

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

LÉA MARINA SILVA

**ESTUDO DA DEMANDA DE ÁGUA NÃO POTÁVEL E DESENVOLVIMENTO DE UM
SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA CINZA PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

VITÓRIA

2013

LÉA MARINA SILVA

**ESTUDO DA DEMANDA DE ÁGUA NÃO POTÁVEL E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE
REUSO DE ÁGUAS CINZAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental, na área de concentração Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves

VITÓRIA

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

S586e Silva, Léa Marina, 1986-
Estudo da demanda de água não potável e desenvolvimento de um sistema de reúso de água cinza para habitações de interesse social / Léa Marina Silva. – 2013.
170 f. : il.

Orientador: Ricardo Franci Gonçalves.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Água - Consumo. 2. Águas cinzentas (Resíduos de águas domésticas). 3. Água - Conservação. 4. Água – Reuso. 5. Habitação popular. I. Gonçalves, Ricardo Franci. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 628

LÉA MARINA SILVA

**ESTUDO DA DEMANDA DE ÁGUA NÃO POTÁVEL E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE
REÚSO DE ÁGUA CINZA PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em engenharia ambiental da universidade federal do espírito santo, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em engenharia ambiental, na área de concentração saneamento ambiental.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves
Orientador – UFES

Prof. Dr. Asher Kiperstok
Examinador Externo – UFBA

Prof(a). Dr(a). Edumar Ramos Cabral Coelho
Examinadora Interna – UFES

Prof(a). Dr(a). Karla do Carmo Caser
Examinadora convidada – UFES

Aos meus pais, Rosa e Léo, pela confiança; e
minhas avós, Arlete e Delizetti, pelas preces.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”

(Albert Einstein)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por providenciar e estar presente em todos os desafios e alegrias da minha vida;

Aos meus pais, Léo e Rosa, por sempre demonstrarem confiança em tudo que eu faço;

Aos meus irmãos, Carolina, Tiago, Lucca e Vitória, pelo torcida;

A Gustavo, pelo carinho e confiança;

A Gabriel, de quem partiu o incentivo inicial, que resultou na realização desse trabalho;

Ao meu orientador Ricardo Franci Gonçalves, por toda confiança em mim depositada;

A Andrielly, amiga com quem pude contar durante todo o período de desenvolvimento desse trabalho;

A Luis Felipe, por ter ajudado (sempre sorrindo!) em diversas etapas do trabalho;

Aos demais colegas da ETE/UFES, Jeaninna, Juliana, Priscilla, Laila, Thamires, Letícia, Guilherme, Solange, por terem feito parte do meu dia-a-dia e sempre ajudarem no que fosse preciso;

Aos estagiários: Luana, Isadora, Bárbara, Clarissa, Cláudio e Rafaela, pela parceria e contribuição nas diversas atividades realizadas;

A Keylla e Lohanne, pela grande dedicação e ajuda;

Aos moradores do Residencial Jabaeté, pela enorme contribuição com a pesquisa;

À CAPES, pela bolsa de mestrado;

À FINEP, pelo financiamento da pesquisa;

RESUMO

Este trabalho estuda a demanda de água não potável e o desenvolvimento de um sistema de reúso de águas cinza para Habitações de Interesse Social (HIS). Para tanto, realiza a caracterização do perfil de consumo de água em uma comunidade formada por HIS – o Residencial Jabaeté, em Vila Velha (ES); investiga quais ações de conservação de água melhor se aplicam no cotidiano da comunidade em questão, analisando o reúso frente às demais ações avaliadas; e, por fim, propõe algumas configurações possíveis de sistemas de reúso nessa comunidade por meio de projeto arquitetônico, no nível de estudo preliminar. Tais estudos apontaram um consumo médio de água nas HIS estudadas de 79 l/hab. dia e demais índices relativos à demanda de água potável em cada atividade doméstica (a mais representativa é a lavagem de roupas, responsável por aproximadamente 41% do consumo total). A metodologia utilizada foi aplicação de questionários e monitoramento do consumo de água pela leitura de hidrômetros. Através da aplicação de um método de suporte à decisão – o Analytic Hierarchy Process (AHP), determinou-se a vantagem de práticas como uso de descarga dual e bacia segregadora de urina sobre a prática do reúso de água cinza. Além disso, foram realizados estudos projetuais de dois tipos de configurações de sistemas de reúso: o sistema descentralizado e o sistema semi-descentralizado, para os quais foram orçados os custos de implantação. Observou-se a vantagem econômica da adoção do sistema semi-descentralizado, cuja implantação pode ser até 112% mais barata que o sistema descentralizado.

Palavras chave: Consumo residencial de água; Água cinza; Conservação de água; Reúso; Habitação de interesse Social

ABSTRACT

This work studies the demand for unsafe drinking water and the development of a system for reuse of greywater for social interest housing (SIH). The study presents a characterization of the profile of water consumption in a community of SIH – the Jabaeté Residential in Vila Velha (ES). Investigates what water conservation actions best apply in everyday community in question, analyzing the reuse compared to the other interventions evaluated and finally, proposes some possible configurations of reuse systems in this community, through architectural design, as preliminary studies. These studies indicated an average consumption of water in SIH studied of 79 l.p-1d-1 and other indexes relating to the demand for potable water in every household activity (the most representative is the laundry, responsible for approximately 41% for total consumption). The methodology was based on questionnaires and monitoring of water consumption by reading water meters. By applying a method of decision support – Analytic Hierarchy Process (AHP) – it was determined the advantage of practices such as the use of dual discharge and segregating urine basin on the reuse of greywater. Furthermore projectual studies were performed of two types of configurations reuse systems: the decentralized and semi decentralized system, for which it was budgeted deployment costs. Observed economic advantage from adopting the semi decentralized, whose implementation can be up to 112% cheaper than the decentralized system.

Keywords: Residential consumption of water, greywater, water conservation, reuse housing of social interest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos compreendidos no Desenvolvimento Sustentável	28
Figura 2. Bacias segregadoras de urina.	34
Figura 3. Bacia sanitária com válvula de descarga com duplo acionamento	35
Figura 4. Esquema do esgoto doméstico e indicação de possíveis usos para água cinza após tratamento	40
Figura 5. Relação entre renda per capita e consumo residencial per capita de água em Belo Horizonte.	44
Figura 6. Gráfico da tarifação de cobrança pelo uso da água, representando faixa de consumo mínimo	45
Figura 7. Esquema geral da montagem do método AHP.	48
Figura 8. Imagens do Condomínio Residencial Jabaeté, em Vila Velha (ES).	52
Figura 9. Fluxograma da metodologia aplicada.	58
Figura 10. Cadastramento dos moradores voluntários.	59
Figura 11. Apresentação da pesquisa aos moradores.	59
Figura 12. Treinamento dos voluntários para a realização das leituras dos hidrômetros.	61
Figura 13. Leitura realizada semanalmente pela equipe de pesquisa da UFES.	61
Figura 14. Pontos de instalação dos hidrômetros para monitoramento individual	62
Figura 15. Gráfico do número médio de moradores nas HIS.	64
Figura 16. Gráfico da renda média das famílias das HIS.	64
Figura 17. Gráfico do grau de escolaridade dos moradores responsáveis pelas HIS.	64
Figura 18. Gráfico da ocupação dos moradores responsáveis pelas HIS.	65
Figura 19. Gráfico do valor médio da conta de água das HIS.	65
Figura 20. Gráfico da regularidade no pagamento da conta de água nas HIS.	65
Figura 21. Gráfico da frequência de banhos dos moradores nas HIS.	65
Figura 22. Gráfico da frequência de lavagem de roupas nas HIS.	66
Figura 23. Gráfico sobre o tipo de máquina de lavar roupas nas HIS.	66
Figura 24. Gráfico da investigação quanto a ligações clandestinas de água no bairro.	66
Figura 25. Gráfico da opinião dos moradores quanto a ligações clandestinas de água.	66
Figura 26. Distribuição da frequência dos consumos per capita nas HIS monitoradas.	68

Figura 27. Distribuição da freqüência dos consumos por área computável nas HIS monitoradas. -----	68
Figura 28. Distribuição da freqüência dos consumos por número de dormitórios nas HIS monitoradas. -----	69
Figura 29. Gráfico do consumo de água potável per capita. -----	71
Figura 30. Gráfico do consumo de água potável por área computável. -----	71
Figura 31. Gráfico do consumo de água potável por número de dormitórios.-----	72
Figura 32. Gráfico da variação do consumo diário per capita de água ao longo da semana. -	72
Figura 33. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 1. -----	73
Figura 34. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 2. -----	73
Figura 35. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 3. -----	74
Figura 36. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 4. -----	74
Figura 37. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 5. -----	75
Figura 38. Setorização do consumo de água potável das HIS monitoradas. -----	75
Figura 39. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 1 -----	76
Figura 40. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 2 -----	76
Figura 41. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 3 -----	76
Figura 42. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 4 -----	76
Figura 43. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 5 -----	76
Figura 44. Gráfico que ilustra a comparação entre monitoramento da CESAN e da equipe de pesquisa em uma das HIS monitoradas. -----	78
Figura 45. Gráfico que ilustra a diferença entre o consumo real e o faturado pela CESAN em uma das HIS monitoradas. -----	78
Figura 46. Gráfico da dispersão entre os dados de consumo de água do monitoramento da UFES e do consumo real verificado pela CESAN.-----	79
Figura 47. Gráfico da dispersão entre os dados de consumo de água do monitoramento da CESAN e do consumo faturado cobrado pela CESAN. -----	80
Figura 48. Esquema hierárquico do AHP para o problema desta pesquisa -----	89
Figura 49. Comparação da importância dos critérios em pares. -----	90
Figura 50. Gráfico da aceitabilidade dos entrevistados às ações de conservação de água.---	94
Figura 51. Foto do Residencial Jabaeté.-----	109
Figura 52. Perspectiva ilustrativa da unidade habitacional padrão. -----	109

Figura 53. Planta padrão da unidade habitacional.-----	109
Figura 54. perspectivas representando banheiro. -----	109
Figura 55. Corte representando módulo hidráulico padrão. -----	110
Figura 56. Planta do projeto hidráulico – original.-----	114
Figura 57. Planta do projeto hidráulico – modificações propostas. -----	115
Figura 58. Corte indicando tubulações originais. -----	115
Figura 59. Corte indicando tubulações modificadas.-----	115
Figura 60. Planta original do projeto de esgoto -----	116
Figura 61. Planta do projeto de esgoto modificada para reúso de água cinza. -----	116
Figura 62. Corte da ETAC representando o processo de tratamento de água cinza -----	119
Figuras 63. Representações da fachada com a ETAC-----	119
Figura 64. Planta da ETAC do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior.-----	121
Figuras 65. Imagens da ETAC do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior.-----	122
Figura 66. Perspectiva do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior -----	122
Figura 67. Planta da ETAC do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior.-----	123
Figuras 68. Imagens da ETAC do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior.-----	123
Figura 69. Perspectiva do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior -----	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dimensões de sustentabilidade segundo Sachs, 1993 -----	30
Tabela 2. Fatores de influência no consumo de água-----	42
Tabela 3. Consumo de água relacionado à concentração populacional de uma região.-----	42
Tabela 4. Consumo médio per capita de água no Brasil-----	43
Tabela 5. Consumo per capita de água e renda de diferentes países -----	44
Tabela 6. Tarifas para cobrança de água por faixa de consumo-----	46
Tabela 7. Escala para julgamento da prioridade dos critérios na aplicação do AHP -----	49
Tabela 8. Escala de comparação dos critérios -----	50
Tabela 9. Tabela de Índices Aleatórios -----	51
Tabela 10. média diária de consumo de água potável-----	67
Tabela 11. Indicadores de consumo de água potável per capita -----	69
Tabela 12. Indicadores de consumo de água potável per capita, por área computável e por número de dormitórios -----	70
Tabela 13. Análise estatística das médias diárias de consumo de água potável. -----	77
Tabela 14. Perfis de consumo doméstico de água-----	77
Tabela 15. Matriz de prioridades dos critérios.-----	92
Tabela 16. Matriz de prioridade dos critérios com normalização e classificação. -----	92
Tabela 17. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério <i>custo de operação e manutenção</i> . -----	93
Tabela 18. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério <i>dificuldade para operação e manutenção</i> . -----	93
Tabela 19. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério <i>tempo para operação e manutenção</i> . -----	94
Tabela 20. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério <i>aceitabilidade</i> .-----	94
Tabela 21. Frequência de uso da bacia sanitária na residência por morador -----	95
Tabela 22. Valores para cálculo da economia de água relativa às ações de conservação -----	96
Tabela 23. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério <i>economia de água</i> . -----	96
Tabela 24. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério <i>redução na produção de esgoto</i> -----	97
Tabela 25. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério <i>risco sanitário</i> .-----	98

