesso em: 29 fev. 2005.

COELHO, A. C.; MAYNARD, J. C. de B. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Recife: Comunicarte, 1999. 172 p.

CONEJO, J. G. L.; LOPES, A. R. G.; MARCKA, E. DTA C3 – Medidas para redução de perdas: elementos para planejamento. In: BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **PNCDA**: Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água. Brasília, 1999.

CURITIBA. Coordenação da Região Metropolitana. **Região Metropolitana de Curitiba**: divisão política. Curitiba, [2004] Disponível em: <http://www.pr.gov.br/comec/mapas/novos/rmc_2004Politico.jpg> Acesso em: 15 mar. 2005.

DECA. **Economia**. Disponível em: <<http://www.deca.com.br/>> Acesso em: 10 nov 2004.

DREW, D. **Processos interativos homem - meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1983. p. 206.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **UrbanWater**, Denmark, v.1, n.1, p. 85 – 104, 2002.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrologia conceitos e aplicações**. 2. ed. Fortaleza: CPRM – Serviços Geológicos do Brasil, 2000. p. 391.

FENDRICH, R. Economia de água potável pelo uso de sistema de coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais. **Engenharia e Construção**, Curitiba, v.7, n.2., p. 67 – 72 ,2004.

FERNADES, A. M. da R.; BASTOS, R. C. Utilização de Análise Multicritério Difuso para auxiliar a análise de Investimentos Turísticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO, 1, Itajaí, 2001. **Anais do I Congresso Brasileiro de Computação**. Itajaí: Univali, v.1, p. 299 – 310, 2001.

FIGUEIRA, J.; ROY, B. Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure. **European Journal of Operational Research**, Coimbra, v.139, n.2, p. 317-326, 2002.

FRIEDLER, E. Water Reuse: an integral part of water resources management: Israel as a case study. **Water Policy**, Israel, v. 03, p. 29-39, 2001.

GARNTO, C.; WATSON, H. J. Um levantamento das exigências de bancos de dados para DSS institucionais e AD HOC. In: SPRAGUE JR., R. H.; WATSON, H. J. **Sistema de apoio à decisão**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, p. 156–172, 1991.

GELT, J.; HENDERSON, J.; SEASHOLES, K.; TELLMAN, B.; WOODARD, G. Water in the Tucson area: Seeking sustainability. Water Resources Research Center, University of Arizona, v.20, p. 155, 1999.

GOMES, L. F. A. M.; MOREIRA, A. M. M. Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritérios. In: **RECITEC – Revista de Ciência e Tecnologia**, Recife, v.2, n.2, p. 117 – 139, 1998.

GONÇALVES, O. M.; PRADO, R. T.; OLIVEIRA, L. H. de; PETRUCI A. L. DTA B3 – Medidas de racionalização e uso da água para grandes consumidores. In: BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **PNCDA: Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água**. Brasília, 1999 a.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. de. DTA F1 – Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais. In: BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **PNCDA: Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água**. Brasília, 1999 b.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. **Urban Water**, Hannover, v.1, n.4, p. 307–316, 2002.

HUNAIDI, O.; CHU, W. T. Acoustical characteristics of leak signals in plastic water distribution pipe. **Applied Acoustics**, Ottawa, v.58, p. 235-254, 1999.

IBGE. **Taxas Anuais.zip**. Populações residentes, em 01.07.2000 e 01.07.2004, e taxas médias geométricas anuais de crescimento. Disponível em: <http://www2.ibge.gov.br/pub/Estimativas_Projecoes_Populacao/Estimativas_2004/> Acesso em 01/12/2004.

IDEAL STANDARD. **Mictório sem água Saara**. Disponível em: <<http://www.idealstandard.com.br/>> Acesso em: 11 nov 2004.

ILHA, M. S. de O.; GONÇALVES, O. M. **Sistemas prediais de água fria**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1994. (Texto Técnico, Departamento de Engenharia de Construção Civil; TT/PCC/08).

ILHA, M. S. de O.; GONÇALVES, O. M.; KAVASSAKI, Y. **Sistemas prediais de água quente**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1994. (Texto Técnico, Departamento de Engenharia de Construção Civil; TT/PCC/09).

ILHA, M. S. de O.; GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, O. B. de. Avaliação do desempenho de bacias sanitárias de volume reduzido quanto à remoção e transporte de sólidos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 47 – 61, 2002.

IPARDES. **Agenda 21**: Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento: Rio de Janeiro, 1992. Curitiba: IPARDES, 2001.

JEFFERSON, B.; LAINE, A.; PARSONS, S.; STEPHENSON, T.; JUDD, S. Technologies for domestic wastewater recycling. **Urban Water**, CranfieldK, v.1, n.4, p. 285-292, 1999.

KALLIS, G.; CHRISOGELOS, N.; THEODOROPOULOS, M. **Saving Water: international experience and potential for Mediterranean islands**. Disponível em: < <http://www.medsos.gr/SavingWater.pdf> > Acesso em: 08 set. 2004.

KEEN, P. G. W. Análise de valor: como justificar sistemas de apoio à decisão. In: SPRAGUE JR., R. H.; WATSON, H. J. **Sistema de apoio à decisão**. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. p. 76–96

LAZAROVA, V.; HILLS, S.; BIRKS, R. Using recycled water for non-potable, urban uses: a review with particular reference to toilet flushing. **Water Science and Technology: Water Supply**, London, v. 3, n. 4., p. 69 – 77, set. 2003.

LÓAICIGA, H. A.; LEIPNIK R. B. Theory of sustainable groundwater management: an urban case study. **Urban Water**, Santa Bárbara, v. 3, n. 3., p. 217 – 228, set. 2001.

LUPATINI, G. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão em escolha de áreas para aterros sanitários**. Florianópolis, 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental – Área de Concentração: Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. **Reúso de água**. Barueri: Manole, 2003. p.8

MAYSTRE, L. Y.; PICTET, J.; SIMOS, J. **Méthodes multicritères ELECTRE**. 1. ed. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 1994.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering**. treatment, disposal, reuse. 4.ed. New York: McGraw-Hill International, 2003., p.1819.

MIELI, J. C. de A. **Reuso de água domiciliar**. Niterói, 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Área de Concentração: Produção Civil) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense.

MIZUMO. **Mizumo tratamento de esgotos**. Disponível em: <<http://www.mizumo.com.br/>>. Acesso em: 10 set. 2004.

MOREIRA, J. N. M.; BECKHAUSER, P. A utilização da metodologia multicritério de apoio à decisão na priorização de projetos de implantação de sistemas de esgotos sanitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: ABES, 2001. 1 CD-ROM.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997. p. 280

_____. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 352.

NETTO, J. M. de A.; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M.; ARAUJO, R. de; ITO, A. E. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: E. Blücher, 1998. p. 669.

NETTO, O. de M. C.; SOUZA, M. A. A. de; LOPES JÚNIOR, R. P. Retrospectiva da análise tecnológica das alternativas para pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. In: CHERNICHARO, C. A. de L. (Coord.) **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**: coletânea de trabalhos técnicos. Belo Horizonte: [s.n.], v.2, 2001, p. 253– 272.

NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings – over ten years experience in Berlin. **UrbanWater**, Berlin, v.1, p. 275 – 284, 2000.

OLIVEIRA, L. H. de; **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. São Paulo, 1999. 343 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Informe sobre la evaluación mundial del abastecimiento de água y el saneamiento em 2000**. Nueva York, 2000.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração de Estocolmo**. Conferência Mundial de Estocolmo, 5 jun. 1972. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc> Acesso em: 25 nov. 2004.

PORTO, R.; ZAHED FILHO, K.; TUCCI, C.; BIDONE, F. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C.E.M, org. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS 1997. p.805–847

ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. DTA E1 – Caracterização e monitoramento do consumo predial. In: BRASIL. Secretaria Especial de

Desenvolvimento Urbano. **PNCDA**: – Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água. Brasília, 1997.

ROSSIN, A. C. Desinfecção. In: NETTO, J. M. de A., (Coord.) **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 3 ed. v. 2. p. 275 – 302, 1987.

ROY, B. **Methodologie multicritère d'aide à la décision**. Paris: Economica, 1985.

ROY, B.; PRÉSENT M.; SILHOL, D. A programming method for determining which Paris metro stations should be renovated. **European Journal of Operational Research**, Paris, v.24, n.2, p. 318-334, 1986.

SABESP. Fabricantes de aparelhos economizadores de água. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/pura/equipamentos_economizadores/fabricantes.htm> Acesso em: 15 dez. 2004.

SANTOS, D. C. dos. Os Sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 07–18, 2002.

_____. **Programa de gestão do uso das águas nas edificações**. Curitiba: UFPR, 2001. Projeto de Pesquisa encaminhado ao CNPq.

_____. **Relatório do projeto de pesquisa – Programa de Gestão do Uso da Água em Edifícios**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 131. Relatório encaminhado ao CNPq.

SANTOS, D. C.; SAUNITTI, R.M.; BUSATO, R. O Recurso água: promovendo a sustentabilidade do manancial através do uso de bacias sanitárias economizadoras de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: ABES, 2001. 1 CD-ROM.

SANTOS, D.C.; SELEME, L.M. **Avaliação de qualidade de água de chuva para uso residencial**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 30. Relatório encaminhado ao CNPq.

SCHMIDT, W. **Caracterização e formulação de parâmetros para avaliação de mictórios – o caso do mictório sem água**. 2003. 247p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

_____. DTA F2: produtos economizadores de água nos sistemas prediais: Revisão. In: BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **PNCDA**: – Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água. Brasília, 2004. p. 42.

SIMOS, J. **Evaluer l'impact sur l'environnement**. 1. ed. Bienne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 1990.

SOARES, S. R.; SPÍNDOLA, F. S. **Anamulcrit 1.0**. Florianópolis, 1999. 1 disquete (488 KB). Aplicativo arquivo executável

SOROCZAN, C.; MCFADYEN, S. **Water quality guideline and water monitoring tools for residential water reuse systems**. Ottawa: Canada Mortgage and Housing Corporation, 1999. (Research Highlights Technical Series 99-115). Disponível em: <<http://www.cmhc-schl.gc.ca/publications/en/rh-pr/tech/99115.htm>> Acesso em 24 ago. 2004.

SOUZA, A.L.; CRUZ, S.L.; PEREIRA, J.F.R. Leak detection in pipelines through spectral analysis of pressure signals. Brazilian Journal of Chemical Engineering, São Paulo, v.17, n.4/7, p.557-564, dic. 2000

SPRAGUE JR., R. H.; WATSON, H. J. **Sistema de apoio à decisão**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. **A medição setorizada como instrumentos de gestão da demanda de água em sistemas prediais**: estudo de caso: programa de uso racional da água na Universidade de São Paulo. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2004. (Boletim Técnico, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/357).

TODD, W. P.; VITTORI G. **Texas guide to rainwater harvesting**. 2.ed. Austin: Texas Water Development Board, Center for Maximum Potential Building Systems, 1997. 66p. Disponível em: <<http://www.twdb.state.tx.us/publications/reports/RainHarv.pdf>> Acesso em: 01 set. 2004.

TOMAZ, P. **Conservação da água**. São Paulo: Digihouse, 1998. 176 p.

3P TECHNIK DO BRASIL. **Soluções para o manejo sustentável das águas pluviais**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.agua-de-chuva.com/>>. Acesso em: 17 set. 2004.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. **Guidelines for water reuse**. Washington, 2004. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs/625r04108/625r04108.pdf>>. Acesso em: 20 dez 2004.

UNIVERSITY OF FLORIDA. Institute of Food and Agricultural Science. **Cisterns to collet non-potable water for domestic use**. Gainesville, 2003. (AE64 Document). Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/AE029>> Acesso em: 01 jan. 2005

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. 1 ed. England: John Wiley & Sons Ltd, 1992.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. In: _____. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 2.ed. Belo Horizonte: SEGRAC, 1996. v. 1, p. 11–243.

WATER CONSERVATION ALLIANCE OF SOUTHERN ARIZONA (WATERCASA). **Residential graywater reuse study**: water quality/soil quality risk assessment. [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://www.watercasa.org/research/residential/assessment.htm>> Acesso em 15 nov. 2004.

WERTHEIN, J. **Por uma nova ética no uso da água**. [_]: UNESCO, 25 mar. 2004. Disponível em: <http://www.unesco.org.br/noticias/opinioao/artigow/2004/etica_agua/mostra_documento> Acesso em: 08 set. 2004.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **EarthTrends data tables**: water resources and freshwater ecosystems. Washington, 2003. Disponível em: <http://earthtrends.wri.org/pdf_library/data_tables/fre1_2003.PDF>. Acessado em 10 dez. 2004.

YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIMOTO, E. **Os impactos do sistema individualizado de medição de água**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2001. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/297).