Tabela 26. Matriz A – Cálculo de $\lambda_{\text{máx}}$ -----	99
Tabela 27. Tabela de Índices Aleatórios-----	99
Tabela 28. Prioridades globais das alternativas e suas respectivas classificações-----	100
Tabela 29. Setorização do consumo de água nas HIS do Residencial Jabaeté-----	117
Tabela 30. Determinação do Potencial de Reúso das HIS do Residencial Jabaeté -----	117
Tabela 31. Cálculo da demanda de água de reúso para rega de jardim e limpeza de piso--	118
Tabela 32. Dimensões da ETAC – Sistema Descentralizado-----	118
Tabela 33. Dimensões da ETAC – Sistema Semi-Descentralizado -----	120

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

HIS – Habitação de interesse social

AHP - Analytic Hierarchy Process

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

BNH - Banco Nacional de Habitação

COHAB - Companhia de Habitação Popular

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento

ETAC – Estação de Tratamento de Água Cinza

FAN – Filtro Anaeróbio

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

ANA - Agência Nacional das Águas

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

AHP - Analytic Hierarchy Process

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2	OBJETIVOS	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1	HABITAÇÃO SOCIAL	21
3.2	DÉFICIT DE SANEAMENTO	24
3.2.1	Abastecimento de água no Brasil	26
3.2.2	Esgotamento sanitário no Brasil	27
3.3	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	27
3.4	O PROBLEMA DA ESCASSEZ DE ÁGUA	31
3.5	CONSERVAÇÃO DA ÁGUA	33
3.5.1	Uso racional de água	33
3.5.2	Uso de fontes alternativas de água	35
3.6	REÚSO DE ÁGUA CINZA	39
3.7	CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA	41
3.8	MÉTODO AHP	47
4	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	52
5	ARTIGOS	53
5.1	ARTIGO 1	54
	CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E DA PRODUÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)	54
5.1.1	INTRODUÇÃO	56
5.1.2	MATERIAIS E MÉTODOS	57
5.1.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
5.1.4	CONCLUSÕES	80

5.1.5	REFERÊNCIAS	81
5.2	ARTIGO 2	84
	EMPREGO SE UM SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO NA SELEÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)	84
5.2.1	INTRODUÇÃO	86
5.2.2	MATERIAIS E MÉTODOS	88
5.2.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	91
5.2.4	CONCLUSÕES	100
5.2.5	REFERÊNCIAS	101
5.3	ARTIGO 3	104
	SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS PARA REÚSO DE ÁGUA CINZA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)	104
5.3.1	INTRODUÇÃO	106
5.3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	108
5.3.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	114
5.3.4	CONCLUSÕES	125
5.3.5	REFERÊNCIAS	125
6	DISCUSSÃO GERAL	128
7	CONCLUSÃO	130
8	RECOMENDAÇÕES	131
9	REFERÊNCIAS	132
10	ANEXOS	139
10.1	ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO DE HABITAÇÃO	140
10.2	ANEXO 2 – FICHA DE MONITORAMENTO VOLUNTÁRIO	150
10.3	ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO DE ACEITABILIDADE	151
10.4	ANEXO 4 – SISTEMAS DE REÚSO NO RESIDENCIAL JABAETÉ: PROJETOS	153
10.5	ANEXO 5 – SISTEMAS DE REÚSO DO RESIDENCIAL JABAETÉ: ORÇAMENTOS	168

1 INTRODUÇÃO

O modelo de expansão e desenvolvimento que conduziu a urbanização brasileira produziu cidades marcadas por espaços urbanos periféricos, carentes de serviços e infra-estrutura básica, no qual existem grandes irregularidades quanto à propriedade da terra e legislação urbanística, e onde estão assentados, em geral, os cidadãos de menor renda (DUTRA, 2010). Sabe-se que habitação digna e o acesso a infra-estrutura urbana são dois direitos fundamentais do cidadão, estando intimamente relacionadas à qualidade de vida do ser humano. Nesse sentido, as políticas públicas atuais do país demonstram grande preocupação com a produção de Habitações de Interesse Social (HIS) e com a qualidade dos serviços básicos de saneamento nas áreas por elas ocupadas.

Dentre os serviços de saneamento básico estão a distribuição de água potável e a coleta e tratamento do esgoto sanitário. Diante das falhas de fornecimento destes serviços, sobretudo para os cidadãos menos favorecidos que habitam as zonas desprivilegiadas das cidades (HELLER, 2006), potencializa-se um sério problema já enfrentado em muitas regiões: a escassez hídrica. Isso porque muitas vezes o esgoto é simplesmente despejado sem tratamento nos mananciais ou no solo, comprometendo a oferta de água de qualidade e acarretando mais custos para sua recuperação e distribuição.

Entre as opções para resolver os problemas de falta de água e de esgotamento sanitário estão as técnicas de conservação de água nas edificações. Por meio delas, busca-se a racionalização do uso através de técnicas e procedimentos que resultem na conservação do recurso sem que haja comprometimento dos usos fundamentais que mantêm a vida nas áreas urbanas (GONÇALVES e JORDÃO, 2006).

A conservação da água também é promovida pelo uso de fontes alternativas de água; entre elas, o reúso de águas cinza - água residuária de origem predial provenientes de lavatórios, chuveiros, banheiras, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça e pia de cozinha, excluindo os sanitários (ERIKSSON et. al., 2002; JEFFERSON et. al., 2004; OTTHERPOHL, 2001; OTTOSON e STENSTRÖM, 2003).

Essa prática é uma opção correta do ponto de vista ambiental, já que contribui para diminuição da captação e conseqüente redução nas vazões de lançamento de efluentes (RAPOPORT, 2004). Além disso, a produção de água cinza equivale a cerca de 50-80% do consumo total de água em uma residência (ERIKSSON et al., 2002; LI et. al., 2009; PIDOU et.

al., 2007), quantidade significativa de uma água de qualidade bastante superior ao esgoto comum, ao qual é misturada para posterior gerenciamento pelo sistema convencional.

Entretanto, para que sistemas de aproveitamento de águas cinza sejam implantados de maneira eficaz na rotina dos cidadãos e nos padrões construtivos tradicionais, existe a necessidade de desenvolvimento de tecnologias economicamente viáveis e condizentes com a aceitação dos usuários no que se refere tanto à qualidade da água de reúso quanto ao nível de manutenção desses sistemas, o que pressupõe inclusive mudanças de hábitos cotidianos de consumo de água.

Sabe-se que diversos aspectos (sociais, econômicos, infraestruturais, entre outros) influenciam no processo de mudança dos hábitos de consumo de água e de concepção de edificações readaptadas a essa nova forma de utilizá-la. Isso exige um estudo guiado por metodologias voltadas ao conhecimento das características que resultam no consumo atual para definir atitudes racionais em termos de consumo de água nas atividades cotidianas. Para tanto, se faz necessária uma investigação detalhada dos hábitos de consumo residencial de água e dos fatores que neles influenciam. Espera-se que o resultado dessa investigação seja capaz de auxiliar a escolha das melhores alternativas a serem empregadas com o objetivo de conservar a água no ambiente doméstico. O importante é buscar soluções viáveis e eficazes na economia de água potável, que garantam o conforto e a segurança dos usuários, além do acesso à água pelas próximas gerações.

Nesse sentido, interessado em abordar as condicionantes relativas ao uso e acesso de água à população de menor renda, além de contribuir para a ampliação da discussão de idéias relativas a edificações mais sustentáveis no que se refere ao consumo de água, esse trabalho visa analisar diretrizes técnicas de captação, tratamento e reúso de águas cinza em habitações de interesse social no ambiente urbano. Para isso, investiga o que é determinante para a implantação adequada de sistemas de reúso de água cinza nessas residências e na vida de seus moradores.

1.1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi formatada em artigos, seguindo a estruturação descrita a seguir: o capítulo 1, item atual, apresenta uma introdução ao tema da pesquisa; o capítulo 2 define seu objetivo geral e seus objetivos específicos; o capítulo 3 consiste em uma revisão bibliográfica de assuntos relacionados ao tema estudado, principalmente no que diz respeito a Habitação de Interesse Social, saneamento básico, conservação de água e reúso de águas cinza; e o capítulo 4 faz a contextualização da pesquisa.

No capítulo 5 são apresentados os artigos, sendo:

- Item 5.1 (Artigo 1): uma abordagem sobre o consumo de água potável e produção de águas residuárias em habitações de interesse social em Vila Velha (ES);
- Item 5.2 (Artigo 2): a aplicação de um sistema de suporte à decisão na seleção de ações de conservação de água em habitações de interesse social;
- Item 5.3 (Artigo 3): um estudo de soluções para sistemas descentralizados e semi-descentralizados de reúso de água em habitações de interesse social.

Os capítulos 6, 7 e 8 apresentam respectivamente as discussões gerais, as conclusões finais e as recomendações relativas à pesquisa, seguidos dos capítulos 9 e 10, compostos pelas referências bibliográficas e apêndices.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver diretrizes técnicas para a instalação de sistemas de reúso de água cinza em Habitações de Interesse Social (HIS).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o consumo de água potável e a produção de águas residuárias em HIS em Vila Velha (ES);
- Avaliar o emprego de um sistema de suporte à decisão na seleção de ações para conservação de água em HIS;
- Estudar soluções de sistemas descentralizados e semi-descentralizados de reúso de água cinza em HIS.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 HABITAÇÃO SOCIAL

A questão da habitação pode ser considerada, na atualidade, um dos principais problemas sociais urbanos do Brasil. E por esse motivo, o país vive um momento de intensa atividade no setor da construção civil e de uma política marcada pelo atendimento às classes menos favorecidas no que se refere ao acesso à moradia.

A princípio, é importante determinar o que caracteriza Habitação de Interesse Social; Larcher (2005) considera que ela deve ser financiada pelo poder público, podendo, entretanto, ser produzida por empresas, associações e outras formas instituídas de atendimento à moradia. Segundo o próprio autor, ela é destinada a faixas de baixa renda que são objeto de ações inclusivas, em geral famílias com renda de até 3 salários mínimos; e, embora respondam principalmente ao objetivo de inclusão da população de menor renda, podem atender também à problemática de situações de risco, preservação ambiental e cultural.

O conceito de Interesse Social é, de fato, incorporado às políticas habitacionais voltadas à população de baixa renda por meio da Constituição Federal de 1988, que previa o princípio da função social do uso do solo urbano como diretriz de políticas públicas (BONDUKI et al., 2003). Entretanto, segundo Abiko (1995), “Interesse Social” como terminologia para habitação no Brasil já era utilizada nos programas destinados a faixas de menor renda do extinto Banco Nacional da Habitação (BNH).

Ainda segundo Abiko (1995), a habitação popular deve ser entendida não só como um produto de dimensão física, mas também como resultado de um processo complexo de produção composto por determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos, tecnológicos. Isso porque, segundo ele, deve ser envolvida em um contexto que inclua serviços e infra-estrutura urbana, além de equipamentos sociais relacionados a educação, saúde e lazer.

Portanto, a habitação de interesse social e suas variáveis se relacionam a uma série de fatores sociais, econômicos e ambientais, e é garantida constitucionalmente como direito e condição de cidadania; embora existam inúmeros desafios a serem superados para que

sejam cumpridas estas garantias no Brasil, principalmente nos fatores que se impõem como obstáculos ao desenvolvimento da sociedade como um todo (LARCHER, 2005).

Nesse sentido, sob o objetivo de tratar de diversas demandas sociais, entre elas o acesso à moradia por toda população, a política pública atual conta com programas de crescimento econômico como o PAC – Programa de Aceleração do Crescimento - e seus variados eixos de atuação. Um desses eixos é o programa Minha Casa, Minha Vida, que objetiva “reduzir o déficit habitacional, garantir o acesso à casa própria e melhorar a qualidade de vida da população” (PAC, 2012) e por meio do qual o processo de produção e de novas habitações e de melhoria em áreas ocupadas irregularmente tem ganhado grande incentivo.

Mas nem sempre o problema da habitação teve a atenção necessária por parte das políticas públicas, o que resultou em sérios problemas no processo de formação das cidades, cujas conseqüências sociais, políticas e ambientais ainda são muito difíceis de administrar. Entre elas se destacam a formação de favelas e demais áreas carentes em infra-estrutura urbana, principalmente saneamento básico.

Breve histórico das políticas nacionais para habitação no Brasil

O final do século XIX foi marcado por acontecimentos que influenciaram nos processos de ampliação e transformação urbana no Brasil. A abolição da escravatura provocou a migração dos ex-escravos dos campos em direção às cidades e a chegada dos imigrantes europeus para trabalharem na indústria que surgia foram fenômenos característicos desse crescimento urbano. Tais fatores provocaram o aumento da população nas cidades, especialmente em São Paulo e no Rio de Janeiro, fato que acarretou uma demanda por moradia, transporte e demais serviços urbanos, até então inédita (MARICATO, 1997).

Nesse momento, o governo criou incentivos para empresas privadas produzirem habitações, as quais não obtiveram lucro no atendimento às classes mais baixas, já que sua maioria optava por moradias informais. Isso fez com que a produção ficasse voltada principalmente a loteamentos para classes altas ou habitações coletivas - cortiços, estalagens, vila de operários e vilas populares – que se tornaram a principal opção para a população mais pobre permanecer nas cidades, próximas às indústrias e demais oportunidades de trabalho (PECHMAN e RIBEIRO, 1983).

No início do século XX o poder público demoliu várias habitações coletivas por considerá-las degradantes e uma ameaça à ordem pública; e construiu novas edificações, que não foram

suficientes para acomodar todos os despejados. Esses, então, passaram a ocupar os subúrbios e a iniciar a formação das primeiras favelas do Rio de Janeiro (MARICATO, 1997).

Foi a partir do final da década de 30 que começam a surgir políticas para habitação no país, impulsionadas pela industrialização e urbanização provocadas pela Revolução de 30. Em 1946 foi criada a Fundação da Casa Popular (FCP), a principal marca da política habitacional do período populista e o primeiro órgão nacional criado para prover residências para a população de baixa renda. No entanto, essa instituição se tornou inoperável, devido ao acúmulo de atribuições, à falta de recursos e de força política. Com o Golpe Militar de 64 a FCP foi extinta e foi criado o Plano Nacional de Habitação (MOTTA, s.d.).

Nesse momento, o Banco Nacional de Habitação (BNH) se torna o principal órgão da política habitacional e urbana do país, o qual deveria promover a construção e a aquisição de casa própria, especialmente pelas classes de menor renda. Entre 1964 e 1965 são criadas, em diversas cidades do país, as Companhias de Habitação Popular (COHABs), empresas públicas ou de capital misto que tinham como objetivo principal atuar na concepção e execução de políticas para redução do déficit habitacional, sobretudo através de recursos oriundos do BNH.

De fato, entre 64 e 69, ocorreu considerável financiamento de moradias para o “mercado popular” (40% dos investimentos); no entanto, a partir de 1970, com a queda do poder de compra do salário mínimo, a inadimplência fragilizou as COHABs, fazendo com que a maioria dos investimentos passasse a ser destinada para a classe média no período entre 1975 e 1980. Diante disso, novamente as alternativas encontradas pelas famílias pobres eram as favelas e os loteamentos clandestinos das cidades das regiões metropolitanas.

Com a crise financeira da década de 80 o BNH foi extinto (1986), e suas funções foram transferidas para a Caixa Econômica Federal. Outro fato marcante do período para o setor de habitação foi a Constituição de 1988, que consolidou o processo de descentralização das políticas públicas de planejamento urbano, que ficou a cargo dos municípios. Por um lado, esse processo possibilitaria à gestão local ampliar a eficiência e a democratização das políticas; mas por outro, sem uma definição institucional de competências e de redistribuição de recursos, os municípios mais pobres tendem a ficar prejudicados no acesso às ofertas de financiamento (CARDOSO, s.d.).

Na década de 1990, as políticas para habitação não tiveram grande efetividade e não cumpriram as metas propostas.

No início dos anos 2000, foi aprovada a Lei Federal 10.257, conhecida como Estatuto das Cidades, que, em linhas gerais, tem como objetivo fornecer suporte jurídico mais consistente às estratégias e processos de planejamento urbano (FERNANDES, 2008), garantindo a função social da propriedade, o planejamento participativo nas políticas urbanas e o acesso universal à cidade (MORAES e DAYRELL, 2008).

No governo Lula (2003-2010), a principal política para a habitação foi o Programa Minha Casa Minha Vida do Ministério das Cidades, lançado em abril de 2009 com a meta de construir um milhão de moradias, totalizando R\$ 34 bilhões de subsídios para atender famílias com renda entre 0 a 10 salários mínimos. Além de seu objetivo social, o programa também busca estimular a criação de empregos e de investimentos no setor da construção. A iniciativa privada também é protagonista na provisão de habitações nesse programa, pois 97% do subsídio público são destinados à oferta e produção direta por construtoras privadas e apenas 3% a cooperativas e movimentos sociais (FIX e ARANTES, 2009). Esse fato provoca a concentração de recursos para a construção de habitações destinadas a famílias com renda entre 3 e 10 salários mínimos, apesar de a maior demanda por moradia ser das famílias com renda de 0 a 3 salários mínimos.

Isso mostra, assim como os principais programas nacionais ao longo do histórico das políticas para a habitação no Brasil, que o governo transforma o problema habitacional - uma obrigação do Estado e um direito do cidadão - em uma questão de mercado (AZEVEDO, 1996), repassando para o setor privado a atuação principal na produção de habitações a serem financiadas. Isso explica o fato de as políticas sempre terem atingido, predominantemente, a classe média e terem atendido aos interesses do empresariado da construção civil. Essa distorção da política habitacional revela a incompatibilidade da finalidade social da política habitacional com o modo empresarial de produção da moradia (MOTTA, s.d.).

3.2 DÉFICIT DE SANEAMENTO

O processo de formação das grandes metrópoles brasileiras se deu a partir da expansão de bairros periféricos, processo iniciado na década de 40 que deu origem a espaços urbanos segregados e sem planejamento. As consequências disso ainda estão presentes nos dias

atuais, quando grande parte da população ainda enfrenta problemas em relação à moradia e é excluída do acesso a serviços urbanos básicos (GARCIA, 2011).

Segundo AZEVEDO (1990), devido à interdependência entre o ato de morar com outras esferas sociais recorrentes e complementares, muitas vezes um simples incremento dos programas de habitação não se apresenta como solução eficiente para melhorar as condições habitacionais da população de menor renda. Isso porque esses programas podem ser inviabilizados caso outras políticas públicas e serviços urbanos não estejam integradas.

Entre tais serviços está o saneamento básico, atividade relacionada com o abastecimento de água potável, o manejo de água pluvial, a coleta e tratamento de esgoto, a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos e o controle de pragas e qualquer tipo de agente patogênico; serviços determinantes para as condições de vida da população e salubridade do meio ambiente. Dessa forma, pode-se inferir que a questão da habitação ultrapassa o acesso à moradia e abrange outros direitos, como, por exemplo, viver em condições ambientais dignas (MOTTA, s.d.).

Em 1940, a população urbana representava apenas 30% do total de brasileiros. Essa proporção passou para 70% em apenas 40 anos e chegou a 80% no ano 2000 (IBGE, 2000). Com isso, a crescente concentração populacional nas áreas urbanas aumentou a demanda habitacional, exercendo pressão sobre as infra-estruturas urbanas básicas, que desde então são marcadas pela “insuficiência do atendimento, pela inexistência de serviços, pela escassez e, muitas vezes, pela adoção de soluções ambientalmente condenáveis” (ANDRADE e ROMERO, 2004, p.19).

Isso porque em vários momentos da história de formação das cidades não existiram políticas eficientes ou linhas de crédito governamentais que possibilitassem efetivamente a construção de unidades habitacionais, fazendo com que a autoconstrução, muitas vezes bastante precária, fosse o tipo predominante do sistema construtivo (AZEVEDO, s.d.). Isso configura a problemática da ocupação irregular do território urbano, a formação das favelas e, em muitos casos, a inadequação domiciliar.

O conceito de inadequação domiciliar desenvolvido pela Fundação João Pinheiro (FUNDAÇÃO..., 1995) busca estabelecer parâmetros de habitabilidade nos domicílios, englobando algumas questões referentes às condições da habitação. Entre as questões avaliadas estão:

Carência de serviços de infra-estrutura pública: definida por domicílios urbanos que não contam com um ou mais serviços de infra-estrutura urbana ou domicílios rurais que não contam com três ou mais destes serviços. São exemplos de serviços de infra-estrutura:

Energia elétrica, rede de abastecimento de água com canalização interna; rede coletora de esgoto, pluvial ou fossa séptica; lixo coletado direta ou indiretamente (FJP, 2001);

Inexistência de unidade sanitária interna ao domicílio: caracteriza as unidades habitacionais sem banheiro ou sanitário de uso exclusivo (FJP, 2001).

Destacando-se a questão do acesso à água potável e de esgotamento sanitário, a seguir são apresentados alguns índices relevantes a cerca do assunto no Brasil.

3.2.1 Abastecimento de água no Brasil

Segundo o Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, o abastecimento de água para a população urbana que conta com canalização interna proveniente de rede geral no Brasil passou de 82,3% em 1992 para 91,6% em 2008. No entanto, existem fortes desigualdades regionais e socioeconômicas observadas na distribuição desse serviço. A melhor cobertura de água é a do estado de São Paulo, onde 98,9% da população urbana é servida por água de rede geral canalizada; enquanto o pior índice nesse aspecto é o do Pará, onde apenas 51,5% dos que habitam nas cidades possui acesso a esse tipo de serviço.

Nas áreas rurais, a população abastecida por rede geral passou de 12,4% para 32,6% entre 1992 e 2008, mostrando que a cobertura por rede pública é bastante inferior ao das áreas urbanas. Nessas áreas, a água utilizada pelas famílias ainda provém principalmente de poços, nascentes ou outro tipo de fonte (IPEA, 2010).

No mesmo relatório é feito uma referência ao problema socioambiental que a oferta insuficiente de água provoca nos municípios do semiárido brasileiro. Isso é provocado principalmente pelo fenômeno da seca, causada pela reunião de fatores como baixo índice pluviométrico, irregularidade da distribuição das chuvas durante o ano e a elevada taxa de evapotranspiração.

3.2.2 Esgotamento sanitário no Brasil

A cobertura dos serviços de coleta de esgoto no Brasil ainda é bastante inferior ao acesso à água potável. Segundo dados do IBGE, entre 1992 e 2008, a cobertura dos serviços de esgotamento sanitário em áreas urbanas, por rede geral ou fossa séptica, aumentou mais de 14%, chegando a alcançar 80,5% da população no último ano considerado. Entretanto, cerca de 31 milhões de moradores das cidades ainda sofrem a falta de uma solução adequada para o esgoto doméstico (IPEA, 2010).

Assim como no caso de abastecimento de água, também é observada grande desigualdade espacial e social no acesso aos serviços de coleta de esgoto país. Nesse quesito, o melhor indicador é do Distrito Federal, onde 98,2% da população urbana é atendida. Já os estados de Mato Grosso do Sul e Amapá possuem os piores índices, 26,8% e 35,6% respectivamente. Em áreas rurais, embora o percentual de cobertura tenha aumentado entre 1992 e 2008 de 10,3% para 23,1%, a maioria da população ainda possui condições inadequadas no que se refere a esgotamento sanitário (IPEA, 2010).

Analisando o acesso simultâneo aos dois tipo de serviços de saneamento básico - abastecimento de água e esgotamento sanitário – o percentual da população urbana brasileira servida no ano de 2008 era de 76,0%, contra 62,3% em 1992; sendo que os melhores indicadores são das regiões sudeste e sul do país, 90,6% e 78,4% respectivamente.

3.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

As sociedades distribuídas por todo o planeta, de um modo geral, podem ser consideradas insustentáveis, a julgar pelo o modo de vida adotado pela maioria. Isso justifica a preocupação com a degradação do meio ambiente e demais fatores a ela relacionada. Nesse contexto, tem-se a indústria da construção civil, responsável por grande parte dos impactos ambientais sofridos atualmente, fazendo com que os profissionais do ramo tenham a tarefa de minimizá-los de modo a promover um desenvolvimento mais sustentável (BISSOLI, 2007). O Relatório da Comissão de Brundtland, em 1987, define Desenvolvimento Sustentável como aquele que é capaz de suprir as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Ou seja, “é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas” (COMISSÃO..., 1991)

Para tanto, precisa levar em consideração o que é chamado “tripé da construção sustentável” (CSILLAG e JOHN, 2006). As três dimensões às quais esse termo se refere são os aspectos ambientais, sociais e econômicos (Figura 2), isso porque os princípios do desenvolvimento sustentável se relacionam a uma política ambiental correta, que seja socialmente adequada e viável economicamente, promovendo crescimento, desenvolvimento e produtividade (BISSOLI, 2007).