ZUFFO, A. C. **Seleção e aplicação de Métodos Multicriteriais ao Planejamento Ambiental de Recursos Hídricos**. São Carlos, 1998. 302 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Área de Concentração: Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

1. RESULTADOS DO TESTE AQUA APLICADO NOS APARTAMENTOS

Nº Apartamento 01

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	() 18-25 anos	() 26-35 anos	(1) 36-45 anos	() 46-55 anos	() + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	() Masculino			
Crianças	() 0 - 6 anos	(1) 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	(1) Feminino	() Masculino			
Adolescentes	(2) 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	(2) Feminino	() Masculino			
Animais	() Sim	Quant. ()	() Não		
Empregada	(1) Mensalista	() 1 vez/ semana	() 2 vezes/ semana	() 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X			X					
Cozinha							X			
Á. Serviço									X	
Banheiro de uso comum	X	X		X	X					
Banheiro da suíte	X	X		X	X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço	4 x/dia	65	500	10
Bacia sanitária de serviço	4 x/dia			
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas				
Máq. lavar roupas				
Pia de cozinha				
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	10 x/dia	65	500	10
Bacia sanitária de suíte	4 x/dia			
Chuveiro de suíte	2 x/dia	900	1900	29
Bidê/Ducha higiênica	1 x/mês	30	800	1

Nº Apartamento 02

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	() 18-25 anos	() 26-35 anos	(2) 36-45 anos	() 46-55 anos	() + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	(1) Masculino			
Crianças	() 0 - 6 anos	(1) 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	() Feminino	(1) Masculino			
Adolescentes	() 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Animais	(x) Sim	Quant. (1)	() Não		
Empregada	(1) Mensalista	() 1 vez/ semana	() 2 vezes/ semana	() 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço										
Cozinha							X	X		
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X			X					
Banheiro da suíte	X	X			X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	5 x/dia	2L/vez	500	12
Máq. lavar roupas de 90 L	3 x/semana			
Pia de cozinha	6 x/dia	600	500	9
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	21 x/dia	10	500	9
Bacia sanitária de suíte (*)	15 x/dia			
Chuveiro de suíte	2 x/dia	1800	800	6
Bidê/Ducha higiênica				

(*) Uma descarga a cada dois usos da bacia sanitária.

Nº Apartamento 03

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	☐ 18-25 anos	☐ 26-35 anos	☐ 36-45 anos	☐ 46-55 anos	☐ (2) + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	☒ Feminino	☒ Masculino			
Crianças	☐ 0 - 6 anos	☐ 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	☐ Feminino	☐ Masculino			
Adolescentes	☐ 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	☐ Feminino	☐ Masculino			
Animais	☒ Sim	Quant. (1)	☐ Não		
Empregada	☐ Mensalista	☒ 1 vez/ semana	☐ 2 vezes/ semana	☐ 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X								
Cozinha							X			
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X	X		X					
Banheiro da suíte	X	X	X		X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	1 x/semana	300	1200	5
Máq. lavar roupas de 65 L	1 x/semana			
Pia de cozinha	15 x/dia	420	500	5
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	10 x/dia	20	500	4
Bacia sanitária de suíte	7 x/dia			
Chuveiro de suíte	1 x/dia	600	1000	4
Bidê/Ducha higiênica				

Nº Apartamento 04

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	() 18-25 anos	(2) 26-35 anos	() 36-45 anos	() 46-55 anos	() + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	(1) Masculino			
Crianças	() 0 - 6 anos	(1) 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	(1) Feminino	() Masculino			
Adolescentes	() 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Animais	(x) Sim	Quant. (2)	() Não		
Empregada	() Mensalista	(x) 1 vez/ semana	() 2 vezes/ semana	() 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X			X					
Cozinha							X			
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X	X		X					
Banheiro da suíte	X	X		X	X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	5 x/dia	60	500	3
Máq. lavar roupas 90 L	3 x/semana			
Pia de cozinha	2 x/dia	1200	1900	5
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	3 x/dia	30	500	6
Bacia sanitária de suíte	6 x/dia			
Chuveiro de suíte	1 x/dia	600	1300	6
Bidê/Ducha higiênica	6 x/dia	30	600	5

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	☐ 18-25 anos	☐ 26-35 anos	☐ 36-45 anos	☐ 46-55 anos	(2) + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	(1) Masculino			
Crianças	☐ 0 - 6 anos	☐ 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	☐ Feminino	☐ Masculino			
Adolescentes	☐ 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	☐ Feminino	☐ Masculino			
Animais	☐ Sim	Quant. ()	☐ Não		
Empregada	☐ Mensalista	☐ 1 vez/ semana	☒ 2 vezes/ semana	☐ 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X			X					
Cozinha							X	X		
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X	X		X					
Banheiro da suíte	X	X	X		X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	2 x/semana	600	500	3
Máq. lavar roupas 65 L	2 x/semana			
Pia de cozinha	3 x/dia	300	500	5
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum	7 x/dia	27	500	3
Bacia sanitária de uso comum	8 x/dia			
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica	1 x/dia	180	500	14
Lavatório de suíte				
Bacia sanitária de suíte				
Chuveiro de suíte	1 x/dia	300	1300	6
Bidê/Ducha higiênica				

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	() 18-25 anos	() 26-35 anos	(2) 36-45 anos	() 46-55 anos	() + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	(1) Masculino			
Crianças	(1) 0 - 6 anos	() 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	() Feminino	(1) Masculino			
Adolescentes	() 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Animais	() Sim	Quant. ()	(x) Não		
Empregada	() Mensalista	() 1 vez/ semana	() 2 vezes/ semana	() 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X			X					
Cozinha							X			
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X			X					
Banheiro da suíte	X	X	X		X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	2 x/semana	180	500	3
Máq. lavar roupas de 80 L	3 x/semana			
Pia de cozinha	15 x/dia	120	500	3
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	4 x/dia	60	500	4
Bacia sanitária de suíte	1 x/dia			
Chuveiro de suíte	2 x/dia	1200	500	5
Bidê/Ducha higiênica	1 x/dia	60	600	5

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	☐ 18-25 anos	☐ 26-35 anos	(2) 36-45 anos	☐ 46-55 anos	☐ + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	(1) Masculino			
Crianças	☐ 0 - 6 anos	(2) 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	(1) Feminino	(1) Masculino			
Adolescentes	☐ 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	☐ Feminino	☐ Masculino			
Animais	☐ Sim	Quant. ()	☐ Não		
Empregada	(x) Mensalista	☐ 1 vez/ semana	☐ 2 vezes/ semana	☐ 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X								
Cozinha							X			
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X			X					
Banheiro da suíte	X	X			X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	15 x/semana	300	500	2
Máq. lavar roupas 90 L	5 x/semana			
Pia de cozinha	3 x/dia	600	500	5
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	5 x/dia	10	500	5
Bacia sanitária de suíte	3 x/dia			
Chuveiro de suíte	2 x/dia	900	500	4
Bidê/Ducha higiênica				

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	() 18-25 anos	() 26-35 anos	() 36-45 anos	() 46-55 anos	(2) + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	(1) Masculino			
Crianças	() 0 - 6 anos	() 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Adolescentes	() 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Animais	(x) Sim	Quant. (1)	() Não		
Empregada	() Mensalista	(x)1 vez/ semana	() 2 vezes/ semana	() 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X			X					
Cozinha							X			
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X	X		X					
Banheiro da suíte	X	X	X		X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	1 x/dia	120	500	1
Máq. lavar roupas de 65 L	1 x/semana			
Pia de cozinha	3 x/dia	600	500	2
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	11 x/dia	10	500	3
Bacia sanitária de suíte	5 x/dia			
Chuveiro de suíte	1 x/dia	1200	1200	10
Bidê/Ducha higiênica				

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	() 18-25 anos	(2) 26-35 anos	() 36-45 anos	() 46-55 anos	() + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	(1) Masculino			
Crianças	() 0 - 6 anos	() 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Adolescentes	() 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Animais	() Sim	Quant. ()	() Não		
Empregada	() Mensalista	(x)1 vez/ semana	() 2 vezes/ semana	() 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X			X					
Cozinha							X			
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X			X					
Banheiro da suíte	X	X			X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	1 x/semana	600	600	10
Máq. lavar roupas de 80 L	3 x/semana			
Pia de cozinha	1 x/dia	900	600	12
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	3 x/dia	5	500	3
Bacia sanitária de suíte	3 x/dia			
Chuveiro de suíte	1 x/dia	1200	1650	7
Bidê/Ducha higiênica				

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	() 18-25 anos	() 26-35 anos	(1) 36-45 anos	() 46-55 anos	(2) + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(2) Feminino	(1) Masculino			
Crianças	() 0 - 6 anos	() 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Adolescentes	() 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Animais	() Sim	Quant. ()	() Não		
Empregada	() Mensalista	() 1 vez/ semana	() 2 vezes/ semana	() 3 vezes/semana	

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X			X					
Cozinha							X			
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X	X		X					
Banheiro da suíte	X	X	X		X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	14 x/semana	300	800	5
Máq. lavar roupas 55 L	1 x/semana			
Pia de cozinha	2 x/dia	120	500	5
Máq. lavar pratos				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	5 x/dia	10	500	5
Bacia sanitária de suíte	2 x/dia			
Chuveiro de suíte	1 x/dia	1200	600	5
Bidê/Ducha higiênica	3 x/dia	10	500	5

1º Parte - Identificação dos moradores

2.1 Número de Moradores:					
Adultos	() 18-25 anos	() 26-35 anos	() 36-45 anos	() 46-55 anos	(1) + de 55 anos
Sexo/ quantidade:	(1) Feminino	() Masculino			
Crianças	() 0 - 6 anos	() 7 - 12 anos			
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Adolescentes	() 13-17 anos				
Sexo/ quantidade	() Feminino	() Masculino			
Animais	() Sim	Quant. ()	() Não		
Empregada	() Mensalista	() 1 vez/ semana	() 2 vezes/ semana	() 3 vezes/semana	(x) 5 vezes/semana

2º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / apartamento									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro de serviço	X	X			X					
Cozinha							X	X		
Á. Serviço									X	X
Banheiro de uso comum	X	X	X		X					
Banheiro da suíte	X	X	X		X					
Outros										

3º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório de serviço				
Bacia sanitária de serviço				
Chuveiro de serviço				
Tanque de lavar roupas	15 x/semana	900	800	9
Máq. lavar roupas de 80 L	3 x/semana			
Pia de cozinha	7 x/dia	600	400	6
Máq. lavar pratos de				
Lavatório de uso comum				
Bacia sanitária de uso comum				
Chuveiro de uso comum				
Bidê/Ducha higiênica				
Lavatório de suíte	20 x/dia	10	800	8
Bacia sanitária de suíte	7 x/dia			
Chuveiro de suíte	1 x/dia	600	500	2
Bidê/Ducha higiênica				

2. RESULTADOS DO TESTE AQUA APLICADO AOS APARELHOS DE USO COMUM

1º Parte - Identificação do imóvel

1ª Parte – Identificação do imóvel		
Endereço: Rua Guilherme Pugsley, 2538		
Bairro: Água Verde	UF: Paraná	
Nome do edifício: Jardim Larissa		
Nº de Apartamento (48)	Nº de Andares (12)	Apartamentos por andar (4)
2º Parte – Tipo de abastecimento		
Rede pública (x)	Poço artesiano ()	

3º Parte – Quantitativo das instalações e equipamentos sanitários

Instalações	Equipamentos / uso comum									
	Lavatório	Bacia sanitária	Bidê	Ducha higiênica	Chuveiro	Banheira	Pia Coz.	Máq. lavar pratos	Tanque	Máq. lavar roupas
Banheiro salão de festas	X	X								
Cozinha salão de festas							X			
Á. Serviço									X	
Banheiro de serviço	X	X								
Cozinha do zelador							X			
Banheiro do zelador	X	X			X					
Torneira de jardim 1										
Torneira de jardim 2										
Torneira de jardim 3										
Outros										

4º Parte – Quantitativo de uso da água potável nas instalações e equipamentos sanitários

Equipamentos	Quantidade de uso (*)	Tempo por uso (s)	Volume medido (mL)	Medição consumo (s)
Lavatório salão de festas	6 x/dia	10	500	4
Bacia sanitária salão de festas	6 x/dia			
Pia de cozinha salão de festas	1 x/mês	1800	500	3
Tanque de lavar roupas de serviço	2 x/dia	900	2000	15
Lavatório de serviço	s/ uso	-	-	-
Bacia sanitária salão de festas	s/ uso	-	-	-
Pia de cozinha do zelador	2 x/dia	600	2000	15
Lavatório do zelador	12 x/dia	10	500	5
Bacia sanitária do zelador	8 x/dia			
Chuveiro do zelador	1 x/dia	300	2000	30
Torneira de jardim 1 (*)	1 x/mês	2700	2000	15
Torneira de jardim 2	s/ uso	-	-	-
Torneira de jardim 3 (*)	1 x/mês	2700	2000	17
VAP				

NOTA: (*) Tempos medidos nas torneiras, porém utilizar vazão da VAP de 360 L/h

3. DETERMINAÇÃO DOS PER CAPITAS DOS APARTAMENTOS

Apartamento 01

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	0,29	450	0,127	16,32	3	5,44
Máquina de Lavar Roupas	0,43			38,57	3	12,86
Lavatório de serviço	0,00	0	0,000	0,00	1	0,00
Bacia sanitária de serviço	0,00			0,00	1	0,00
Chuveiro de serviço	0,00	0	0,000	0,00	1	0,00
Pia de cozinha	4,00	675	0,033	90,00	3	30,00
Lavatório de suíte	10,00	90	0,050	45,00	1	45,00
Bacia sanitária de suíte	4,00			24,00	1	24,00
Ducha Higiénica	0,03	30	0,800	0,80	1	0,80
Chuveiro de suíte	2,00	900	0,066	117,93	1	117,93
Lavatório de uso comum	0,00	0	0,000	0,00	1	0,00
Bacia sanitária de uso comum	0,00			0,00	0	
Bidê de uso comum				0,00		
Chuveiro de uso comum	0,00	0	0,000	0,00	0	
Total						236,03

Apartamento 02

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	5,00	48	0,042	10,00	3	3,33
Máquina de Lavar Roupas	0,43			38,57	3	12,86
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	6,00	300	0,056	100,00	3	33,33
Lavatório de suíte	21,00	10	0,056	11,67	1	11,67
Bacia sanitária de suíte	7,50			45,00	1	45,00
Bidê de suíte				0,00		
Chuveiro de suíte	2,00	1800	0,133	480,00	1	480,00
Lavatório de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						586,19

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos; economia por descarga: 1 descarga a cada dois usos na bacia sanitária

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	5,00	60	0,083	25,00	3	8,33
Máquina de Lavar Roupas	0,43			38,57	3	12,86
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	2,00	600	0,380	456,00	3	152,00
Lavatório de suíte	3,00	30	0,083	7,50	1	7,50
Bacia sanitária de suíte	6,00			36,00	1	36,00
Bidê de suíte	6,00	30	0,120	21,60	1	21,60
Chuveiro de suíte	1,00	600	0,217	130,00	1	130,00
Lavatório de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						368,29
Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos.						