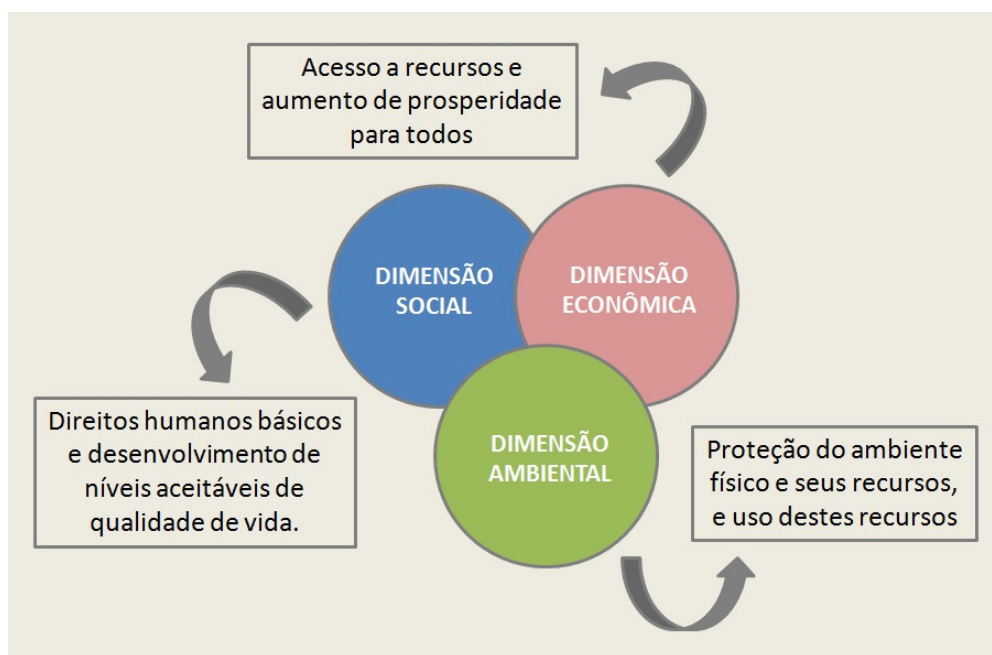


Figura 1. Aspectos compreendidos no Desenvolvimento Sustentável

Fonte: Adaptado de Barros, 2005.

Atualmente é possível afirmar que o modelo de desenvolvimento adotado pelos países desenvolvidos ao longo da história não foi adequado no que se refere à preocupação com as futuras gerações, por ter sido marcado pelo uso abusivo dos recursos naturais, a falta de preocupação com os prejuízos ambientais provocados, o uso de tecnologias poluentes, a geração de uma sociedade mundial segregada, com multidões que sofrem até hoje com a fome e a miséria. Por consequência disso, muitos problemas que são enfrentados hoje dependem de muito investimento financeiro, forte mudança de hábitos humanos e vontade política dos governantes.

Paralelo a isso, o momento atual é marcado pela ascensão econômica de muitos países em desenvolvimento; e o que se espera é que esse processo contrarie o modelo usado no

passado pelas nações desenvolvidas, por meio da adoção de ações mais condizentes com os princípios da sustentabilidade.

Nesse sentido, o termo “Leapfrogging” se refere a essa preocupação, consistindo no ato de “saltar” as etapas de desenvolvimento que os países desenvolvidos adotaram ao longo de sua história, consideradas prejudiciais, descrevendo a idéia de que as economias em desenvolvimento poderiam encontrar novos caminhos para os padrões de vida mais elevados, usando a tecnologia para evitar os erros e limitações do modelo de desenvolvimento que outras nações enfrentaram no passado (ARTICLE 13, 2012). Quando isso é seguido, o que se têm são políticas já condizentes com os avanços tecnológicos e sociais propostos pelos estudos voltados à sustentabilidade, contribuindo não apenas para a redução dos impactos ambientais como também promovendo o desenvolvimento sustentável da economia e o acesso a recursos e tecnologias à população que não os possuem.

Schafer et. al (2011) acredita que classes emergentes da sociedade podem estar mais inclinadas ao conhecimento dos padrões de consumo sustentável e social, evitando assim de adotar o uso intensivo de recursos com o qual se caracteriza o estilo de consumo dos países industrializados.

Sachs (1993, apud SATTLER, 2002) entende que o desenvolvimento sustentável da sociedade deve atender a critérios voltados às cinco dimensões: social, econômica, ecológica, espacial e cultural (Tabela 1).

Entre os elementos implícitos em todas essas dimensões, um deles merece destaque por ter papel fundamental no desenvolvimento urbano, cujo processo é de extrema relevância na discussão a cerca da sustentabilidade das sociedades que vêm se desenvolvendo: a arquitetura sustentável.

A construção civil é o segmento que mais consome matérias-primas e recursos naturais no planeta e é o terceiro maior responsável pela emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, quando considerados todos os elementos da cadeia produtiva e seus usuários finais. Partindo disso, a construção sustentável surgiu como um conceito voltado à alteração dos processos construtivos tradicionais, de modo a incentivar ações focadas na preservação ambiental, garantindo a oferta dos recursos naturais para usos futuros (IDHEA,2006).

Tabela 1. Dimensões de sustentabilidade segundo Sachs, 1993

Dimensões sustentáveis	Principais enfoques
Sustentabilidade Social	Tem por objetivo melhorar os direitos e as condições da população e reduzir as diferenças entre os padrões de vida de abastados e não abastados.
Sustentabilidade Econômica	Facilitada pela alocação e gestão mais eficiente de recursos e através de um fluxo regular do investimento público e privado.
Sustentabilidade Ecológica	Conseguida através da intensificação do uso dos recursos potenciais dos ecossistemas; limitação do uso de recursos não renováveis; redução do volume de resíduos e de poluição; intensificação de pesquisas de tecnologias limpas e proposições legais para a proteção ambiental, com a definição de instrumentos econômicos, legais e administrativos que seja necessários para a implementação das normas.
Sustentabilidade Espacial	Voltada para um equilíbrio entre o rural e o urbano, com a busca da diminuição das grandes massas urbanas nas áreas metropolitanas e da destruição dos ecossistemas; promoção da agricultura regenerativa e da industrialização descentralizada e o estabelecimento de uma rede de reservas naturais para proteger a biodiversidade.
Sustentabilidade Cultural	Através da tradução do conceito normativo de ecodesenvolvimento em uma pluralidade de soluções particulares que respeitem as especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local.

Fonte: Adaptado de Sattler, 2002.

Os impactos ambientais provocados pela expansão desorganizada do tecido urbano podem ser bastante suavizados quando esse processo é realizado conforme diretrizes sustentáveis. Levando-se em conta que a habitação em geral é um bem de consumo muito durável, onde muito freqüentemente são observados tempos de vida útil superior a 50 anos (ORNSTEIN, 1992; WORLD BANK, 2002), e que a expansão das cidades ainda é um fenômeno que vem crescendo ao longo dos anos, torna-se emergencial a adoção de novos padrões construtivos, evitando que novas edificações sejam construídas de acordo com sistemas defasados, ambientalmente questionáveis, e perdurem por tanto tempo gerando prejuízos ao meio ambiente. Por isso, o desenvolvimento urbano sustentável está sendo conduzido como um conceito essencial para o planejamento das cidades; e pode ocorrer de forma pontual, a partir de um contexto próprio, onde cada ação pode ser expandida para seu entorno até atingir todo o território (BISSOLI, 2007).

De acordo com Andrade e Romero (2004), as cidades podem cultivar biodiversidade, restaurar terras e águas, conservar a cobertura vegetal e, ao mesmo tempo, incorporar um conjunto de estratégias essenciais, tais como: moradia, trabalho, alimentação, saneamento, manufatura, lazer, vida social e comércio; todas elas de forma equilibrada, contribuindo para melhoria do ambiente urbano.

3.4 O PROBLEMA DA ESCASSEZ DE ÁGUA

Segundo Hafner (2007), a escassez hídrica pode ser descrita nas seguintes situações:

- Quando a água com qualidade adequada para uso humano é escassa, ainda que seu volume total seja abundante na natureza. Nesse caso, o que ocorre é o déficit de saneamento nas comunidades, que não são servidas pelo sistema de abastecimento de água ou pelo serviço de esgotamento sanitário; fato que pode ser agravado pelo lançamento de efluentes não tratados e poluição rotineira dos recursos hídricos.
- Quando a quantidade de água disponível na região é insuficiente para atender à demanda, composta por diversos tipos de consumo (doméstico, produção agrícola, industrial e energética); levando à competição e a conflitos pelo uso, prejudicando o desenvolvimento econômico local.

Rodrigues (2011) afirma que a relação entre crescimento econômico e o meio ambiente é antagônica, observados os prejuízos ambientais acarretados pela industrialização, expansão das fronteiras agrícolas e pela urbanização. A autora aponta a ascensão do sistema capitalista de produção como fator de aceleração da utilização dos recursos naturais bem como a degradação desse capital natural, uma vez que “os investimentos proporcionados pela acumulação de capital geravam mais produtos, o que levava as empresas a demandarem por mais mercados e, como consequência, mais recursos naturais eram utilizados”.

Compreender a relação entre o crescimento econômico, utilização dos recursos naturais e a degradação ambiental é fundamental porque tal relação sugere um processo cíclico onde a oferta de recursos e sua qualidade são fatores que influenciam o crescimento econômico, que, por sua vez, gera pressões no meio ambiente, que, em contrapartida, passa a prejudicar o crescimento econômico (KAMOGAWA, 2003).

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (GONÇALVES et. al, 2005) “a água se constitui, atualmente, no fator limitante para o desenvolvimento agrícola, urbano

e industrial, tendo em vista que a disponibilidade per capita de água doce vem sendo reduzida rapidamente”.

Além disso, é importante considerar que há uma grande diversidade dessa disponibilidade ao redor do mundo. No caso do Brasil, as regiões norte e centro-oeste possuem abundância de água, com 89% da potencialidade das águas superficiais do país, sendo que ali vivem apenas 14,5% dos brasileiros, cuja demanda hídrica é de apenas 9,2% do total nacional. Enquanto isso, os restantes 11% do potencial hídrico estão espalhados nas regiões nordeste, sul e sudeste, onde estão localizados 85,5% da população, responsáveis por 90,8% da demanda de água do país (IBAMA, 2002).

Segundo o Relatório do Desenvolvimento Humano, o valor arbitrário de 1700 m³/hab/ano foi difundido como a disponibilidade hídrica necessária de água para garantir um nível de vida adequado e o desenvolvimento econômico, sem gerar prejuízo para o meio ambiente; abaixo desse valor, a falta de água passa a ser considerado um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Países com disponibilidade hídrica anual inferior a 1000m³/hab são considerados em escassez de água. Quarenta e três países, totalizando 700 milhões de pessoas, segundo a ONU, já fazem vivem nessas condições; número que tende a aumentar nas próximas décadas. Nos 40 países mais secos do mundo, concentrados na Ásia e África, um cidadão tem direito, no máximo, a oito litros de água por dia para ingestão, preparo de alimentos, diluição de esgotos e higiene pessoal; muito abaixo dos 50 litros recomendados pela ONU. Mantendo-se os padrões atuais de consumo, as previsões são de que, em 2050, mais de 45% da população mundial não poderá contar com a porção mínima individual de água para as necessidades básicas (RELATÓRIO..., 2006).

Considerando o contínuo inchaço populacional das periferias das regiões metropolitanas e o aumento do número de consumidores de bens industrializados, e sendo mantidos os padrões de consumo atual, o aumento da demanda de água no futuro é inevitável. Para atendê-la, por meio do aumento da oferta hídrica, as opções de expansão dos mananciais consideradas até o momento incluem represamentos, captações em rios distantes, reversão de rios, desmatamento de reservas de Mata Atlântica e disputas com estados vizinhos. Tais alternativas são dispendiosas e são foco de sérias contestações ambientais. Em contrapartida, medidas de economia de água, redução de perdas, diminuição dos padrões

de consumo e investimento na recuperação e conservação dos mananciais já existentes constituem-se na melhor forma de retardar o uso de novos mananciais (HAFNER, 2007).

No capítulo 18 da Agenda 21 algumas atividades são apontadas para melhorar o manejo integrado dos recursos hídricos. Entre elas estão:

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 de minimização do desperdício para todos os usuários, incluindo o desenvolvimento de mecanismos de poupança de água.

Para entender melhor o que propõem essas e as demais medidas voltadas à economia hídrica no planeta, se faz necessária a definição de alguns conceitos bastante utilizados, entre eles, os termos “conservação” e “uso racional” da água.

3.5 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

Santos (2002) admite conservação da água como “um conjunto de ações que propiciam a economia de água, seja nos mananciais, seja no sistema público de abastecimento de água, seja ainda nas habitações”. O mesmo autor destaca que, conforme o tipo das ações de conservação de água, as mesmas podem ser de uso racional - ações voltadas ao combate ao desperdício quantitativo; ou de utilização de fontes alternativas - aquelas em que se utilizam fontes opcionais ao sistema público de abastecimento de água (entre elas se destacam: água cinza, água de chuva, água subterrânea, água mineral envasada e água distribuída por caminhão pipa).

3.5.1 Uso racional de água

O uso racional está relacionado a ações que reduzam a quantidade de água retirada dos mananciais. Isso ocorre por meio do uso eficiente da água, com a redução do desperdício e das perdas, visando o menor consumo hídrico possível, mantendo-se a qualidade das

atividades consumidoras. Segundo Hafner (2007), dentro das edificações, o combate ao desperdício quantitativo de água segue por três vertentes complementares:

Por meio da detecção e correção de perdas e vazamentos no sistema predial de água;

Pela sensibilização e conscientização do usuário através de campanhas educativas ou por micromedição e medição individualizada;

Pela substituição dos aparelhos sanitários convencionais por aparelhos economizadores.

Entre eles estão arejadores e reguladores de vazão para torneiras; fechamento automático para chuveiros, torneiras e mictórios; bacia sanitária de volume de descarga reduzido; mictórios sem água; entre outros.

Outros dois importantes aparelhos que objetivam o uso racional de água em edificações são a válvula de descarga com duplo acionamento e a bacia segregadora de urina.

Pouco utilizados no Brasil, as bacias sanitárias segregadora de urina (Figura 2) têm compartimentos e saídas diferentes para urina e fezes. O uso desses aparelhos promove a separação da urina, cujo descarte utiliza pouca ou nenhuma quantidade de água. Com isso, comparados às bacias convencionais, podem reduzir o consumo de água para descarga sanitária em até 90%. Além disso, a urina segregada pode ser reaproveitada como fertilizante na agricultura (NOUR et. al., 2006).



Figura 2. Bacias segregadoras de urina.

Fonte: Höglund (2001).

A válvula de descarga com duplo acionamento, também conhecida como dual (Figura 3), pode ser utilizada de duas formas: com menor volume de água (em torno de 3 litros) para dejetos líquidos e com descarga completa (6 litros) para dejetos sólidos. A escolha pelo tipo de descarga ocorre no momento do acionamento através de um botão duplo que permite

essa diferenciação. Esse equipamento pode promover uma redução no consumo de água entre 50 e 75% em relação à descarga convencional (HAFNER, 2007).



Figura 3. Bacia sanitária com válvula de descarga com duplo acionamento

Fonte: OLIVEIRA, 2007.

Santos (2002) também aponta o estabelecimento de tarifas inibidoras de desperdício como forma de estimular o uso racional da água. Define-se desperdício como a junção de perdas e uso excessivo, sendo que ambos podem ser decorrentes do mau desempenho do sistema ou negligência e procedimentos inadequados do usuário (GONÇALVES et al., 2005).

3.5.2 Uso de fontes alternativas de água

A utilização de fontes alternativas de água para fins não potáveis já é uma prática inserida nos conceitos do uso racional dos recursos hídricos, embora a maioria das políticas públicas do Brasil e de outros países ainda esteja em fase de adaptação a essa nova e necessária cultura de consumo e conservação de água.

Determinados usos, comumente servidos por água potável proveniente do sistema tradicional de abastecimento público, podem ser atendidos por águas de qualidade inferior, ou seja, não potável, o que é possível, por exemplo, diante de coleta, tratamento e distribuição de águas pluviais e águas cinza. Trata-se de uma mudança considerável nos hábitos de consumo, na cultura de utilização e distribuição da água, e principalmente, na conscientização da população e das políticas públicas quanto à importância da preservação desse recurso por meio de técnicas inovadoras que construam novos paradigmas diante da sua utilização.

Mas para isso, levando em conta que o aproveitamento de fontes alternativas de água requer medidas efetivas de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, além ser técnica e economicamente viáveis, tal medida deve ter como ponto de partida a segurança e a saúde dos usuários. E nesse sentido, regulamentar tal prática se torna fundamental. As regulamentações normalmente apresentam os tratamentos mínimos necessários, os padrões de qualidade exigidos para determinados usos, a eficiência exigida para o tratamento, a concepção dos sistemas de distribuição e o controle de usos de área (CROOK, 1998).

Dessa forma, tão importante quanto desenvolver tecnologias de tratamento de efluentes que possibilitem o aproveitamento de fontes alternativas de água, está a normatização balizadora dessa prática, determinando parâmetros seguros e eficazes para cada tipo uso não potável, que possam ser garantidos pelos órgãos nacionais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no país.

3.5.2.1 Aspectos institucionais relacionados aos Recursos Hídricos

No caso do Brasil, o modelo de gestão evoluiu de determinações políticas que tiveram início com a Lei Federal nº 9433/1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A partir dela, ficou definido que a bacia hidrográfica deve ser a unidade territorial para a implementação dessa política, ou seja, a gestão é descentralizada e deve contar com a participação do poder público, usuários e comunidades (RODRIGUES, 2005b).

Também foi criado pela Lei 9433/97 o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), colegiado presidido pelo Ministério do Meio Ambiente que ocupa a maior instância do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Cabe a esse conselho, entre outras responsabilidades, o estabelecimento de diretrizes complementares para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos; a articulação dos planejamentos nacional, regional, estadual e dos setores usuários e a aprovação de propostas de instituição de comitês de bacias hidrográficas. Esses comitês contam com a participação dos usuários, da sociedade civil organizada e de representantes dos governos e têm como área de atuação a totalidade de uma bacia hidrográfica. São fóruns onde são discutidos assuntos relacionados à gestão dos recursos hídricos da respectiva bacia.

Dentro do CNRH estão organizadas as Câmaras Técnicas, e entre elas está a Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia, dentro da qual se desenvolve um grupo de trabalho (Grupo 1) cujo tema de discussão é o “Reúso não potável”. A primeira regulamentação que determinará as diretrizes gerais para a gestão do reúso provavelmente será definida pela Minuta de Resolução que vem sendo desenvolvida por esse grupo de trabalho desde 2002 (RODRIGUES, 2005b).

Entretanto, já existem algumas resoluções definidas pelo CNRH que abordam especificamente o reúso. A principal delas é a Resolução nº 54 (CNRH, 2011), que “estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática do reúso direto não potável da água” e a partir da qual outras decisões legais encontram apoio. Segundo essa resolução, água de reúso é qualquer água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas; e entre as modalidades especificadas por essa resolução estão o reúso para fins urbanos, fins agrícolas e florestais, fins ambientais, fins industriais e reúso na aquicultura. O documento também faz considerações a respeito dos órgãos responsáveis pelo controle da prática e de suas competências. Outra resolução importante é a que diz respeito à cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a Resolução nº 48 (CNRH, 2011). Vale ressaltar a importância que esse tipo de cobrança tem dentro dos projetos de gestão, não apenas pelo recebimento dos recursos financeiros relativos ao consumo da água, mas também para fazer valer alguns fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, segundo a qual a “água é um bem de domínio público; é limitada e dotada de valor econômico”. Nesse sentido, a prática do reúso acaba sendo estimulada, diminuindo a captação de água, conseqüentemente, contribuindo para a redução de custos que seriam cobrados por essa captação excedente.

Ainda dentro dos instrumentos de gestão dos Recursos Hídricos tem-se a Agência Nacional das Águas (ANA), autarquia com autonomia administrativa e financeira vinculada ao Ministério do Meio Ambiente com o objetivo de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e a coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dentro da ANA, as seguintes áreas permeiam de alguma forma a questão do reúso: Área de Tecnologia da Informação, Superintendência de Planejamento e Articulação e Área de Engenharia. Dentro dessa última área está a Superintendência de Conservação de Água e

Solo, que aborda claramente a racionalização do uso da água, inclusive mediante reúso (RODRIGUES, 2005b).

3.5.2.2 Aspectos legais – Federais, Estaduais e Municipais

Não há um modelo rígido de regulamentação que deva ser aplicada em qualquer lugar do mundo, visto que aspectos institucionais e legais, que variam bastante de país para país, são extremamente relevantes para a implementação de uma política eficaz de gestão dos recursos hídricos, entre eles a água de reúso. As especificidades locais é que devem servir para direcionar a prática do reúso, a qual deve se apoiar nas estruturas já instauradas, levando-se em conta a hierarquia e a distribuição de competências previamente existentes.

No caso do Brasil, isso pôde ser observado anteriormente por meio da apresentação dos órgãos responsáveis pela administração base dos recursos hídricos, mas como se trata de uma administração descentralizada, cabem aos estados e municípios, junto aos comitês de bacias, as decisões mais específicas quanto ao reúso da água dentro da região de abrangência das políticas públicas locais. Por outro lado, alguns artigos consideram a resolução CONAMA, que dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas, e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, um primeiro balizamento das condições nacionais em relação à qualidade das águas de reúso para diversas finalidades, apesar desta não ter sido elaborada visando a elaboração de padrões para o reúso (RODRIGUES, 2005b).

Silva e Gonçalves (2012) realizaram um levantamento dos aspectos legais instituídos por governos e prefeituras do Brasil e de órgãos internacionais acerca do reúso. No caso brasileiro, se tratam de instrumentos de regulamentação que estão em fase de desenvolvimento, acompanhando as pesquisas e resultados no setor; talvez por isso muitas delas não apresentem um conteúdo que respalda de maneira satisfatória todas as questões relacionadas à prática do reúso.

A que mais se aproxima disso é a Lei N° 2856, de 25 de Julho de 2011, da Prefeitura Municipal de Niterói. Por meio dessa lei, edificações novas com consumo diário de água igual ou maior que 20m³ ficam obrigadas a praticar a reciclagem de águas servidas (efluentes de chuveiros, banheiras, lavatórios, tanques e/ou máquinas de lavar) para que sejam reaproveitadas para a lavagem de pátios, escadarias, jardinagem e também ao abastecimento das descargas de vasos sanitários, as quais serão descarregadas na rede

pública de esgoto. Essa lei também estabelece alguns parâmetros de qualidade da água a ser utilizada, embora não determine sistemas nem produtos específicos para o tratamento da água a ser reutilizada, nem detalhes relacionados a testes de verificação da qualidade dessa água.

Outro ponto de atuação necessária é a adequação dos códigos de obras e processos da construção civil. As edificações ainda são concebidas utilizando processos nos quais o reúso não é previsto e nos quais seria muito difícil de ser implementado futuramente. Legislações que garantam a concepção dos edifícios segundo essa nova forma de usar (e reutilizar) a água, além de estimular o reúso, impedem que no futuro existam ainda mais edifícios cujos projetos hidráulicos são inadequados às tecnologias de tratamento, as quais certamente irão evoluir e serão necessariamente integradas à nova forma de conservação das águas.

3.6 REÚSO DE ÁGUA CINZA

Em São Paulo, estima-se que 40% da água potável é utilizada em fins menos nobres, como lavagem de ruas e praças, rega de jardins e parques, controle de poeira pela aspersão de água, resfriamento de caldeiras de indústrias e outras atividades em que poderiam ser facilmente usadas águas de reúso (BIO 38, 2006).

Especificamente para a utilização interna nas edificações, o reúso das águas cinza é o mais recomendável, já que essas águas possuem qualidade superior aos esgotos comuns. Tal prática constitui-se em uma medida importante na ação da economia de água e que, por consequência, contribui para a busca da sustentabilidade hídrica (SANTOS, 2002). A água cinza é bastante eficiente na prática do reúso por apresentarem alto volume, baixa concentração de nutrientes e matéria orgânica de fácil degradação (COHIM e KIPERSTOK, 2007).

Como já foi dito, águas cinzas são águas residuárias de origem predial provenientes de lavatórios, chuveiros, banheiras, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça e pia de cozinha, excluindo os sanitários (ERIKSSON et. al., 2002; JEFFERSON et. al., 2004; OTTHERPOHL, 2001; OTTOSON e STENSTRÖM, 2003). No âmbito doméstico, essas águas representam uma parcela expressiva, sendo mais de 50% do consumo médio diário de uma residência, o que reforça a potencialidade do seu uso (HAFNER, 2007). A Figura 4 mostra um esquema de classificação do esgoto doméstico em diferentes tipos de efluentes, entre eles, a água cinza.