Apartamento 05

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	0,29	600	0,167	28,57	2	14,29
Máquina de Lavar Roupas	0,29			18,57	2	9,29
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	3,00	300	0,100	90,00	2	45,00
Lavatório de suíte	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de suíte	-	-	-	-	-	-
Bidê de suíte	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de suíte	1,00	300	0,217	65,00	1	65,00
Lavatório de uso comum	7,00	27	0,167	31,50	1	31,50
Bacia sanitária de uso comum	8,00			48,00	1	48,00
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						213,07

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos.

Apartamento 06

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	0,29	180	0,167	8,57	3	2,86
Máquina de Lavar Roupas	0,43			34,29	3	11,43
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	15,00	120	0,167	300,00	3	100,00
Lavatório de suíte	4,00	60	0,125	30,00	1	30,00
Bacia sanitária de suíte	1,00			6,00	1	6,00
Bidê de suíte	1,00	1	0,125	0,13	1	0,13
Chuveiro de suíte	2,00	240	0,240	115,20	1	115,20
Lavatório de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						265,61

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos.

Apartamento 07

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	2,14	300	0,250	160,71	4	40,18
Máquina de Lavar Roupas	5,00			450,00	4	112,50
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	3,00	600	0,100	180,00	4	45,00
Lavatório de suíte	5,00	10	0,100	5,00	1	5,00
Bacia sanitária de suíte	3,00			18,00	1	18,00
Bidê de suíte	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de suíte	2,00	900	0,125	225,00	1	225,00
Lavatório de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						445,68

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos.

Apartamento 08

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	1,00	5	0,167	0,83	2	0,42
Máquina de Lavar Roupas	0,14			9,29	2	4,64
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	3,00	10	0,250	7,50	2	3,75
Lavatório de suíte	11,00	10	0,167	18,33	1	18,33
Bacia sanitária de suíte (*)	3,57			21,43	1	21,43
Bidê de suíte	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de suíte	1,00	1200	0,120	144,00	1	144,00
Lavatório de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						192,57

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos.

(*) Usa água da máquina de lavar roupas na bacia sanitária dois dias da semana

Apartamento 09

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	0,14	600	0,060	5,14	2	2,57
Máquina de Lavar Roupas	0,43			34,29	2	17,14
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	1,00	900	0,050	45,00	2	22,50
Lavatório de suíte	3,00	5	0,167	2,50	1	2,50
Bacia sanitária de suíte	3,00			18,00	1	18,00
Bidê de suíte	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de suíte	1,00	1200	0,236	282,86	1	282,86
Lavatório de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						345,57

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos.

Apartamento 10

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	2,00	300	0,160	96,00	2	48,00
Máquina de Lavar Roupas	1,00			55,00	2	27,50
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	2,00	120	0,100	24,00	2	12,00
Lavatório de suíte	5,00	10	0,100	5,00	1	5,00
Bacia sanitária de suíte	2,00			12,00	1	12,00
Bidê de suíte	3,00	10	0,100	3,00	1	3,00
Chuveiro de suíte	1,00	1200	0,120	144,00	1	144,00
Lavatório de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						251,50

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos.

Apartamento 11

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Tanque de Lavar Roupas	2,14	900	0,089	171,43	1	171,43
Máquina de Lavar Roupas	0,43			27,86	1	27,86
Lavatório de serviço	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de serviço	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de serviço	-	-	-	-	-	-
Pia de cozinha	7,00	600	0,067	280,00	1	280,00
Lavatório de suíte	20,00	10	0,100	20,00	1	20,00
Bacia sanitária de suíte	7,00			0,08	1	0,08
Bidê de suíte	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de suíte	1,00	600	0,250	150,00	1	150,00
Lavatório de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bacia sanitária de uso comum	-	-	-	-	-	-
Bidê de uso comum	-	-	-	-	-	-
Chuveiro de uso comum	-	-	-	-	-	-
Total						649,36

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao banheiro de uso comum nos apartamentos.

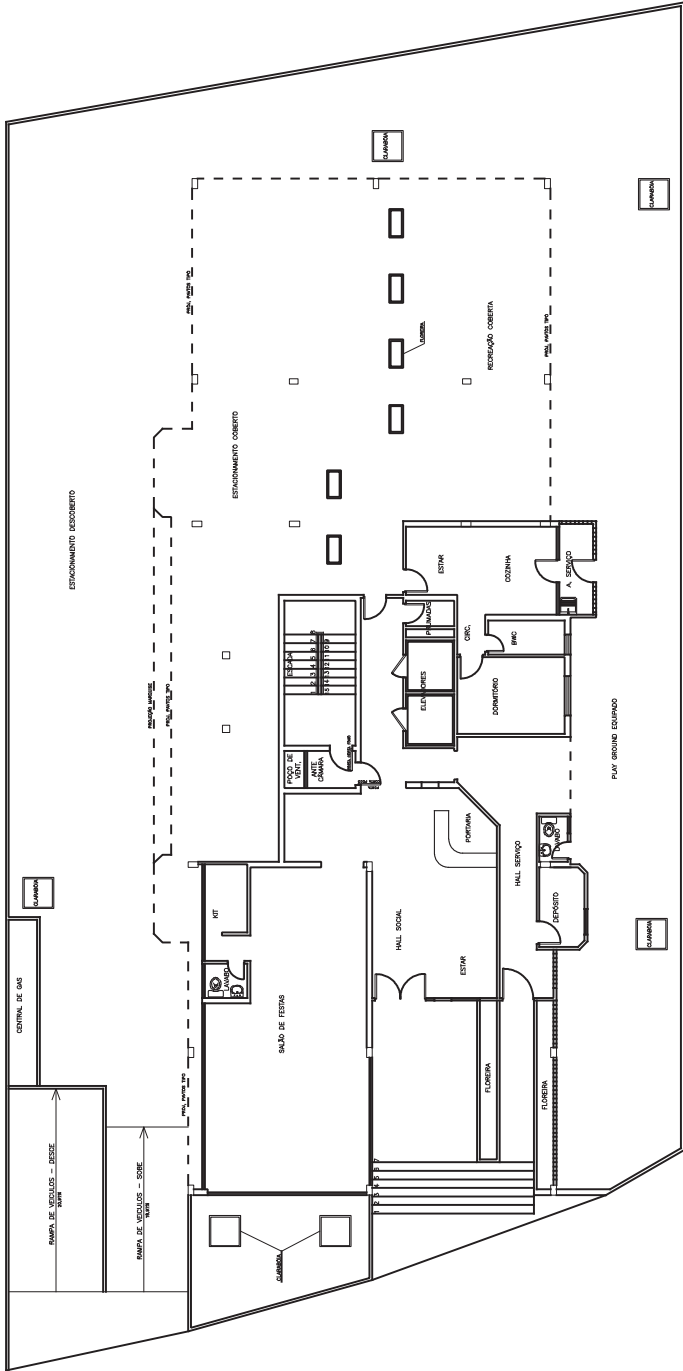
4. DETERMINAÇÃO DOS PER CAPITAS DOS APARELHOS DE USO COMUM

Peças de Utilização	Uso		Vazão de Consumo			
	Quantidade/dia	Tempo de uso/uso (s)	Vazão do aparelho (L/s)	Consumo diário (L)	habitantes	per capita (L/hab.dia)
Lavatório de serviço (*)	0,00			0,00	132	0,00
Lavatório do salão de festas	6,00	10	0,125	7,50	132	0,06
Pia de cozinha do zelador	2,00	600	0,133	160,00	132	1,21
Pia de cozinha do salão de festas (**)	0,03	1800	0,167	10,00	132	0,08
Tanque de lavar roupas	2,00	900	0,133	240,00	132	1,82
Lavatório do zelador	12,00	10	0,100	12,00	132	0,09
Bacia sanitária do salão de festas	6,00			36,00	132	0,27
Bacia sanitária de serviço	0,00			0,00	132	0,00
Bacia sanitária do zelador	8,00			48,00	132	0,36
Torneira de jardim 1 (VAP para rega) (**)	0,03	2700	0,100	9,00	132	0,07
Torneira de jardim 2				0,00	132	0,00
Torneira de jardim 3 (VAP para rega) (**)	0,03	2700	0,100	9,00	132	0,07
TOTAL						4,03