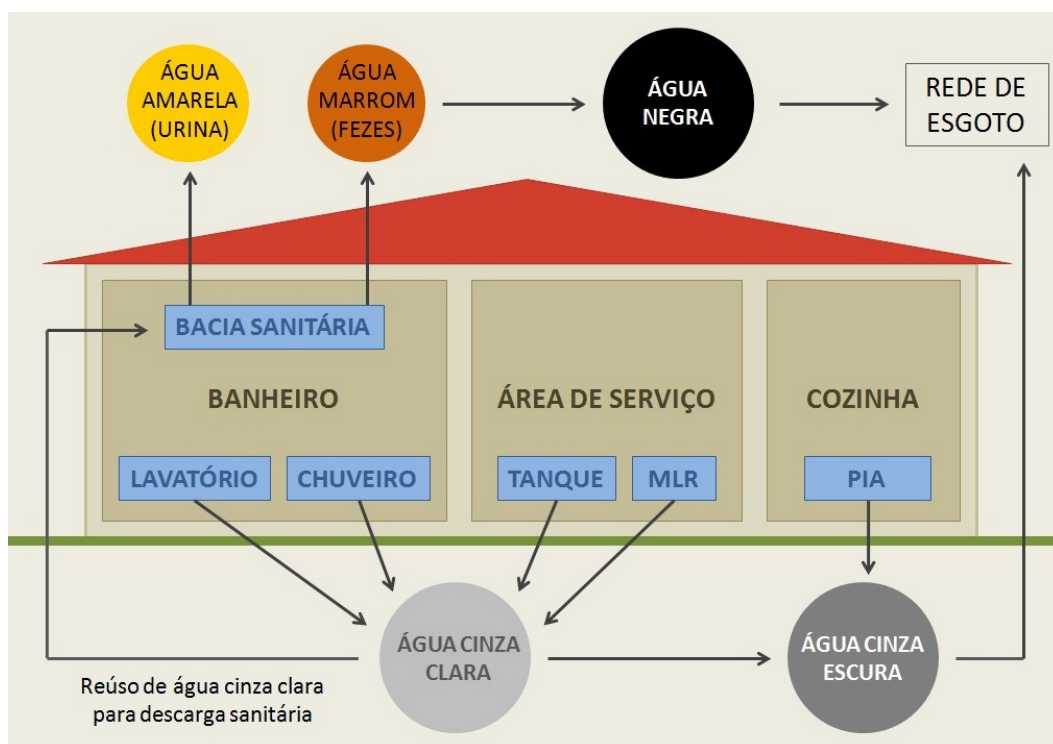


Figura 4. Esquema do esgoto doméstico e indicação de possíveis usos para água cinza após tratamento

Bazzarella (2005) cita alguns autores, como Nolde (1999) e Christova-Boal et al. (1996), que não consideram como água cinza o efluente provenientes de cozinhas, por considerá-lo altamente poluído, putrescível e com inúmeros compostos indesejáveis, como por exemplo, óleos e gorduras. Santos, Zabrocki e Kakitani (2002), citados por Boni (2009), também ressaltam que a água de pia de cozinha deveria ser desconsiderada nessa categoria, por apresentar óleos, gorduras e graxas que são difíceis de retirar em processo de filtração e também por conter microorganismos.

As águas cinzas são recolhidas separadamente dos esgotos e levadas para estações de tratamento onde, através de filtros, processos biológicos e desinfecção, a qualidade da água é modificada a padrões aceitáveis. A água, então tratada, é distribuída por redes independentes até os pontos de utilização como descargas sanitárias e outros. Assim, o sistema exige dupla tubulação para o abastecimento tanto dentro das edificações como fora delas, com conexões às estações de tratamento, além, também, da tubulação dupla na coleta do esgoto e das águas cinzas.

Gonçalves e Jordão (2006) afirmam que, em média, 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis. Desta forma, estabelecendo uma rede dupla de abastecimento de água, uma potável e outra de reuso, a conservação da água potável seria garantida. Segundo os autores, os estudos de caracterização do consumo de água potável em residências brasileiras apontam uma estimativa de economia de água variando entre 15 a 30%, caso se implemente o aproveitamento de fontes alternativas.

3.7 CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA

Em muitas regiões o consumo de água no ambiente doméstico é responsável por mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas (RODRIGUES, 2005). Vale ressaltar, no entanto, que é recomendado cuidado ao se generalizar dados desse tipo, uma vez que há grande variabilidade das condições desse consumo (Rocha et al., 1999 apud AGUIAR, 2011), o qual pode ser influenciado, segundo Grima (1970, apud NARCHI, 1989) por diversos fatores, tais como:

- Características físicas (temperatura e umidade do ar, intensidade e frequência de precipitações);
- Condições de renda familiar;
- Características da habitação (área do terreno, área construída, número de habitantes, etc.);
- Características de abastecimento de água (pressão na rede, qualidade da água etc.);
- Forma de gerenciamento do sistema (micro-medição, tarifas etc.);
- Características culturais da comunidade, entre outros.

Quanto à pressão na rede de distribuição, para Clark et. al. (1977) um aumento de 14 mca pode acarretar em 35 % de aumento no consumo de água. Já em relação ao controle do consumo por medição, estudos já apontaram 25% de aumento quando esse controle não é feito (ALBERTA ENVIRONMENTAL PROTECTION, 1996).

Von Sperling (1995) faz uma análise na maneira como alguns fatores podem afetar o consumo residencial de água (Tabela 2). O mesmo autor fornece dados de consumo per capita relacionando-os com o porte e o número de habitantes das comunidades (Tabela 3).

Tabela 2. Fatores de influência no consumo de água

Fator de influência	Comentário
Clima	Climas mais quentes e secos induzem a um maior consumo
Porte da comunidade	Cidades maiores geralmente apresentam mais consumo per capita
Renda da comunidade	Um melhor nível econômico associa-se a um maior consumo
Grau de industrialização	Localidades industrializadas apresentam maior consumo
Medição do consumo	A presença de medição inibe um maior consumo
Custo da água	Um custo mais elevado reduz o consumo
Pressão da água	Elevada pressão induz a maiores gastos
Perdas no sistema	Perdas implicam na necessidade de uma maior produção de água

Fonte: Adaptado de Von Sperling (1995).

Tabela 3. Consumo de água relacionado à concentração populacional de uma região.

Porte da comunidade	Faixa da população (hab)	Consumo per capita (L/hab.d)
Povoado rural	< 5.000	90 – 140
Vila	5.000 – 10.000	100 – 160
Pequena localidade	10.000 – 50.000	110 – 180
Cidade média	50.000 – 250.000	120 – 220
Cidade grande	> 250.000	150 - 300

Fonte: Adaptado de Von Sperling (1996).

É possível observar que, quanto maior a concentração populacional de um lugar, maior é seu consumo em água. Dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) apresentam os consumos per capita médios dos estados e das regiões no Brasil (GAMEIRO, 2007) (Tabela 4). No entanto, não se pode afirmar que para a obtenção desses dados tenha sido considerado apenas o consumo residencial das regiões estudadas, podendo existir influência de outros tipos de consumo (industrial e urbano, por exemplo).

Outro fator representativo no consumo residencial de água é o nível socioeconômico do usuário. Alguns trabalhos relacionam a renda mensal familiar e o valor da propriedade com a quantidade de água consumida; em geral se observa que classes com poder aquisitivo mais elevado consomem mais água. (BARKATULLAH, 2002; LOH e COGHLAN, 2003).

Kim et. al. (2007) analisaram os padrões domésticos de consumo de água em 145 alojamentos na Coreia por um período de 3 anos. Esse estudo concluiu que os consumos de água são superiores na presença de crianças e de agregados familiares com mais do que um salário.

Tabela 4. Consumo médio per capita de água no Brasil

Região	Consumo médio (l/hab.dia)	Empresa e Estado	Consumo médio (l/hab.dia)
NORTE	111,7	CAER/RR	183
		CAERD/RO	111
		CAESA/AP	163
		COSAMA/AM	51
		COSANPA/PA	100
		DEAS/AC	101
NORDESTE	107,3	AGESPISA/PI	74
		CAEMA/MA	115
		CAERN/RN	118
		CAGECE/CE	119
		CAGEPA/PB	109
		CASAL/AL	114
		COMPESA/PE	80
		DESO/SE	109
		EMBRASA/BA	115
SUDESTE	147,0	CEDAE/RJ	219
		CESAN/ES	194
		COPASA/MG	142
		SABESP/SP	161
CENTRO OESTE	133,6	CAESB/DF	193
		SANEAGO/GO	121
		SANEMAT/MT	163
		SANESUL/MS	113
SUL	124,6	CASAN/SC	128
		SANEPAR/PR	125
		CORSAN/RS	130
BRASIL			141

Fonte: SNIS apud Gameiro (2007).

Alegre (1992, apud PINHEIRO, 2005) conclui que as áreas residenciais de maior nível socioeconômico na cidade de Lisboa tendem a consumir menos água aos fins-de-semana; o contrário do que ocorre nas áreas mais desfavorecidas, onde se observa uma maior permanência dos moradores e a concentração das atividades domésticas nesses dias da semana.

Dias et. al. (2010) identificaram forte relação entre a influência da renda per capita deflacionada no consumo domiciliar de água em Belo Horizonte.

O gráfico de dispersão obtido com os dados aponta um grupo isolado com alta dispersão correspondendo ao consumo da população de alta renda (Classe A), cujo consumo é significativamente maior que os demais grupos indicados (Figura 5).

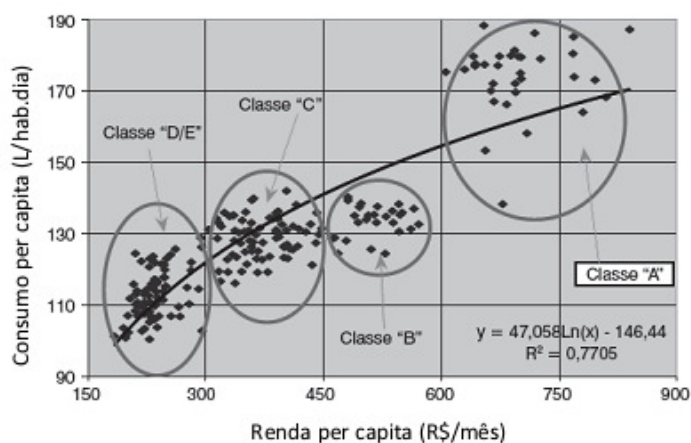


Figura 5. Relação entre renda per capita e consumo residencial per capita de água em Belo Horizonte.

Fonte: Dias et. al. (2010).

Essa diferença no consumo de água em relação à renda pode ser observada quando analisados os consumos per capita em países com diferentes níveis econômicos (Tabela 5).

Tabela 5. Consumo per capita de água e renda de diferentes países

País	Consumo (m³/ano/hab)	Classificação segundo a renda
Estados Unidos	1647	Elevada
França	668	Elevada
Japão	694	Elevada
Israel	325	Elevada
África do Sul	348	Média Alta
Argentina	784	Média Alta
Brasil	336	Média Baixa
China	484	Média Baixa
Índia	615	Baixa
Haiti	123	Baixa
Moçambique	34	Baixa
Papua – Nova Guiné	14	Baixa

Fonte: Adaptado de Hafner (2007)

Ainda no aspecto econômico, Arbués et. al. (2003) afirmam que, além da renda e das características do imóvel, o preço da água também é determinante no consumo residencial. Segundo eles, esta conclusão permite que os formuladores das políticas de fornecimento de água utilizem os preços das tarifas para alcançar a economia desse recurso, fazendo com que tal tarifa sirva como ferramenta de estímulo ao uso racional de água, diante de características como a essencialidade desse recurso e da inexistência de bens que o substituam.

Os mesmo autores apontam que a maioria das tarifas de água, que possuem estruturas complexas, combinando taxas fixas e variáveis, originando preços não uniformes, tem causado vários problemas na especificação do modelo e estimativa da demanda.

Isso porque parte do debate sobre demanda de água resulta do sistema de sua cobrança, normalmente instituído com uma estrutura tarifária em blocos, a qual determina preços diferenciados de acordo com as faixas de consumo. No Brasil as tarifas são crescentes; sendo que, no primeiro bloco de consumo, todos pagam pelo consumo máximo equivalente a 10m^3 , apresentando uma conta única (Figura 6).