Nota: os usos comuns aqui especificados referem-se ao uso comum no edifício

(*) - sem uso, segundo informação do condomínio

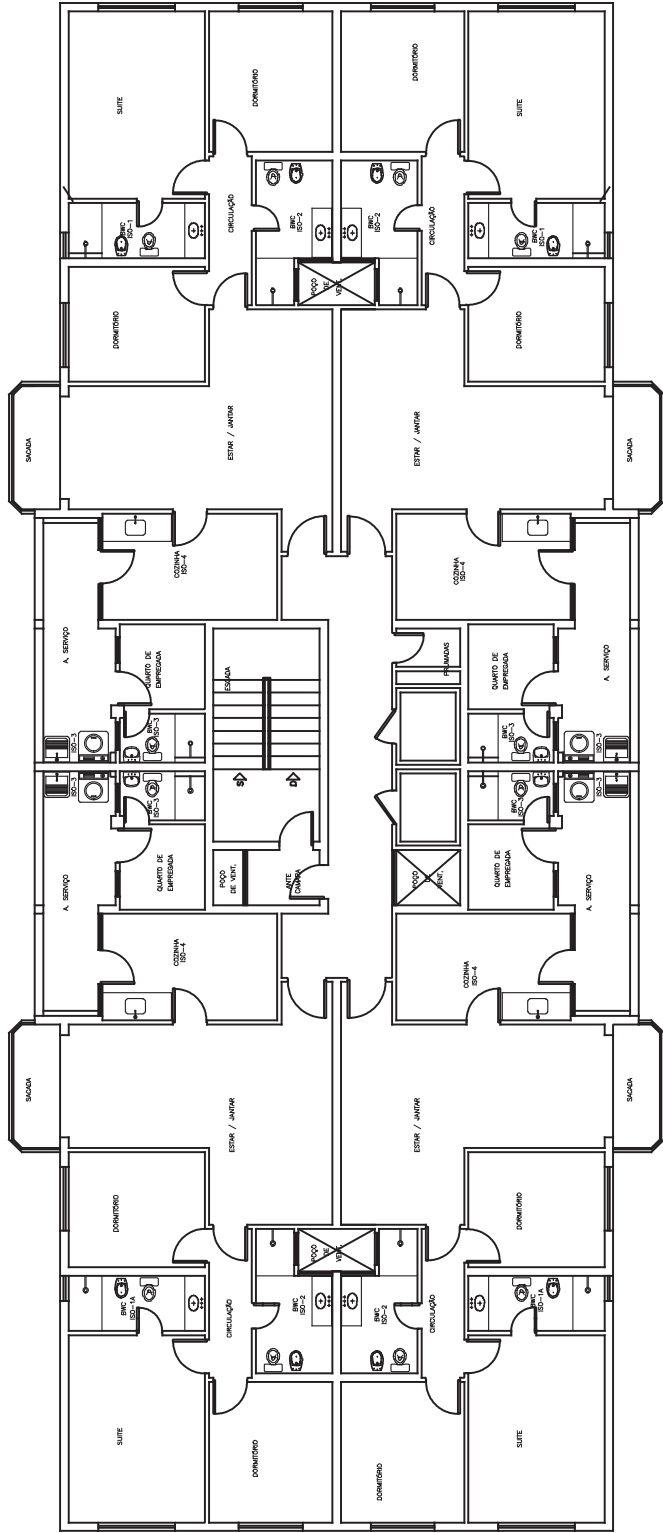
(**) - considerou-se 1 uso por mês



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TÉRREO

ESCALA - 1/150

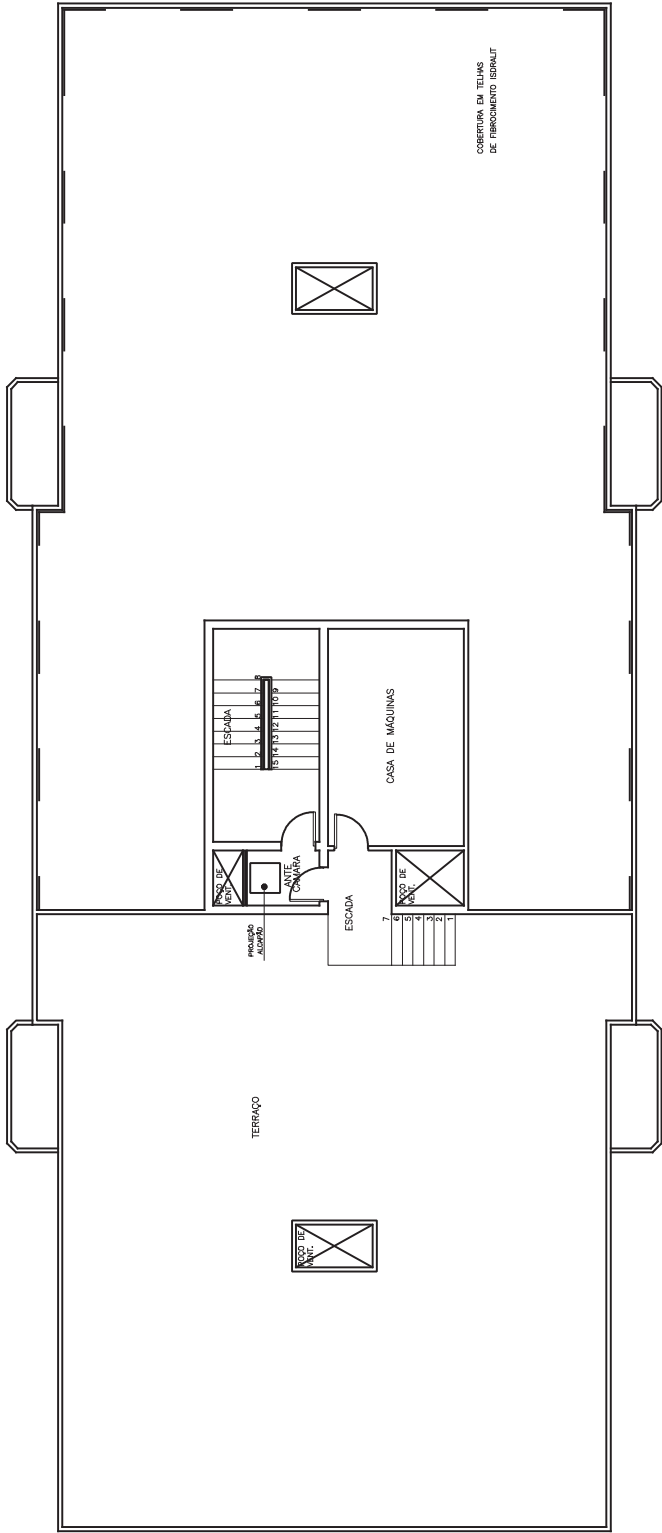
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL		PRANCHIA Nº:	
DESENHO: AUTOCAD	OBRA: EDIFÍCIO JARDIM LARISSA	01	
ESCALA: INDICADA	REFERENTE: ARQUITETÔNICO		
LOCAL: CURITIBA	- PLANTA BAIXA TÉRREO		
DATA: 01/02/2005	ALUNO: MARLLON B. LOBATO	01-03	



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO

ESCALA - 1/100

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL		PRANCHIA Nº:	
DESENHO: AUTOCAD	OBRA: EDIFÍCIO JARDIM LARISSA	02	
ESCALA: INDICADA	REFERENTE: ARQUITETÔNICO		
LOCAL: CURITIBA	— PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO		
DATA: 01/02/2005	ALUNO: MARLLON B. LOBATO	02-03	

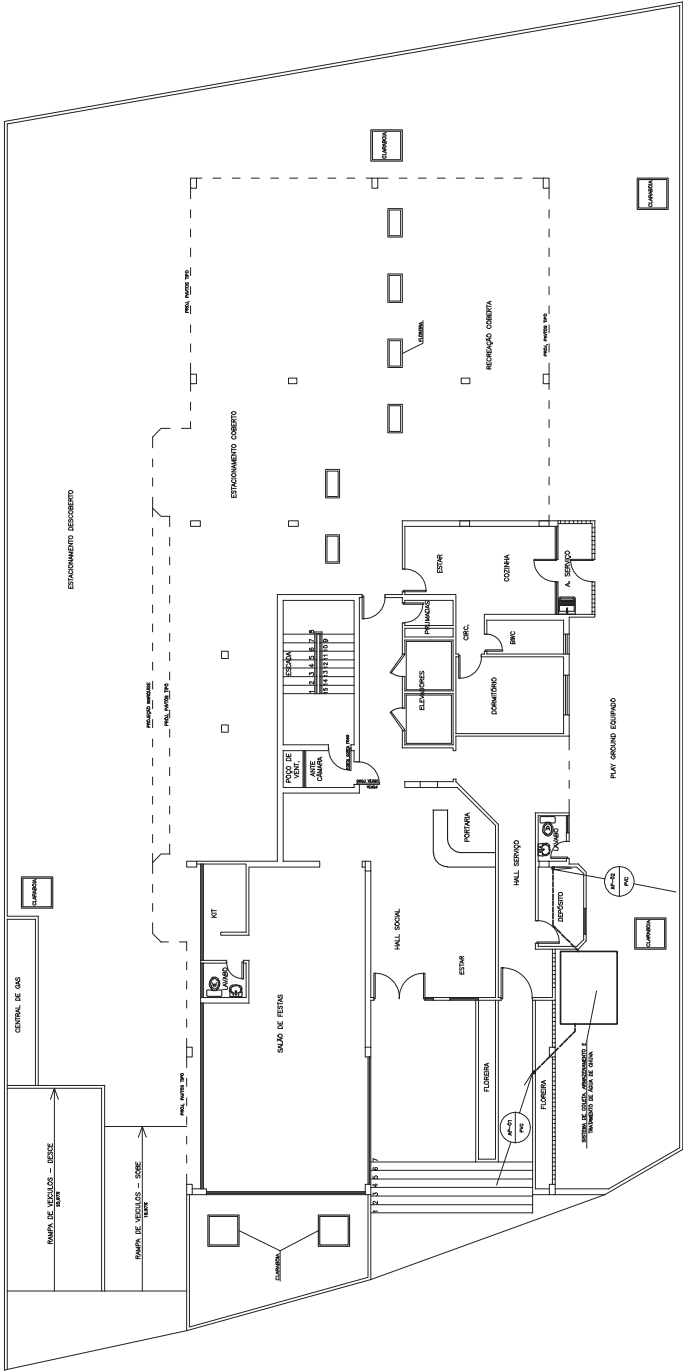


PLANTA BAIXA - COBERTURA

ESCALA - 1/100

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL		PRANCHIA Nº:	
DESENHO: AUTOCAD	OBRA: EDIFÍCIO JARDIM LARISSA	03	
ESCALA: INDICADA	REFERENTE: ARQUITETÔNICO		
LOCAL: CURITIBA	— PLANTA BAIXA COBERTURA		
DATA: 01/02/2005	ALUNO: MARLLON B. LOBATO		03-03

ANEXO 03 – PLANTAS DA EDIFICAÇÃO COM IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TÉRREO

ESCALA - 1/150

LEGENDA

AP - COLUNA DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA

PRANCHA Nº:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL
UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

01

OBRA: EDIFÍCIO JARDIM LARISSA

REFERENTE:

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA
- PLANTA BAIXA TÉRREO

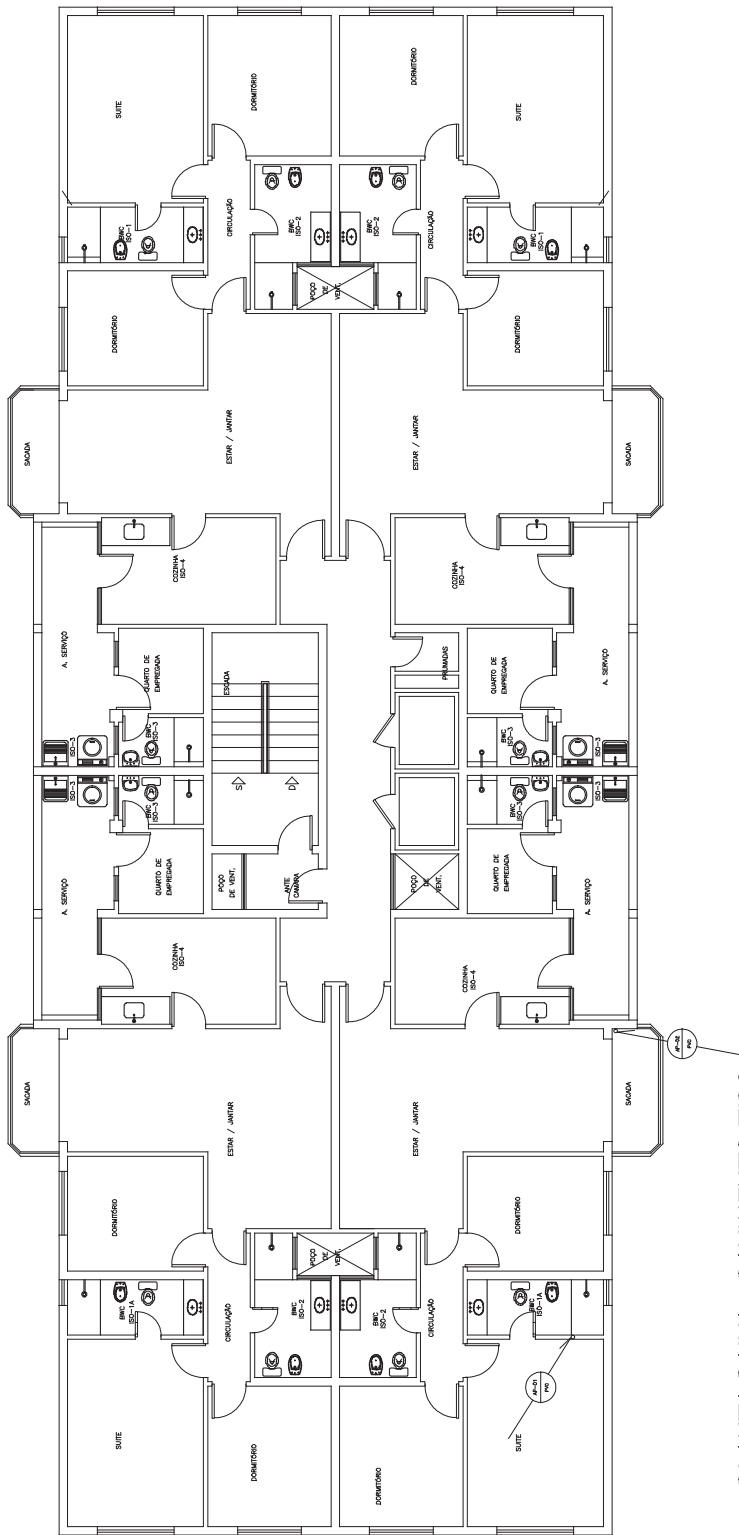
ESCALA: INDICADA

LOCAL: CURITIBA

DATA: 01/02/2005

ALUNO: MARILLON B. LOBATO

01-03



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO
ESCALA - 1/100

LEGENDA

AP - COLUNA DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA

PRANCHA Nº:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL
UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

02

OBRA: EDIFÍCIO JARDIM LARISSA

REFERENTE:

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA
- PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO

DATA: 01/02/2005

ALUNO: MARLLON B. LOBATO

02-03



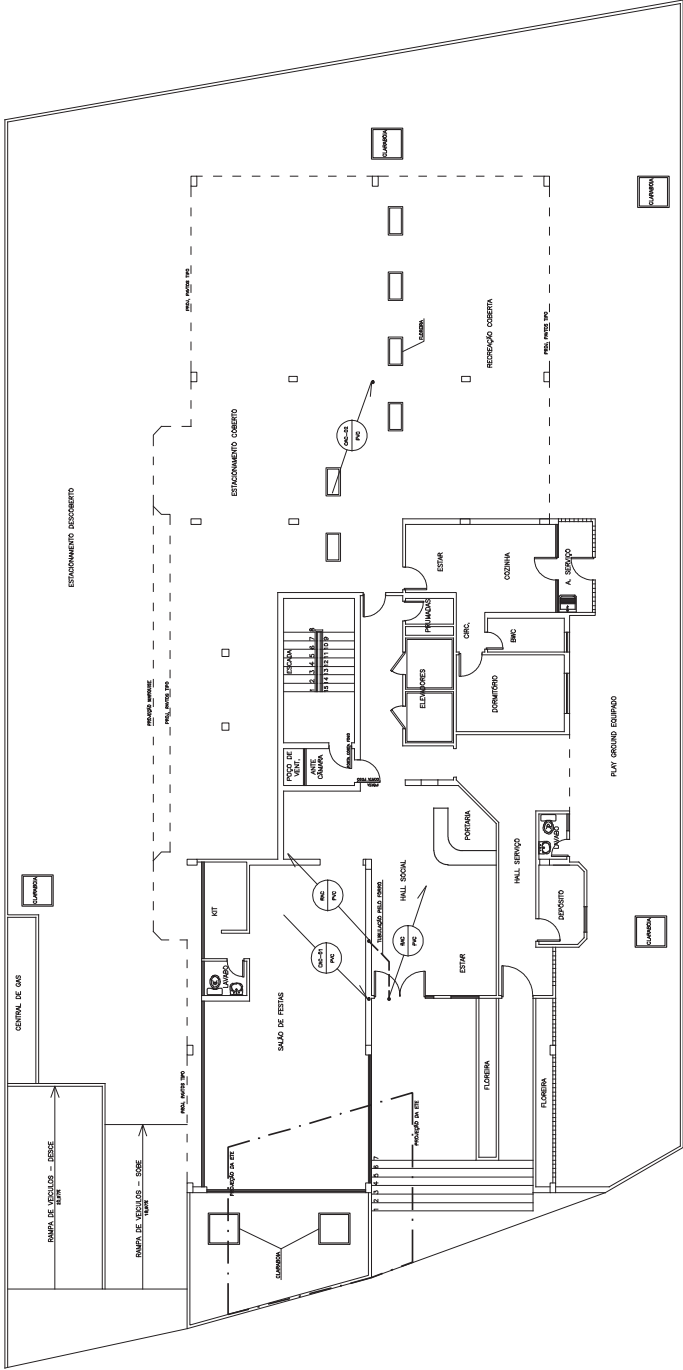
ESCALA - $\frac{1}{100}$

AP - COLUNA DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

03-03

DESENHO:	AUTOCAD	OBRA:	EDIFÍCIO JARDIM LARISSA
	INDICADA	REFERENTE:	UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA - PLANTA BAIXA COBERTURA
	LOCAL:		
	CURITIBA	ALUNO:	MARLLON B. LOBATO
DATA:	01/02/2005		