Esse sistema não é coerente com o consumidor, uma vez que o mesmo é obrigado a pagar por um recurso que não utiliza quando consome água abaixo da quantidade mínima de 10m^3 cobrada pela empresa fornecedora. Isso acaba impondo um custo adicional para consumo na faixa de baixa renda e estimulando o aumento do consumo (AMARAL, 2000)

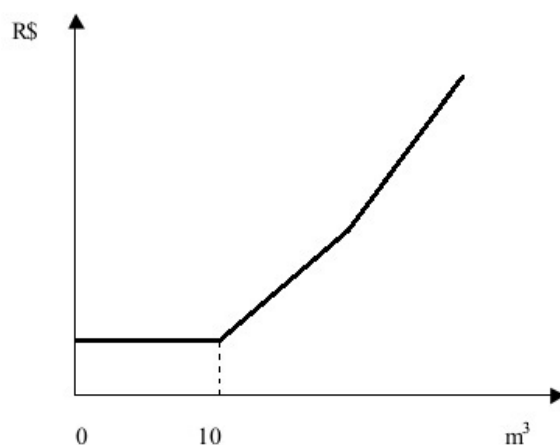


Figura 6. Gráfico da tarifação de cobrança pelo uso da água, representando faixa de consumo mínimo

Fonte: Adaptado de AMARAL (2000).

Kiperstok (2010 apud GARCIA, 2011) defende a cobrança do valor proporcional ao consumo para todas as faixas, abolindo a cobrança mínima de 10m³/mês. Também propõe que a queda na arrecadação sofrida pela empresa fornecedora de água pode ser compensada por um aumento no preço da tarifa a ser pega pelas faixas de maior consumo. Acredita-se que essas duas medidas estimulam o uso racional de água; a primeira por evitar o uso desnecessário de água sob a justificativa de ser pago o mesmo valor, ainda que se utilize menos de 10m³; e a segunda, induzindo menor consumo de água para que não se alcance faixas de alto consumo e mais tributadas.

A Tabela 6 apresenta os valores considerados para a cobrança de água na região metropolitana de Vitória de acordo com faixas de consumo.

Tabela 6. Tarifas para cobrança de água por faixa de consumo

Categorias	Tarifa de água por faixa de consumo (R\$/m ³)					
	0 – 10m ³	11 – 15m ³	16 – 20m ³	21 – 30m ³	31 – 50m ³	> 50m ³
Tarifa Social	0,87	1,02	3,49	4,80	5,12	5,34
Residencial	2,18	2,55	4,36	4,80	5,12	5,34
Comercial e Serviços	3,46	3,91	5,43	5,71	5,88	6,06
Industrial	5,54	5,71	6,20	6,26	6,43	6,54
Pública	3,62	4,09	5,25	5,43	5,50	5,57

Fonte: CESAN (2012).

É possível observar que a tarifa social é caracterizada por descontos que incidem sobre as tarifas de água e esgoto dos imóveis classificados na categoria residencial: para a parcela de consumo de água até 15m³ o desconto será de 60%; para a parcela do consumo compreendida entre 16m³ e 20m³ o desconto será de 20% (vinte por cento); e para a parcela de consumo acima de 20m³, não há incidência de descontos. Essa estrutura de cobrança, com descontos para faixas de consumo menores, estimula a economia de água; no entanto, pelo fato da empresa de abastecimento de água na região – CESAN – também utilizar o sistema de cobrança mínima de 10m³, o que é determinado pelo Regulamento dos Serviços Públicos de Água e Esgoto (CESAN, 2009), consumidores dessa faixa muitas vezes podem deixar de racionalizar o uso da água por saberem que dificilmente atingirão o valor mínimo de cobrança, não tendo, portanto, a preocupação em adotar hábitos de consumo de água que economizem esse recurso.

Quanto à tarifa social, para uma residência estar incluída nesse sistema de cobrança, seus moradores precisam ser beneficiários do Programa Bolsa Família do Governo Federal ou devem receber o Benefício de Prestação Continuada da Assistência Social - BPC (CESAN, 2013).

Justamente por apresentar grande variabilidade em relação a tantos fatores - conforme acima apresentado - a caracterização do consumo residencial de água é tão importante, contribuindo para a definição de estratégias voltadas à conservação de água nesses ambientes, principalmente por possibilitar a determinação de situações que estimulam ou desestimulam esse consumo. Conhecendo o perfil e hábitos de consumo do usuário, pode-se ter uma melhor noção da eficácia das medidas de conservação a serem sugeridas, uma vez que a eficiência dessas ações varia em função do público a que se destinam (GARCIA, 2011).

3.8 MÉTODO AHP

Diversas situações cotidianas necessitam de tomadas de decisões, o que muitas vezes pode provocar conflitos entre as alternativas existentes e os critérios de escolha. Diante disso, a partir da década de setenta foram desenvolvidos e aprimorados métodos de multicritérios ou sistemas de apoio à decisão (MCDM – *Multiple Criteria Decision Making*), cujo objetivo é diminuir os riscos de erros nas tomadas de decisões.

Entre esses métodos, existe o Processo de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - AHP*), criado por Thomas Saaty em 1977.

O AHP é um processo que mede e sintetiza uma série de fatores envolvidos em decisões complexas, sendo esses analisados hierarquicamente atribuindo pesos aos critérios de decisão. Esse método se baseia na capacidade do tomador de decisão em aliar informação, lógica e intuição ao realizar julgamentos entre as alternativas e os critérios adotados para a resolução do problema.

Para isso, tal problema é estruturado com uma hierarquia, decorrente do processo de priorização (Figura 7). Segundo Saaty (2008), para tomar uma decisão de forma organizada deve-se seguir as etapas:

- Definir o problema a ser resolvido, ou seja, a pergunta que balizará a seleção da alternativa (dentro um conjunto de alternativas) a ser “escolhida” pelo método;

- Estruturar hierarquicamente os constituintes do problema, partindo do problema a ser resolvido, seguindo para os critérios e subcritérios utilizados para balizar a tal resolução, até o nível mais baixo, composto pelas alternativas analisadas pelo método;
- Construir um conjunto de matrizes para o julgamento par a par em cada nível hierárquico, objetivando obter a dominância de um elemento sobre o outro quando comparados entre si. Inicialmente comparam-se os critérios e subcritérios e, posteriormente, as alternativas;
- Multiplicar as prioridades obtidas a partir dos julgamentos dos critérios e subcritérios pelos valores das ponderações (importâncias relativas) das alternativas para cada elemento. Depois, em cada elemento no nível abaixo adicionar os seus valores ponderados e obter a sua prioridade global. No final, obtém-se a classificação das alternativas.

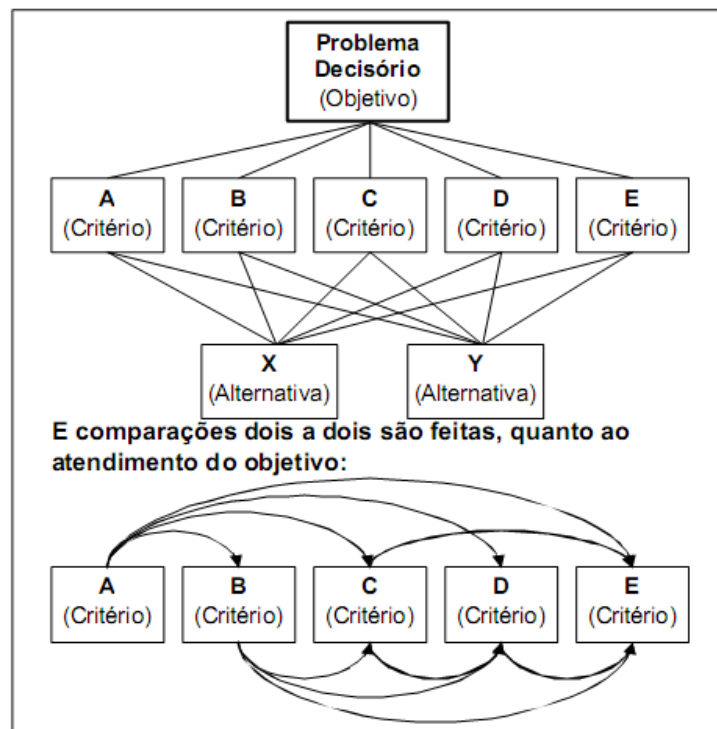


Figura 7. Esquema geral da montagem do método AHP.

Fonte: NUNES, 2006

O AHP utiliza a matriz “ $n \times n$ ” como ferramenta, onde são necessários $n(n-1)/2$ julgamentos, sendo n o número de linhas e colunas. A matriz em questão é denominada de matriz prioridade ou de decisão, Matriz A:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

A matriz A é formada por A (i,j) e recíproca, onde $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Cada elemento do vetor linha da matriz representa a dominação ou não do critério A_i e A_j . Os “ a_{ij} ” são gerados a partir da escala de prioridade ou de julgamento para comparações em pares, ou seja, $A_{ij} \times A_{ji}$.

Para estabelecermos os julgamentos, definimos seus valores por meio de comparações dois a dois. Os pesos são atribuídos pelo tomador de decisão de acordo com a Tabela 7, com base na sua experiência pessoal; logo, a comparação se apoia na intuição deste na escolha do valor da intensidade na escala de prioridade.

Tabela 7. Escala para julgamento da prioridade dos critérios na aplicação do AHP

Intensidade de importância	Definição da importância	Explicação
1	Mesma	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
2	Intermediário	
3	Pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
4	Intermediário	
5	Grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
6	Intermediário	
7	Muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
8	Intermediário	
9	Absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza.

Fonte: Saaty, 1991.

Esta escala de comparação dos critérios é bem exemplificada por Costa (2003) na Tabela 8, onde os valores recíprocos são incluídos na escala.

Tabela 8. Escala de comparação dos critérios

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Bastante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito	Bastante	Extremamente
Menos importante...					... Mais importante			

Fonte: Adaptado de Nunes, 2006.

O peso atribuído em cada critério e o desempenho das alternativas para estes critérios são estimados pelos componentes do vetor de prioridades obtidos através de estimativa do *autovetor* “V” (SALOMON, 2002) (Equação 1).

$$A \times V = \lambda_{\max} \times V \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

A – matriz de julgamentos

λ_{\max} – maior autovalor da matriz

O *autovetor* dá a ordem de prioridade e o *autovalor* é a medida de consistência do julgamento. Cada componente do autovetor pode ser estimado por uma média geométrica, já que, a matriz é recíproca e positiva. Em relação ao autovalor máximo (λ_{\max}), caso todos os julgamentos sejam coerentes entre si, o λ_{\max} será igual à ordem da matriz. E para matrizes recíprocas positivas, o λ_{\max} pode ser estimado como o produto de um vetor composto pela soma das colunas da matriz de julgamentos pelo autovetor.

Após a verificação do autovetor “V”, Saaty (1990) menciona a verificação do *índice de consistência* (IC) e da *razão de consistência* (RC), devido à possibilidade de incertezas na matriz de julgamentos, ocasionada pela subjetividade nas pontuações do tomador de decisão.

O cálculo do *Índice de Consistência* é dado pela Equação 2.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

λ_{\max} – maior autovalor da matriz

n – ordem da matriz

A *Razão de Consistência* tem o objetivo de indicar a coerência das avaliações dois a dois e é calculado pela Equação 3.

$$RC = IC/IR$$

Equação 3

Onde:

IC – Índice de Consistência

IR – Índice Aleatório

O IR (Índice Aleatório) é obtido a partir da média de milhares de matrizes quadradas de ordem n , pelo Laboratório Nacional de Oak Ridge, EUA (GOMES et. al., 2004, apud NUNES, 2006). Alguns dos valores para IR são apresentados pela Tabela 9.

Quanto menor a RC, maior será a consistência do resultado; e, segundo Saaty (2000, apud TREVIZANO et. al., 2005), Se $RC < 0,1$ (10%) os julgamentos são considerados consistentes.

Tabela 9. Tabela de Índices Aleatórios

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty apud Nunes, 2006.

Para finalizar o método, calculam-se as Prioridades Globais (PG) das alternativas. Esse cálculo é dado pela soma dos produtos das importâncias relativas de uma alternativa em cada critério (obtidos nas matrizes de prioridade das alternativas em relação a cada critério) pela importância relativa do critério (obtido na matriz de prioridade dos critérios).

A alternativa com maior PG é a resposta buscada pelo método, ou seja, é a que melhor responde ao problema inicial a ser resolvido pelo tomador de decisão.

Aguiar (2008) utilizou o método AHP em um estudo voltado à aplicação de um programa de conservação de água em edifícios residenciais em Curitiba. Por meio desse método, o autor pode avaliar diferentes opções de ações de conservação de água e determinar a escolha de quais deveriam ser adotadas em tal programa.