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TÉRREO
ESCALA - 1/150

LEGENDA
CAC - COLUNA DE COLETA DE ÁGUA CINZA
DAC - COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA CINZA
RAC - RECALQUE DE ÁGUA CINZA

PRANCHA N°:

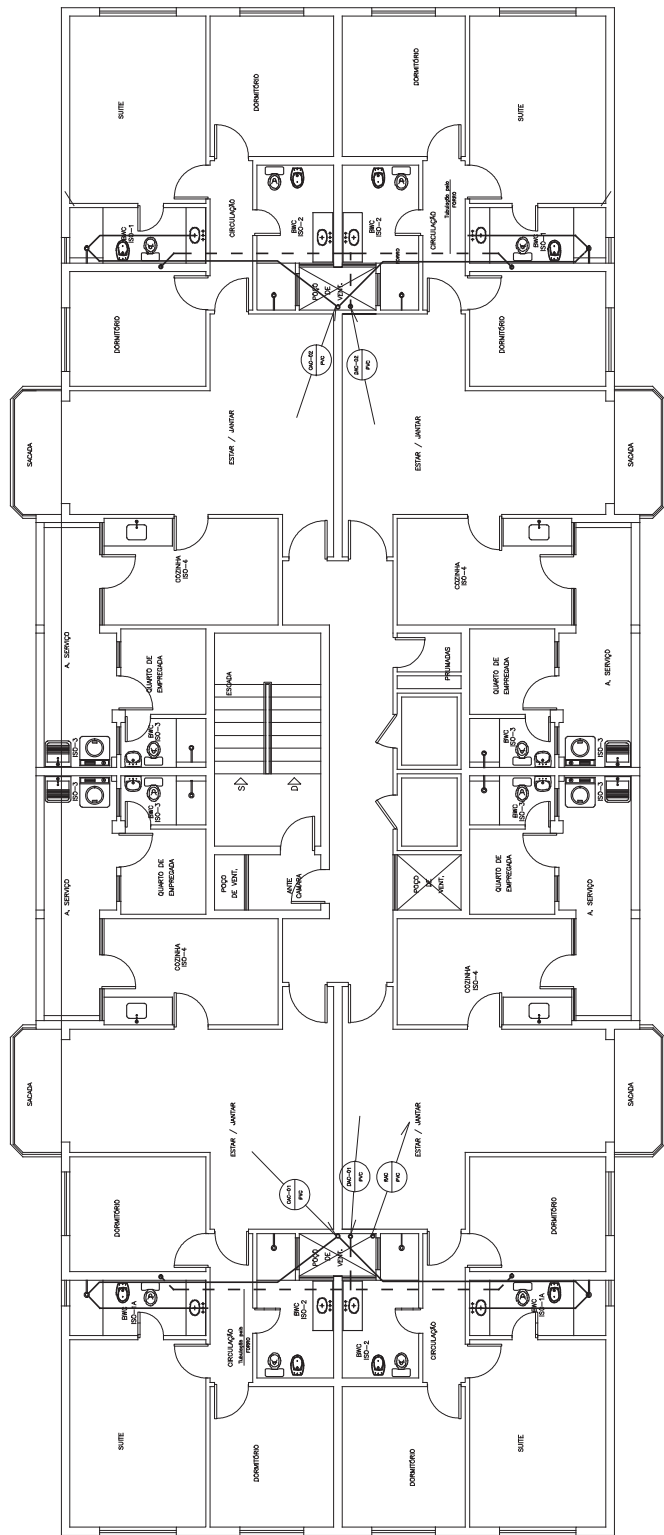
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL
UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

01

DESENHO: AUTOCAD
ESCALA: INDICADA
LOCAL: CURITIBA
OBRA: EDIFÍCIO JARDIM LARISSA
REFERENTE: UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA
- PLANTA BAIXA TÉRREO

DATA: 01/02/2005
ALUNO: MARLLON B. LOBATO

01-03



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO
ESCALA - 1/100

LEGENDA

CAC - COLUNA DE COLETA DE ÁGUA CINZA
DAC - COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA CINZA
RAC - RECALQUE DE ÁGUA CINZA

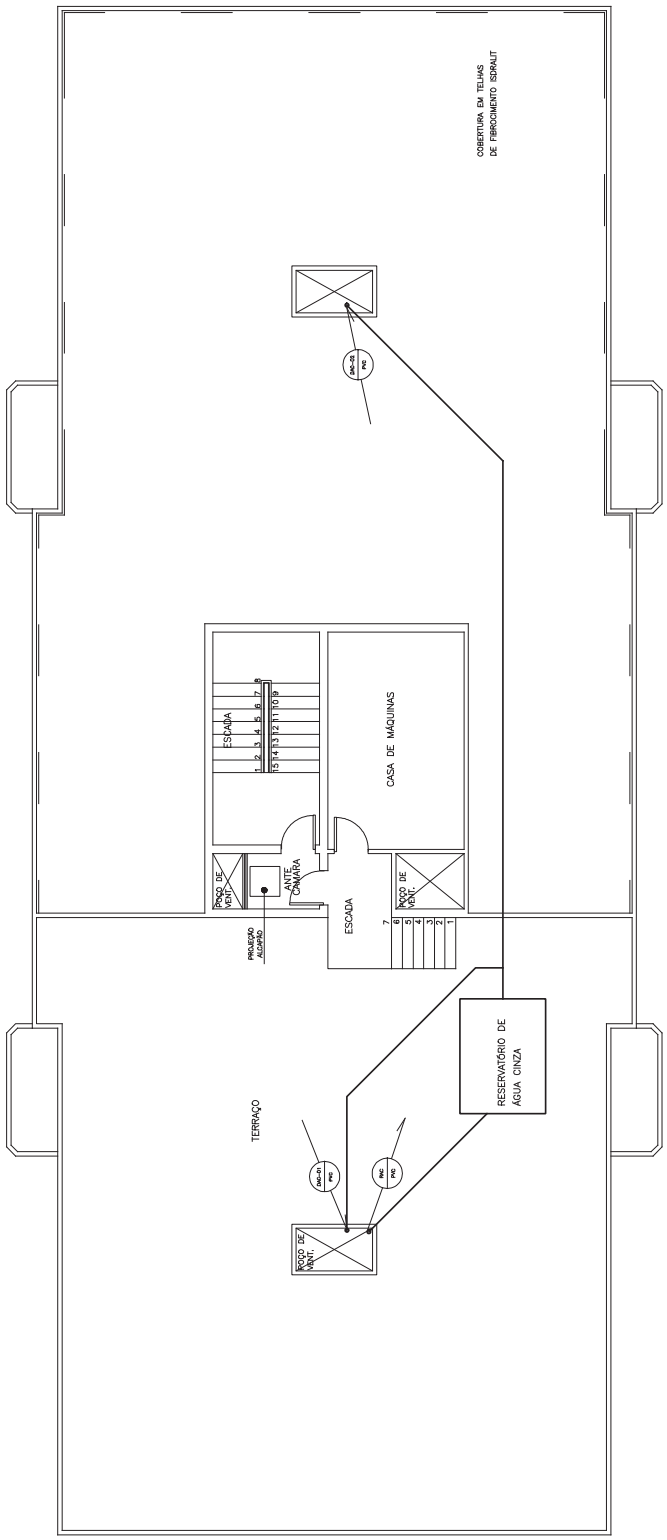
FRANCHA Nº:

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

DESENHO: AUTOCAD	OBRA: EDIFÍCIO JARDIM LARISSA
ESCALA: INDICADA	REFERENTE:
LOCAL: CURITIBA	UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA - PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO
DATA: 01/02/2005	ALUNO: MARLLON B. LOBATO

02

02-03



PLANTA BAIXA - COBERTURA
ESCALA - 1/100

LEGENDA

- CAC - COLUMNA DE COLETA DE ÁGUA CINZA
- RAC - COLUMNA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA CINZA
- RAC - REDALGUE DE ÁGUA CINZA

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL		FRANCHA N.º	
DESENHO:	AUTOCAD	OBRA:	EDIFÍCIO JARDIM LARISSA
ESCALA:	INDICADA	REFERENTE:	
LOCAL:	CURITIBA	UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA - PLANTA BAIXA COBERTURA	
DATA:	01/02/2005	ALUNO:	MARLLON B. LOBATO

03

03-03

TABELAS DE CUSTO DA ÁGUA POTÁVEL

1. Tarifas da SANEPAR

Insumo	Categoria	Tarifa	m³/mês	valor (R\$)	Valor excedente ⁽¹⁾ (R\$/m³ exc.)
Água	Residencial	Normal	acima de 10	16,35	2,45
Esgoto				13,90	2,08

NOTA: (1) Valor excedente a 10 m³/economia

2. Custo da Água Potável sem ações de economia

Sem ações de economia					
	per capita L/hab.dia	Consumo Diário L	Consumo Mensal m³	Consumo Mensal m³/mês	Custo Mensal R\$/mês
Água	228,31	30.136	30,14	904,00	1.815,45
Esgoto ⁽¹⁾	228,31	30.136	30,14	904,00	1.542,22
TOTAL	-	-	-	-	3.357,67

NOTA: (1) O custo do esgoto é 85% do valor do custo da água

3. Custo da Água Potável com a adoção de aparelhos economizadores de água

Com Aparelhos Economizadores						Economia Gerada	
	per capita L/hab.dia	Consumo Diário L	Consumo Mensal m³	Consumo Mensal m³/mês	Custo Mensal R\$/mês	m³/mês	R\$/mês
Água	193,85	25.589	25,59	768,00	1.482,25	136,00	333,20
Esgoto ⁽¹⁾	193,85	25.589	25,59	768,00	1.259,34	136,00	282,88
TOTAL	-	-	-	-	2.741,59	-	616,08

NOTA: (1) O custo do esgoto é 85% do valor do custo da água

4. Custo da Água Potável com a adoção de medição individualizada

Com Medição Individualizada						Economia Gerada	
	per capita L/hab.dia	Consumo Diário L	Consumo Mensal m³	Consumo Mensal m³/mês	Custo Mensal R\$/mês	m³/mês	R\$/mês
Água	176,94	23.356	23,36	701,00	1.318,10	203,00	497,35
Esgoto ⁽¹⁾	176,94	23.356	23,36	701,00	1.119,98	203,00	422,24
TOTAL	-	-	-	-	2.438,08	-	919,59

NOTA: (1) O custo do esgoto é 85% do valor do custo da água

5. Custo da Água Potável com utilização de água cinza tratada em bacias sanitárias

Com Utilização de água cinza tratada em bacias sanitárias						Economia Gerada	
	per capita	Consumo Diário		Consumo Mensal	Custo Mensal	m³/mês	R\$/mês
	L/hab.dia	L	m³	m³/mês	R\$/mês		
Água	156,39	20.643	20,64	619,00	1.117,20	285,00	698,25
Esgoto (1)	156,39	20.643	20,64	619,00	949,42	285,00	592,80
TOTAL	-	-	-	-	2.066,62	-	1.291,05

NOTA: (1) O custo do esgoto é 85% do valor do custo da água

6. Custo da Água Potável com utilização de água de chuva para a lavagem de pisos, garagens e rega de jardim

Com Utilização de água de chuva para lavagem de pisos, garagens e rega de jardim						Economia Gerada	
	per capita	Consumo Diário		Consumo Mensal	Custo Mensal	m³/mês	R\$/mês
	L/hab.dia	L	m³	m³/mês	R\$/mês		
Água	223,74	29.534	29,53	886,01	1.771,37	17,99	44,08
Esgoto (1)	223,74	29.534	29,53	886,01	1.504,80	17,99	37,42
TOTAL	-	-	-	-	3.276,17	-	81,50

NOTA: (1) O custo do esgoto é 85% do valor do custo da água

TABELAS DE CUSTO DOS SISTEMAS DE ÁGUA CINZA E ÁGUA DE CHUVA

1. Custo de implantação e operação da utilização de água cinza tratada em bacias sanitárias

Captação	Diâmetro	Comprimento/apto.	Nº de apto.	Comprimento Total	Custo Colocada
	mm	m		m	R\$
Ramais de Descarga	40	5	48	240,0	2400,00
Coluna de Ventilação	75	-	-	79,0	1030,00
Tubo de Queda	100	-	-	74,0	1184,00
Sub-coletor	100	-	-	20,0	320,00

Tratamento	Implantação	Operação	Energia		Produto Químico	
	Custo R\$	Custo/mês R\$/mês	Gasto kW/mês	Custo R\$/mês	Gasto/mês kg/mês	Custo R\$/mês
ETE Mizumo	37.445,00	900	43,2	18,00	150	1425,00
Cloração	2.300,00	300	32,4	14,00	90	855,00

Recalque	Quantidade	Diâmetro	Custo Colocada	Implantação	Energia	
					Gasto	Custo
		mm	R\$	R\$	kW/mês	R\$/mês
Conjunto motor-bomba	2 un	-	-	3.344,00	2,7	-
Tub. Recalque	56 m	20	168,00	-	-	-
Tub. Sucção	4 m	25	16,00	-	-	-
Reservatório de 2 m³	3 un	-	-	2.650,00	-	-

Distribuição	Diâmetro	Quantidade	Custo colocada
	mm		R\$
Reservatório 2,0 m³	-	3 un	2.625,00
Reservatório 2,5 m³	-	1 un	1.100,00
Reservatório 3,0 m³	-	2 un	2.600,00
Barrilete	32	5 m	40,00
	32	32 m	256,00
Colunas	25	16 m	64,00
	20	22 m	66,00
Ramais	20	211 m	633,00
Sub-Ramais	20	154 m	231,00

2. Custo de implantação e operação da utilização de água chuva na lavagem de pisos, garagens e rega de jardim

Tratamento/ Cloração	Implantação	Produto Químico	
	Custo R\$	Gasto/mês kg/mês	Custo R\$/mês
	4500	120	840
Distribuição	Diâmetro mm	Quantidade	Custo R\$
Reservatório 2,5 m ³	-	1 un	900
Reservatório 180 L	-	1 un	312
Condutor horizontal (*)	100	12 m	192,00

TABELA – AVALIAÇÃO DO RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA CINZA COM TRATAMENTO (continua)

Volume ingerido (mL)	Coliformes Fecais (ufc/100mL)	N	P	Número de Exp. em 1 ano	Risco em 1 ano	Limite (EPA)	Avaliação do Risco
1	4,00E+00	4,00E-02	4,24E-09	365	1,55E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
2		8,00E-02	8,47E-09		3,09E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
3		1,20E-01	1,27E-08		4,64E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
4		1,60E-01	1,69E-08		6,18E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
5		2,00E-01	2,12E-08		7,73E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
6		2,40E-01	2,54E-08		9,28E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
7		2,80E-01	2,97E-08		1,08E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
8		3,20E-01	3,39E-08		1,24E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
9		3,60E-01	3,81E-08		1,39E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
10		4,00E-01	4,24E-08		1,55E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
11		4,40E-01	4,66E-08		1,70E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
12		4,80E-01	5,08E-08		1,86E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
13		5,20E-01	5,51E-08		2,01E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
14		5,60E-01	5,93E-08		2,16E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
15		6,00E-01	6,35E-08		2,32E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
16		6,40E-01	6,78E-08		2,47E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
17		6,80E-01	7,20E-08		2,63E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
18		7,20E-01	7,62E-08		2,78E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
19		7,60E-01	8,05E-08		2,94E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
20		8,00E-01	8,47E-08		3,09E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
21		8,40E-01	8,90E-08		3,25E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
22		8,80E-01	9,32E-08		3,40E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
23		9,20E-01	9,74E-08		3,56E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
24		9,60E-01	1,02E-07		3,71E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
25		1,00E+00	1,06E-07		3,87E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
26		1,04E+00	1,10E-07		4,02E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
27		1,08E+00	1,14E-07		4,17E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
28		1,12E+00	1,19E-07		4,33E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
29		1,16E+00	1,23E-07		4,48E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
30		1,20E+00	1,27E-07		4,64E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
31		1,24E+00	1,31E-07		4,79E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
32		1,28E+00	1,36E-07		4,95E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
33		1,32E+00	1,40E-07		5,10E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
34		1,36E+00	1,44E-07		5,26E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
35		1,40E+00	1,48E-07		5,41E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
36		1,44E+00	1,52E-07		5,57E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
37		1,48E+00	1,57E-07		5,72E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
38		1,52E+00	1,61E-07		5,88E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
39		1,56E+00	1,65E-07		6,03E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
40		1,60E+00	1,69E-07		6,18E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
41		1,64E+00	1,74E-07		6,34E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
42		1,68E+00	1,78E-07		6,49E-05	1,00E-04	SEGURANÇA

TABELA – AVALIAÇÃO DO RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA CINZA COM TRATAMENTO (continua)

Volume ingerido (mL)	Coliformes Fecais (ufc/100mL)	N	P	Número de Exp. em 1 ano	Risco em 1 ano	Limite (EPA)	Avaliação do Risco
43	4,00E+00	1,72E+00	1,82E-07	365	6,65E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
44		1,76E+00	1,86E-07		6,80E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
45		1,80E+00	1,91E-07		6,96E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
46		1,84E+00	1,95E-07		7,11E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
47		1,88E+00	1,99E-07		7,27E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
48		1,92E+00	2,03E-07		7,42E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
49		1,96E+00	2,08E-07		7,58E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
50		2,00E+00	2,12E-07		7,73E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
51		2,04E+00	2,16E-07		7,89E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
52		2,08E+00	2,20E-07		8,04E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
53		2,12E+00	2,25E-07		8,19E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
54		2,16E+00	2,29E-07		8,35E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
55		2,20E+00	2,33E-07		8,50E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
56		2,24E+00	2,37E-07		8,66E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
57		2,28E+00	2,41E-07		8,81E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
58		2,32E+00	2,46E-07		8,97E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
59		2,36E+00	2,50E-07		9,12E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
60		2,40E+00	2,54E-07		9,28E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
61		2,44E+00	2,58E-07		9,43E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
62		2,48E+00	2,63E-07		9,59E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
63		2,52E+00	2,67E-07		9,74E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
64		2,56E+00	2,71E-07		9,90E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
65		2,60E+00	2,75E-07		1,00E-04	1,00E-04	RISCO
66		2,64E+00	2,80E-07		1,02E-04	1,00E-04	RISCO
67		2,68E+00	2,84E-07		1,04E-04	1,00E-04	RISCO
68		2,72E+00	2,88E-07		1,05E-04	1,00E-04	RISCO
69		2,76E+00	2,92E-07		1,07E-04	1,00E-04	RISCO
70		2,80E+00	2,97E-07		1,08E-04	1,00E-04	RISCO
71		2,84E+00	3,01E-07		1,10E-04	1,00E-04	RISCO
72		2,88E+00	3,05E-07		1,11E-04	1,00E-04	RISCO
73		2,92E+00	3,09E-07		1,13E-04	1,00E-04	RISCO
74		2,96E+00	3,13E-07		1,14E-04	1,00E-04	RISCO
75		3,00E+00	3,18E-07		1,16E-04	1,00E-04	RISCO
76		3,04E+00	3,22E-07		1,18E-04	1,00E-04	RISCO
77		3,08E+00	3,26E-07		1,19E-04	1,00E-04	RISCO
78		3,12E+00	3,30E-07		1,21E-04	1,00E-04	RISCO
79		3,16E+00	3,35E-07		1,22E-04	1,00E-04	RISCO
80		3,20E+00	3,39E-07		1,24E-04	1,00E-04	RISCO
81		3,24E+00	3,43E-07		1,25E-04	1,00E-04	RISCO
82		3,28E+00	3,47E-07		1,27E-04	1,00E-04	RISCO
83		3,32E+00	3,52E-07		1,28E-04	1,00E-04	RISCO
84		3,36E+00	3,56E-07		1,30E-04	1,00E-04	RISCO

TABELA – AVALIAÇÃO DO RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA CINZA COM TRATAMENTO (conclusão)

Volume ingerido (mL)	Coliformes Fecais (ufc/100mL)	N	P	Número de Exp. em 1 ano	Risco em 1 ano	Limite (EPA)	Avaliação do Risco
85	4,00E+00	3,40E+00	3,60E-07	365	1,31E-04	1,00E-04	RISCO
86		3,44E+00	3,64E-07		1,33E-04	1,00E-04	RISCO
87		3,48E+00	3,69E-07		1,35E-04	1,00E-04	RISCO
88		3,52E+00	3,73E-07		1,36E-04	1,00E-04	RISCO
89		3,56E+00	3,77E-07		1,38E-04	1,00E-04	RISCO
90		3,60E+00	3,81E-07		1,39E-04	1,00E-04	RISCO
91		3,64E+00	3,85E-07		1,41E-04	1,00E-04	RISCO
92		3,68E+00	3,90E-07		1,42E-04	1,00E-04	RISCO
93		3,72E+00	3,94E-07		1,44E-04	1,00E-04	RISCO
94		3,76E+00	3,98E-07		1,45E-04	1,00E-04	RISCO
95		3,80E+00	4,02E-07		1,47E-04	1,00E-04	RISCO
96		3,84E+00	4,07E-07		1,48E-04	1,00E-04	RISCO
97		3,88E+00	4,11E-07		1,50E-04	1,00E-04	RISCO
98		3,92E+00	4,15E-07		1,52E-04	1,00E-04	RISCO
99		3,96E+00	4,19E-07		1,53E-04	1,00E-04	RISCO
100		4,00E+00	4,24E-07		1,55E-04	1,00E-04	RISCO

TABELA – AVALIAÇÃO DO RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA PLUVIAL COM TRATAMENTO (continua)

Volume ingerido (mL)	Coliformes Fecais (NMP/100mL)	N	P	Número de Exp. em 1 ano	Risco em 1 ano	Limite (EPA)	Avaliação do Risco
1	3,21E+00	3,21E-02	3,40E-09	365	1,24E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
2		6,42E-02	6,80E-09		2,48E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
3		9,63E-02	1,02E-08		3,72E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
4		1,28E-01	1,36E-08		4,96E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
5		1,61E-01	1,70E-08		6,20E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
6		1,93E-01	2,04E-08		7,44E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
7		2,25E-01	2,38E-08		8,69E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
8		2,57E-01	2,72E-08		9,93E-06	1,00E-04	SEGURANÇA
9		2,89E-01	3,06E-08		1,12E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
10		3,21E-01	3,40E-08		1,24E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
11		3,53E-01	3,74E-08		1,36E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
12		3,85E-01	4,08E-08		1,49E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
13		4,17E-01	4,42E-08		1,61E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
14		4,49E-01	4,76E-08		1,74E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
15		4,82E-01	5,10E-08		1,86E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
16		5,14E-01	5,44E-08		1,99E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
17		5,46E-01	5,78E-08		2,11E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
18		5,78E-01	6,12E-08		2,23E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
19		6,10E-01	6,46E-08		2,36E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
20		6,42E-01	6,80E-08		2,48E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
21		6,74E-01	7,14E-08		2,61E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
22		7,06E-01	7,48E-08		2,73E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
23		7,38E-01	7,82E-08		2,85E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
24		7,70E-01	8,16E-08		2,98E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
25		8,03E-01	8,50E-08		3,10E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
26		8,35E-01	8,84E-08		3,23E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
27		8,67E-01	9,18E-08		3,35E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
28		8,99E-01	9,52E-08		3,47E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
29		9,31E-01	9,86E-08		3,60E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
30		9,63E-01	1,02E-07		3,72E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
31		9,95E-01	1,05E-07		3,85E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
32		1,03E+00	1,09E-07		3,97E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
33		1,06E+00	1,12E-07		4,09E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
34		1,09E+00	1,16E-07		4,22E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
35		1,12E+00	1,19E-07		4,34E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
36		1,16E+00	1,22E-07		4,47E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
37		1,19E+00	1,26E-07		4,59E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
38		1,22E+00	1,29E-07		4,71E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
39		1,25E+00	1,33E-07		4,84E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
40		1,28E+00	1,36E-07		4,96E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
41		1,32E+00	1,39E-07		5,09E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
42		1,35E+00	1,43E-07		5,21E-05	1,00E-04	SEGURANÇA

TABELA – AVALIAÇÃO DO RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA PLUVIAL COM TRATAMENTO (continua)

Volume ingerido (mL)	Coliformes Fecais (NMP/100mL)	N	P	Número de Exp. em 1 ano	Risco em 1 ano	Limite (EPA)	Avaliação do Risco
43	3,21E+00	1,38E+00	1,46E-07	365	5,34E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
44		1,41E+00	1,50E-07		5,46E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
45		1,44E+00	1,53E-07		5,58E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
46		1,48E+00	1,56E-07		5,71E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
47		1,51E+00	1,60E-07		5,83E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
48		1,54E+00	1,63E-07		5,96E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
49		1,57E+00	1,67E-07		6,08E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
50		1,61E+00	1,70E-07		6,20E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
51		1,64E+00	1,73E-07		6,33E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
52		1,67E+00	1,77E-07		6,45E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
53		1,70E+00	1,80E-07		6,58E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
54		1,73E+00	1,84E-07		6,70E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
55		1,77E+00	1,87E-07		6,82E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
56		1,80E+00	1,90E-07		6,95E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
57		1,83E+00	1,94E-07		7,07E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
58		1,86E+00	1,97E-07		7,20E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
59		1,89E+00	2,01E-07		7,32E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
60		1,93E+00	2,04E-07		7,44E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
61		1,96E+00	2,07E-07		7,57E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
62		1,99E+00	2,11E-07		7,69E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
63		2,02E+00	2,14E-07		7,82E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
64		2,05E+00	2,18E-07		7,94E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
65		2,09E+00	2,21E-07		8,07E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
66		2,12E+00	2,24E-07		8,19E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
67		2,15E+00	2,28E-07		8,31E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
68		2,18E+00	2,31E-07		8,44E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
69		2,21E+00	2,35E-07		8,56E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
70		2,25E+00	2,38E-07		8,69E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
71		2,28E+00	2,41E-07		8,81E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
72		2,31E+00	2,45E-07		8,93E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
73		2,34E+00	2,48E-07		9,06E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
74		2,38E+00	2,52E-07		9,18E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
75		2,41E+00	2,55E-07		9,31E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
76		2,44E+00	2,58E-07		9,43E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
77		2,47E+00	2,62E-07		9,55E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
78		2,50E+00	2,65E-07		9,68E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
79		2,54E+00	2,69E-07		9,80E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
80		2,57E+00	2,72E-07		9,93E-05	1,00E-04	SEGURANÇA
81		2,60E+00	2,75E-07		1,01E-04	1,00E-04	RISCO
82		2,63E+00	2,79E-07		1,02E-04	1,00E-04	RISCO
83		2,66E+00	2,82E-07		1,03E-04	1,00E-04	RISCO
84		2,70E+00	2,86E-07		1,04E-04	1,00E-04	RISCO
85		2,73E+00	2,89E-07		1,05E-04	1,00E-04	RISCO

TABELA – AVALIAÇÃO DO RISCO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA PLUVIAL COM TRATAMENTO (conclusão)

Volume ingerido (mL)	Coliformes Fecais (NMP/100mL)	N	P	Número de Exp. em 1 ano	Risco em 1 ano	Limite (EPA)	Avaliação do Risco
86	3,21E+00	2,76E+00	2,92E-07	365	1,07E-04	1,00E-04	RISCO
87		2,79E+00	2,96E-07		1,08E-04	1,00E-04	RISCO
88		2,82E+00	2,99E-07		1,09E-04	1,00E-04	RISCO
89		2,86E+00	3,03E-07		1,10E-04	1,00E-04	RISCO
90		2,89E+00	3,06E-07		1,12E-04	1,00E-04	RISCO
91		2,92E+00	3,09E-07		1,13E-04	1,00E-04	RISCO
92		2,95E+00	3,13E-07		1,14E-04	1,00E-04	RISCO
93		2,99E+00	3,16E-07		1,15E-04	1,00E-04	RISCO
94		3,02E+00	3,20E-07		1,17E-04	1,00E-04	RISCO
95		3,05E+00	3,23E-07		1,18E-04	1,00E-04	RISCO
96		3,08E+00	3,26E-07		1,19E-04	1,00E-04	RISCO
97		3,11E+00	3,30E-07		1,20E-04	1,00E-04	RISCO
98		3,15E+00	3,33E-07		1,22E-04	1,00E-04	RISCO
99		3,18E+00	3,37E-07		1,23E-04	1,00E-04	RISCO
100		3,21E+00	3,40E-07		1,24E-04	1,00E-04	RISCO

TABELAS DE DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE RETORNO DA ADOÇÃO DAS MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO

1. Determinação do período de retorno para a adoção de aparelhos economizadores de água

Determinação do Valor Futuro da Economia		Determinação do Valor total de custo no período	
Economia mensal	R\$ 616,08	Custo de Implantação	R\$ 5.158,00
Economia Anual	R\$ 7.392,96	Custo operação mensal	-
r (%)	12,13	Custo operação anual	-
r	0,12	r (%)	12,13
t	0,71	r	0,12
VF	R\$ 5.161,19	VP	-
Economia no período	R\$ 5.161,19	Custo de operação e implantação no período	R\$ 5.158,00
período de retorno (anos)	0,71		
meses	8,52		

2. Determinação do período de retorno para a adoção de medição individualizada

Determinação do Valor Futuro da Economia		Determinação do Valor total de custo no período	
Economia mensal	R\$ 919,59	Custo de Implantação	R\$ 128.842,00
Economia Anual	R\$ 11.035,08	Custo operação mensal	-
r (%)	12,13	Custo operação anual	-
r	0,12	r (%)	12,13
t	7,71	r	0,12
VF	R\$ 128.949,18	VP	-
Economia no período	R\$ 128.949,18	Custo de operação e implantação no período	R\$ 128.842,00
período de retorno (anos)	7,71		
meses	92,52		
Verificação	ok		

3. Determinação do período de retorno com utilização de água cinza tratada em bacias sanitárias

Determinação do Valor Futuro da Economia		Determinação do Valor total de custo no período	
Economia mensal	R\$ 1.291,05	Custo de Implantação	R\$ 58.982,00
Economia Anual	R\$ 15.492,60	Custo operação mensal	R\$ 889,00
r (%)	12,13	Custo operação anual	R\$ 10.668,00
r	0,12	r (%)	12,13
t	4,94	r	0,12
VF	R\$ 97.126,79	VP	R\$ 37.990,23
Economia no período	R\$ 97.126,79	Custo de operação e implantação no período	R\$ 96.972,23
período de retorno (anos)	4,94		
meses	59,28		
Verificação	ok		

4. Determinação do período de retorno com utilização de água chuva na lavagem de pisos, garagens e rega de jardim

Determinação do Valor Futuro da Economia		Determinação do Valor total de custo no período	
Economia mensal	R\$ 81,50	Custo de Implantação	R\$ 1.404,00
Economia Anual	R\$ 977,99	Custo operação mensal	R\$ 840,00
r (%)	12,13	Custo operação anual	R\$ 10.080,00
r	0,12	r (%)	12,13
t	20,55	r	0,12
VF	R\$ 76.710,00	VP	R\$ 75.196,31
Economia no período	R\$ 76.710,00	Custo de operação e implantação no período	R\$ 76.600,31
período de retorno (anos)	20,55		
meses	246,6		
Verificação	ok		

CORRESPONDÊNCIA COM INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DA PLANILHA DO JOGO DE CARTAS, PARA A DETERMINAÇÃO DOS PESOS

Prezado Senhor(a):

Primeiramente gostaria de me apresentar. Sou aluno do Programa de Pós-graduação em construção civil da UFPR (Universidade Federal do Paraná), estou trabalhando com pesquisa operacional, mais especificamente o método de análise multicritério ELECTRE III, aplicado a gestão da água em edificações. Este método faz uso de pesos, para estabelecer a importância de critérios, os quais são utilizados na definição de ações, como por exemplo a escolha, entre diversos locais, para instalação de uma usina hidrelétrica.

O meu trabalho deverá hierarquizar diversas ações de racionalização da água em edificação, como utilização de água cinza e água de chuva, segundo alguns critérios. Para tanto, necessito definir os pesos de cada critério avaliado, que para tal, optei pela execução do método de Simons (ROY e FIGUEIRA 2002). Este é o motivo desta carta, na qual solicito seu auxílio, no preenchimento da planilha em excel chamada "Jogo de cartas.xls", a qual foi em anexo com o e-mail enviado.

As instruções para o preenchimento se encontram abaixo, nesta mesma carta.

Desde já agradeço sua atenção e aguardo o retorno para meu e-mail, assim que for possível.

Prof. Marllon B. Lobato
Curso de Engenharia Ambiental - PUCPR
Telefone: (0xx41) 271-1789
e-mail: marllon.lobato@pucpr.br

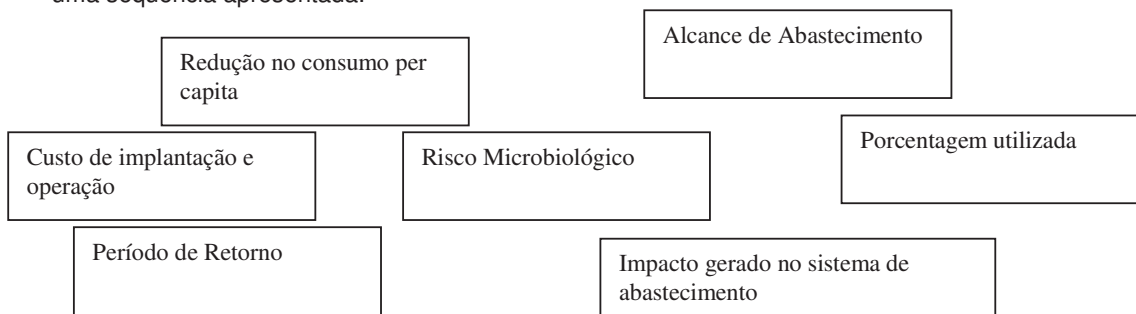
(*)ROY, B.; FIGUEIRA, J. **Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simins` procedure.** European Journal of Operacional Research. V.139, I.2, 1 de junho 2002, p.317-326

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DA PLANILHA DE “JOGO DE CARTAS”

O presente texto visa apresentar as instruções necessárias, ao pesquisador, para o preenchimento da planilha de “jogos” de cartas, o qual auxiliará na definição dos pesos dos critérios, para utilização do método de análise multicritério ELECTRE III na gestão do uso da água em edificações.

CRITÉRIOS

Os critérios estão apresentados de forma aleatória, na folha, para que o entrevistado não decline a uma sequência apresentada.



Abaixo encontra-se uma pequena descrição, de cada critério, para que o entrevistado tenha condições de preencher conscientemente a planilha.

Redução no consumo per capita: critério que avalia, em porcentagem, a redução causada no consumo per capita de água potável, na adoção de cada ação de racionalização da água;

Risco microbiológico: critério que avalia o risco de contaminação microbiológica da ação adotada;

Alcance de abastecimento: critério que avalia, segundo uma taxa de crescimento populacional, o alcance do atual sistema público de abastecimento de água, no atendimento da população futura, em anos;

Impacto gerado no sistema de abastecimento: Economia gerada no sistema de abastecimento de água potável.

Período de Retorno: período necessário, para que o investimento inicial seja pago

Porcentagem utilizada: por exemplo, existe um volume gerado de água cinza, a porcentagem utilizada, diz respeito a quanto deste insumo está sendo utilizado, sendo o mesmo raciocínio para a água de chuva.

Custo de implantação e operação: este critério avalia o custo de implantação e operação de cada ação avaliada.

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO

1. Analise os critérios relacionados
2. Ordene os critérios em ordem crescente, ou seja, do pior para o melhor, dentro das células, como os exemplos 1, 2 e 3. Caso, em seu ponto de vista, os critérios tenham a mesma importância, apresente um ao lado do outro como nos exemplos 1 e 2.
3. Após esta ordenação enumere um valor de 0 a n (números inteiros), de acordo com sua necessidade, para os cartões brancos, entre cada critério, o qual refletirá o grau de importância de cada critério com relação aos outros. **Lembre-se que o valor 0 também estabelece importância, portanto deve ser fornecido, se for o caso.**
4. **O SR(A) SÓ PODERÁ ACESSAR AS CÉLULAS BRANCAS, POIS O RESTANTE DA PLANILHA ESTÁ PROTEGIDA PARA QUE NÃO OCORRAM ENGANOS.**

Prof. Marllon B. Lobato
Curso de Engenharia Ambiental - PUCPR

PLANILHAS COM AS RESPOSTAS DOS ENTREVISTADOS PARA A DETERMINAÇÃO DOS PESOS DO MÉTODO ELECTRE III

1. Panilha 01

DATA :	8/2/2005	PREENCHIMENTO DA PLANILHA			
NOME :	Diogo Pereira de Cristo	COLOQUE SEU NOME COMPLETO!			
PROFISSÃO:	Estudante Universitário	COLOQUE SUA PROFISSÃO!			
EMPRESA/INSTIT. :	Pontifícia Universidade Católica do Paraná	COLOQUE A EMPRESA OU INSTITUIÇÃO EM QUE TRABALHA!			
CRITÉRIOS					
Risco Microbiológico					
Impacto no sistema de abastecimento					
Custo de implantação e operação					
Redução do consumo per capita					
Período de Retorno					
Alcance de abastecimento					
Porcentagem utilizada					
ORDENAÇÃO					
Critério	Alcance de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
2					
Critério	Custo de Implantação e operação	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
4					
Critério	Risco microbiológico	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
4					
Critério	Porcentagem Utilizada	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
6					
Critério	Período de retorno	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
8					
Critério	Impacto no sistema de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
9					
Critério	Redução do consumo per capita	Critério	Critério	Critério	Critério

2. Panilha 02

DATA :

23/2/2005

COLOQUE A DATA DE
PREENCHIMENTO DA PLANILHA

NOME :

Fabiana De Naddai Andreoli

COLOQUE SEU NOME COMPLETO

PROFISSÃO:

Eng. Civil / Professora

COLOQUE SUA
PROFISSÃO

EMPRESA/INSTIT.:

PUOPR

COLOQUE A EMPRESA
OU INSTITUICAO EM
QUE TRABALHA

CRITÉRIOS

Redução do consumo per capita		Período de Retorno		Impacto no sistema de abastecimento		Custo de implantação e operação	
Risco Microbiológico		Alcance de abastecimento		Porcentagem utilizada			
ORDENAÇÃO							
Critério	Alcance de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		1					
Critério	Impacto no sistema de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		2					
Critério	Porcentagem utilizada	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		0					
Critério	redução do consumo per capita	Critério	período de retorno	Critério	custo de implantação e operação	Critério	risco microbiológico
nº de cartões Brancos		3					
Critério		Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos							
Critério		Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos							
Critério		Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos							
Critério		Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério

3. Panilha 03

DATA :	30/12/04
NOME :	George Felipe Boamonte
PROFISSÃO:	Administrador
EMPRESA/INSTIT.:	SoftMkt – Direct Marketing

CRITÉRIOS	
Risco Microbiológico	
Impacto no sistema de abastecimento	
Custo de implantação e operação	
Período de Retorno	
Alcance de abastecimento	
Porcentagem utilizada	
Redução do consumo per capita	

ORDENACÃO								
Critério	Redução do consumo per capita	Alcance de abastecimento	Período de retorno	Custo de implantação e operação	Custo de implantação e operação	Alcance de abastecimento	Porcentagem utilizada	Redução do consumo per capita
	nº de cartões Brancos	3						
Critério	Impacto no sistema de abastecimento	Período de retorno	Custo de implantação e operação	Custo de implantação e operação	Custo de implantação e operação	Alcance de abastecimento	Porcentagem utilizada	Redução do consumo per capita
	nº de cartões Brancos	4						
Critério	Risco Microbiológico							
	nº de cartões Brancos	5						
Critério	Porcentagem Utilizada							
	nº de cartões Brancos	2						
Critério								
	nº de cartões Brancos							
Critério								
	nº de cartões Brancos							
Critério								
	nº de cartões Brancos							
Critério								

4. Panilha 04

DATA :

7/1/2004

COLOQUE A DATA DE PREENCHIMENTO DA PLANILHA!

NOME :

Harry Bollmann

COLOQUE SEU NOME COMPLETO!

PROFISSÃO:

Engenheiro Civil/Professor

COLOQUE SUA PROFISSÃO!

EMPRESA/INSTIT.:

PUCPR

COLOQUE A EMPRESA OU INSTITUICAO DA QUAL FAZ PARTE!

CRITÉRIOS

Risco Microbiológico			Impacto no sistema de abastecimento			Custo de implantação e operação		
Redução do consumo per capita			Período de Retorno			Alcance de abastecimento		
Porcentagem utilizada								
ORDENAÇÃO								
Critério	Período de retorno	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	1							
Critério	Alcance de Abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	2							
Critério	Porcentagem de utilização	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	3							
Critério	Custo de Instalação e operação	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	2							
Critério	Impacto no Sistema de Abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	4							
Critério	Risco Microbiológico	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos								
Critério		Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério

5. Panilha 05

DATA :	7/2/2005	COLOQUE A DATA DE PREENCHIMENTO DA PLANILHA
NOME :	Marllon Boamorte Lobato	COLOQUE SEU NOME COMPLETO
PROFISSÃO:	Engenheiro Civil	COLOQUE SUA PROFISSÃO
EMPRESA/INSTITUIÇÃO:	WATA Engenharia/PUCPR	COLOQUE A EMPRESA PARA A QUAL VOCÊ ESTÁ TRABALHANDO
CRITÉRIOS		

Risco Microbiológico			Impacto no sistema de abastecimento			Custo de Implantação e operação		
Redução do consumo per capita			Período de Retorno			Porcentagem utilizada		
Alcance de abastecimento			Alcance de abastecimento			Porcentagem utilizada		
ORDENAÇÃO								
Critério	Porcentagem utilizada		Critério			Critério		Critério
nº de cartões Brancos	4		Critério			Critério		Critério
Critério	Custo de Implantação e Operação		Critério			Critério		Critério
nº de cartões Brancos	0		Critério			Critério		Critério
Critério	Período de retorno		Critério			Critério		Critério
nº de cartões Brancos	2		Critério			Critério		Critério
Critério	Redução do consumo per capita		Critério			Critério		Critério
nº de cartões Brancos	0		Critério			Critério		Critério
Critério	Alcance do abastecimento		Critério			Critério		Critério
nº de cartões Brancos	3		Critério			Critério		Critério
Critério	Risco Microbiológico		Critério			Critério		Critério
nº de cartões Brancos			Critério			Critério		Critério
Critério			Critério			Critério		Critério

6. Panilha 06

DATA :

21/2/2005

COLOQUE A DATA DE PREENCHIMENTO DA PLANILHA

NOME :

Miguel Mansur Alisse

COLOQUE SEU NOME COMPLETO

PROFISSÃO:

Professor

COLOQUE SUA PROFISSÃO

EMPRESA/INSTITUIÇÃO:

PUCPR/UFPR

COLOQUE A EMPRESA OU INSTITUIÇÃO QUE TRABALHA

CRITÉRIOS

Risco Microbiológico		Impacto no sistema de abastecimento		Custo de Implantação e operação	
Redução do consumo per capita		Período de Retorno		Porcentagem utilizada	
		Alcance de abastecimento			

ORDENAÇÃO					
Critério	Porcentagem	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
2					
Critério	Impacto	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
1					
Critério	Alcance	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
1					
Critério	Período	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
2					
Critério	Risco	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
0					
Critério	Redução	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos					
2					
Critério	Custo	Critério	Critério	Critério	Critério

7. Panilha 07

DATA :

COLOQUE A DATA DE PREENCHIMENTO DA PLANILHA!

NOME :

Patricia Sotoriva

COLOQUE SEU NOME COMPLETO!

PROFISSÃO:

Química

COLOQUE SUA PROFISSÃO!

EMPRESA/INSTIT.:

PUCPR

COLOQUE A EMPRESA OU INSTITUIÇÃO EM QUE TRABALHA!

CRITÉRIOS

Risco Microbiológico		Impacto no sistema de abastecimento		Custo de implantação e operação	
Redução do consumo per capita		Período de Retorno		Porcentagem utilizada	
ORDENÇÃO					
Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO					
nº de cartões Brancos		1			
Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
PERÍODO DE RETORNO					
nº de cartões Brancos		1			
Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
PORCENTAGEM UTILIZADA					
nº de cartões Brancos		2			
Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
ALCANCE DE ABASTECIMENTO					
nº de cartões Brancos		2			
Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
REDUÇÃO DO CONSUMO PER CAPITA					
nº de cartões Brancos		3			
Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
IMPACTO GERADO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO					
nº de cartões Brancos		4			
Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
RISCO MICROBIOLÓGICO					

8. Panilha 08

DATA :

25/2/2005

COLOQUE A DATA DE
PREENCHIMENTO DA PLANILHA!

NOME :

Renata Moro

COLOQUE SEU NOME COMPLETO!

PROFISSÃO :

Geóloga

COLOQUE SUA
PROFISSÃO!

EMPRESA/INSTIT. : PUCPR

COLOQUE A EMPRESA
OU INSTITUIÇÃO EM
QUE TRABALHA!

CRITÉRIOS

Risco Microbiológico			Impacto no sistema de abastecimento			Custo de implantação e operação		
Redução do consumo per capita			Período de Retorno			Alcance de abastecimento		
						Porcentagem utilizada		
ORDENAÇÃO								
Critério	Custo de Implantação e operação	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		7	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
Alcance de abastecimento		Período de Retorno	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		8	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
Critério	Porcentagem utilizada	Risco Microbiológico	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		9	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
Critério	Redução do Consumo per capita	Impacto no sistema de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		10	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
Critério			Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos			Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
Critério			Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos			Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
Critério			Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério

9. Panilha 09

DATA :

6/1/2004

COLOQUE A DATA DE
PREENCHIMENTO DA PLANILHA!

NOME :

Rudnei Ferreira Campos

COLOQUE SEU NOME COMPLETO!

PROFISSÃO:

Arquiteto

COLOQUE SUA
PROFISSÃO!

EMPRESA/INSTIT.: UFPR

COLOQUE A EMPRESA
OU INSTITUIÇÃO EM
QUE TRABALHA!

CRITÉRIOS

Redução do consumo per capita			Período de Retorno			Impacto no sistema de abastecimento			Custo de implantação e operação		
ORDENAÇÃO			Alcance de abastecimento			Porcentagem utilizada					
Critério	Redução no consumo per capita	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos			0								
Critério	Impacto no sistema de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos			0								
Critério	Custo de implantação e operação	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos			0								
Critério	Período de retorno	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos			0								
Critério	Risco microbiológico	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos			0								
Critério	Alcance de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos											
Critério		Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério

10. Panilha 10

DATA :

15/2/2004

COLOQUE A DATA DE
PREENCHIMENTO DA PLANILHA!

NOME :

ADENILSON DE ORNELAS

COLOQUE SEU NOME COMPLETO!

PROFISSÃO:

TÉCNICO DE LABORATÓRIO

COLOQUE SUA
PROFISSÃO!

EMPRESA/INSTIT.: PUCPR

COLOQUE A EMPRESA
OU INSTITUIÇÃO EM
QUE TRABALHA!

CRITÉRIOS											
Risco Microbiológico				Impacto no sistema de abastecimento				Custo de implantação e operação			
Redução do consumo per capita				Periodo de Retorno				Alcance de abastecimento			
				Porcentagem utilizada							
ORDENAÇÃO											
Critério	Período de Retorno	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	0										
Critério	Custo de Implantação e operação	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	2										
Critério	Porcentagem utilizada	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	3										
Critério	Risco microbiológico	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	4										
Critério	Alcance de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	5										
Critério	Impacto no sistema de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos	7										
Critério	Redução de consumo per capita	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério

11. Panilha 11

DATA :

3/1/2005

COLOQUE A DATA DE PREENCHIMENTO DA PLANILHA!

NOME :

Jorge Mikalido Junior

COLOQUE SEU NOME COMPLETO!

PROFISSÃO:

Engenheiro Civil

COLOQUE SUA PROFISSÃO!

EMPRESA/INSTIT. :

JS Engenharia

COLOQUE A EMPRESA OU INSTITUICAO EM QUE TRABALHA!

CRITÉRIOS									
Risco Microbiológico					Impacto no sistema de abastecimento				
Redução do consumo per capita					Período de Retorno				
					Custo de implantação e operação				
Porcentagem utilizada									
ORDENAÇÃO									
Critério	Redução do consumo per capita	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		1							
Critério	Risco Microbiológico	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		1							
Critério	Impacto no sistema de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		3							
Critério	Alcance de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		1							
Critério	Período de retorno	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		1							
Critério	Custo de implantação e operação	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		2							
Critério	Porcentagem utilizada	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério

12. Panilha 12

DATA :

04 de janeiro de 2005

COLOQUE A DATA DE PREENCHIMENTO DA PLANILHA

NOME :

Susanne Cristine Pertschi

COLOQUE SEU NOME COMPLETO

PROFISSÃO:

Arquiteta

COLOQUE SUA PROFISSÃO

EMPRESA/INSTIT. :

JCastro&Pertschi Arquitetura e Urbanismo Ltda

COLOQUE A EMPRESA OU INSTITUIÇÃO EM QUE TRABALHA

CRITÉRIOS

Risco Microbiológico			Impacto no sistema de abastecimento			Custo de implantação e operação		
Redução do consumo per capita			Período de Retorno			Porcentagem utilizada		
ORDENAÇÃO			Alcance de abastecimento			Porcentagem utilizada		
Critério	Risco Microbiológico	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		0						
Critério	Custo de implantação e operação	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		2						
Critério	Porcentagem utilizada	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		2						
Critério	Impacto no sistema de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		3						
Critério	Alcance de abastecimento	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		4						
Critério	Redução do consumo per capita	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério
nº de cartões Brancos		5						
Critério	Período de Retorno	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério

POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA

Municípios com menos de 10.000 habitantes em 2004		Municípios com menos de 25.000 habitantes em 2004		Municípios com menos de 50.000 habitantes em 2004	
Tunas do Paraná	3.992	Tunas do Paraná	3.992	Tunas do Paraná	3.992
Adrianópolis	6.018	Adrianópolis	6.018	Adrianópolis	6.018
Doutor Ulysses	6.517	Doutor Ulysses	6.517	Doutor Ulysses	6.517
Agudos do Sul	7.808	Agudos do Sul	7.808	Agudos do Sul	7.808
Bocaiúva do Sul	9.697	Bocaiúva do Sul	9.697	Bocaiúva do Sul	9.697
		Balsa Nova	11.012	Balsa Nova	11.012
		Tijucas do Sul	13.305	Tijucas do Sul	13.305
		Contenda	14.267	Contenda	14.267
		Quitandinha	15.710	Quitandinha	15.710
		Cerro Azul	16.496	Cerro Azul	16.496
		Quatro Barras	19.318	Quatro Barras	19.318
		Mandirituba	19.695	Mandirituba	19.695
		Itaperuçu	23.751	Itaperuçu	23.751
		Campo Magro	24.657	Campo Magro	24.657
				Rio Branco do Sul	30.265
				Campina Grande do Sul	42.376
5	34.032	14	192.243	16	264.884
20%		56%		64%	

Municípios com menos de 100.000 habitantes em 2004		Municípios com menos de 150.000 habitantes em 2004	
Tunas do Paraná	3.992	Tunas do Paraná	3.992
Adrianópolis	6.018	Adrianópolis	6.018
Doutor Ulysses	6.517	Doutor Ulysses	6.517
Agudos do Sul	7.808	Agudos do Sul	7.808
Bocaiúva do Sul	9.697	Bocaiúva do Sul	9.697
Balsa Nova	11.012	Balsa Nova	11.012
Tijucas do Sul	13.305	Tijucas do Sul	13.305
Contenda	14.267	Contenda	14.267
Quitandinha	15.710	Quitandinha	15.710
Cerro Azul	16.496	Cerro Azul	16.496
Quatro Barras	19.318	Quatro Barras	19.318
Mandirituba	19.695	Mandirituba	19.695
Itaperuçu	23.751	Itaperuçu	23.751
Campo Magro	24.657	Campo Magro	24.657
Rio Branco do Sul	30.265	Rio Branco do Sul	30.265
Campina Grande do Sul	42.376	Campina Grande do Sul	42.376
Fazenda Rio Grande	82.312	Fazenda Rio Grande	82.312
Piraquara	94.188	Piraquara	94.188
		Campo Largo	103.176
		Almirante Tamandaré	105.848
		Araucária	110.956
		Pinhais	117.078
18	441.384	22	878.442
72%		88%	

Municípios com menos de 250.000 habitantes em 2004		Municípios com menos de 2.000.000 habitantes em 2004	
Tunas do Paraná	3.992	Tunas do Paraná	3.992
Adrianópolis	6.018	Adrianópolis	6.018
Doutor Ulysses	6.517	Doutor Ulysses	6.517
Agudos do Sul	7.808	Agudos do Sul	7.808
Bocaiúva do Sul	9.697	Bocaiúva do Sul	9.697
Balsa Nova	11.012	Balsa Nova	11.012
Tijucas do Sul	13.305	Tijucas do Sul	13.305
Contenda	14.267	Contenda	14.267
Quitandinha	15.710	Quitandinha	15.710
Cerro Azul	16.496	Cerro Azul	16.496
Quatro Barras	19.318	Quatro Barras	19.318
Mandirituba	19.695	Mandirituba	19.695
Itaperuçu	23.751	Itaperuçu	23.751
Campo Magro	24.657	Campo Magro	24.657
Rio Branco do Sul	30.265	Rio Branco do Sul	30.265
Campina Grande do Sul	42.376	Campina Grande do Sul	42.376
Fazenda Rio Grande	82.312	Fazenda Rio Grande	82.312
Piraquara	94.188	Piraquara	94.188
Campo Largo	103.176	Campo Largo	103.176
Almirante Tamandaré	105.848	Almirante Tamandaré	105.848
Araucária	110.956	Araucária	110.956
Pinhais	117.078	Pinhais	117.078
Colombo	216.966	Colombo	216.966
São José dos Pinhais	243.750	São José dos Pinhais	243.750
		Curitiba	1.727.010
24	1.339.158	25	3.066.168
96%		100%	