4 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa faz parte de um projeto da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) financiado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) através do Edital “Consumo de água e Eficiência energética” do MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) / CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) / CT-HIDRO Nº 780/2011.

O projeto vem sendo realizado através de um estudo em rede da qual fazem parte as universidades federais dos estados do Espírito Santo (UFES), do Paraná (UFPR), de Santa Catarina (UFSC), da Bahia (UFBA), do Mato Grosso do Sul (UFMS), de Sergipe (UFS), além das universidades do Vale do Sinos (UNISINOS) e Federal de Pelotas (UFPEL). Também faz parte o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT); estando cada uma dessas instituições desenvolvendo projetos próprios, todos convergindo na mesma temática de conservação de água e energia.

O presente trabalho foi realizado no período de março de 2011 a dezembro de 2012, sendo desenvolvido no Parque experimental do Núcleo Água. A parte de coleta de dados realizou-se no Residencial Jabaeté, em Vila Velha (ES); um condomínio de habitações de interesse social entregue pelo Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Espírito Santo (IDURB).

Localizado na região da Grande Terra Vermelha, em Vila Velha, o Residencial Jabaeté (Figura 8) é um empreendimento que faz parte do “Programa Nossa Casa” e é fruto da parceria entre o Governo do Espírito Santo com o Governo Federal. Foram investidos mais de 13 milhões na construção de 403 unidades habitacionais, entregues a famílias de baixa renda ou que viviam em áreas de risco no município.



Figura 8. Imagens do Condomínio Residencial Jabaeté, em Vila Velha (ES).

5 ARTIGOS

5.1 ARTIGO 1

CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E DA PRODUÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

Resumo

Este trabalho tem por objetivo realizar a caracterização do perfil de consumo residencial de água potável, entendida como uma das etapas necessárias para a determinação de estratégias voltadas à conservação de água no ambiente doméstico. O estudo foi realizado em habitações de interesse social (HIS), representadas pela comunidade do Residencial Jabaeté, em Vila Velha (ES). A metodologia utilizada foi aplicação de questionário e monitoramento do consumo de água por meio de leitura de hidrômetros. O monitoramento ocorreu em 30 HIS, onde foram realizadas leituras semanais do hidrômetro geral. Além disso, em 5 delas foram instalados hidrômetros em cada ponto hidráulico, permitindo a setorização do consumo de água. Os resultados indicaram que o consumo per capita diário é em média de 79 l/hab. dia; o consumo por metro de área computável é de 6,8 l/m². dia; e o consumo por número de dormitórios é de 119 l/dormitórios.dia. Também concluiu-se que a atividade que mais consome água é a lavagem de roupas, responsável por aproximadamente 41% do consumo diário de água.

Palavras chave: Consumo de água; habitação de interesse social; questionários; monitoramento do consumo.

DRINKING WATER CONSUMPTION AND WASTEWATER PRODUCTION IN SOCIAL INTEREST HOUSING (SIH)

Abstract

This study aims to characterize the profile of residential consumption of drinking water, seen as one of steps necessary for the determination of strategies directed to household water conservation. The study was conducted in social interest housing, community by the Jabaeté Residential in Vila Velha (ES). The methodology used was a questionnaire and monitoring water consumption through water meter reading. The monitoring was observed in 30 homes, where they take readings of the hydrometer general. Furthermore, 5 of them were installed hydrometers on each point hydraulic, allowing the sectorization water consumption. The results indicated that the daily per capita consumption is on average of 79 l.p-1d-1; consumption per meter of area computable is 6,8 l/m².d; consumption by number of bedrooms is 119 l/bedrooms.day. It also it was found the activity that consumes more water is washing clothes, responsible for approximately 41% of daily water consumption.

Keywords: water consumption; social interest housing, questionnaires, consumption monitoring.

5.1.1 INTRODUÇÃO

Embora a água seja considerada um recurso natural renovável, a falta de um gerenciamento adequado do seu uso, do atendimento adequado às necessidades humanas e ambientais de modo a se garantir a sua preservação e de uma cultura efetivamente aberta a novos hábitos de consumo, são fatores que tendem a dificultar cada vez mais a disponibilidade desse recurso no futuro. Tais fatores apontam para a necessidade de que ações de saneamento sejam fundamentadas na gestão da demanda por água nos seus mais diversos usos, o que deve incluir medidas voltadas à sua conservação. Isso é diferente da gestão da oferta, em que sistemas de abastecimento são amplamente expandidos com o objetivo de simplesmente atender à demanda hídrica apresentada (COHIM e KIPERSTOK, 2008).

Esse tipo de gestão não tem garantido a oferta de água à população como um todo, uma vez que muitos brasileiros continuam não sendo assistidos pelo abastecimento de água e demais serviços de saneamento básico. Dados do Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (IPEA, 2010) apontam que no ano de 2008, embora 91,6% da população brasileira tivessem acesso a abastecimento de água, existem fortes desigualdades regionais e socioeconômicas observadas na distribuição desse serviço, existindo regiões onde esse valor era de apenas 51,5%, como é o caso do estado do Pará.

Nesse sentido, reconhecendo a necessidade da definição de diretrizes capazes de integrar um plano eficaz de gestão da demanda no país, inicialmente se faz necessária a caracterização do modo como a água é consumida em seus mais diversos usos. Tal caracterização possibilita uma previsão mais precisa da demanda por água, considerada essencial por Memon e Butler (2006) para a definição das futuras necessidades de abastecimento hídrico. Murdock et. al. (1991) afirmam que a gestão da distribuição e do abastecimento de água é fortemente dependente da qualidade de informação relativa ao crescimento da população e às características sociais, econômicas e demográficas das populações.

Além disso, a caracterização do perfil de consumo de água também é capaz de detectar em que aspectos é possível promover mudanças para água seja utilizada de forma mais eficiente, de forma que tal recurso seja melhor conservado para as gerações atuais e futuras.

Mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas pode ser considerado consumo residencial. Na região metropolitana de São Paulo, esse tipo de consumo corresponde a 84,4% do total de água utilizada (incluindo também o consumo em pequenas indústrias). Na cidade de Vitória esse número é bem similar, sendo o consumo residencial correspondente a aproximadamente 85% do total de água consumida na cidade (dados da CESAN de 2002 e 2003) (RODRIGUES, 2005).

Junto a esses dados tem-se que mais de 60% dos domicílios das principais regiões metropolitanas do Brasil possuem renda domiciliar até 5 salários mínimos (GARCIA, 2011); fato relevante considerando o trabalho de muitos autores que apontam o fator renda como tendo grande influência no consumo de água no ambiente doméstico (BARKATULLAH, 2002; LOH e COGHLAN, 2003; KIM et. al. , 2007; ALEGRE et. al., 1992; DIAS et. al., 2010; ARBUÉS et. al., 2003); tal fato, de certa forma, determina a importância de estudos dos fatores associados ao consumo destas residências, permitindo estabelecer estratégias para implementação da gestão da demanda e uso racional para parte significativa da população.

Diante disso, esse trabalho busca investigar o perfil de consumo de água em habitações de interesse social no estado do Espírito Santo, utilizando como campo para coleta de dados o Residencial Jabaeté, na região de Terra Vermelha, em Vila Velha (ES). Por meio da aplicação de questionários e do monitoramento de consumo de água nas residências, buscou-se conhecer os hábitos de consumo dos moradores participantes. Isto que pode se transformar, em conjunto com outras investigações de trabalhos semelhantes, em uma informação primordial para encetar ações de controle de demanda e também de racionalização do uso da água em áreas urbanas.

5.1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O fluxograma apresentado pela Figura 9 organiza as etapas da metodologia utilizada para a obtenção dos resultados buscados. Nele também é possível observar o número de HIS que participaram de cada etapa (N).

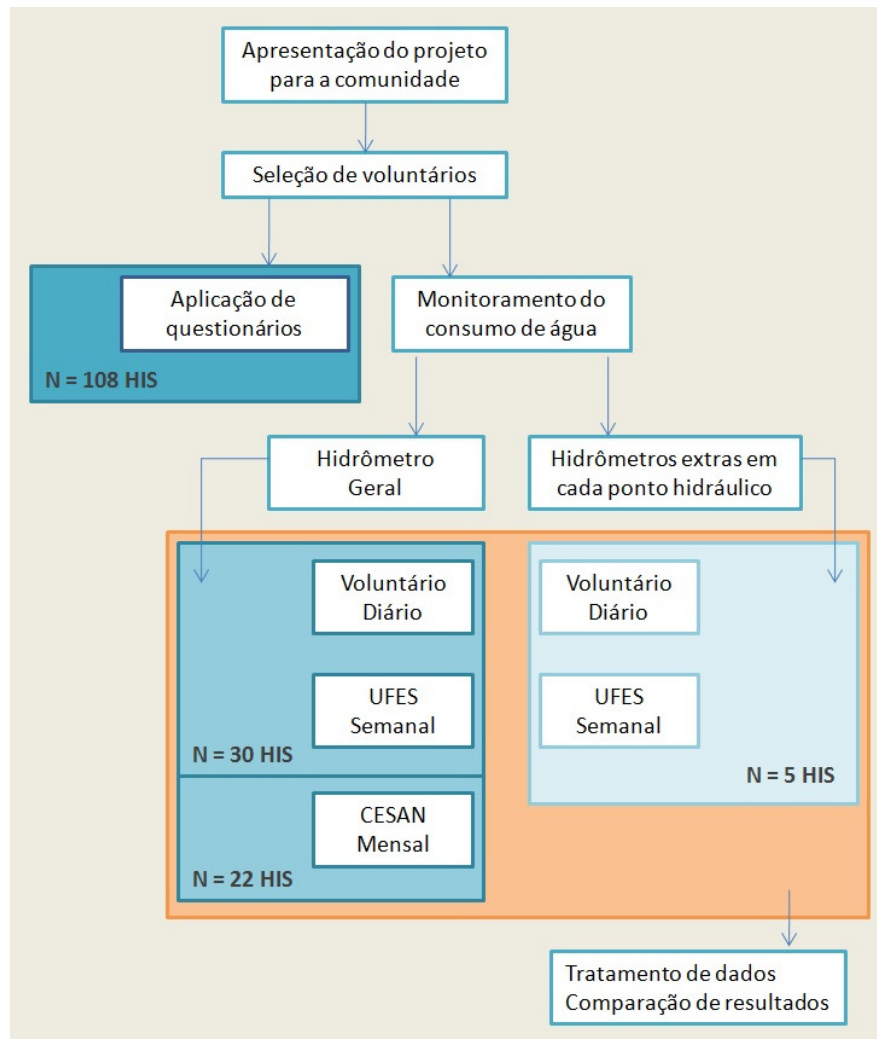


Figura 9. Fluxograma da metodologia aplicada.

5.1.2.1 Apresentação do projeto para a comunidade

O Residencial Jabaeté, localizado na região da Grande Terra Vermelha em Vila Velha (ES), é um empreendimento que faz parte do “Programa Nossa Casa” e é fruto da parceria entre o Governo do Espírito Santo com o Governo Federal. É composto por 403 unidades habitacionais, que foram entregues a famílias de baixa renda ou que viviam em áreas de risco no município.

Para a seleção de moradores com o interesse de participar voluntariamente da pesquisa, foi organizada uma apresentação do projeto na sede da associação de moradores do bairro, onde ocorreu o cadastramento dos mesmos (Figura 10). Nessa apresentação foram discutidas questões básicas sobre o consumo de água e explicadas as maneiras com as quais os participantes poderiam contribuir para a pesquisa (Figura 11).



Figura 10. Cadastramento dos moradores voluntários.



Figura 11. Apresentação da pesquisa aos moradores.

Tal contribuição seria então a resposta aos questionários aplicados pela equipe e o monitoramento do consumo de água de sua própria residência.

5.1.2.2 O questionário

O questionário padrão aplicado (ANEXO 1) foi baseado em um questionário produzido pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), sendo composto por 73 questões relacionadas a demografia, atividades, interesses e opiniões do entrevistado, abordando, de um modo geral, características do domicílio, do consumo de água e energia, além de características da personalidade morador.

5.1.2.3 Determinação da amostra para aplicação dos questionários

Para determinar o número suficiente de domicílios (tamanho amostral) que deveriam responder ao questionário na comunidade estudada (n), foi utilizada a Equação 1, conforme utilizado por Garcia (2011).

$$n = \frac{z^2 p(1-p)N}{\varepsilon^2(N-1) + z^2 p(1-p)}$$

Equação 1

Onde:

z = valor da distribuição normal padrão correspondente ao nível de confiança;

p = proporção da principal característica de estudo;

N = total de elementos da população;

ε = margem de erro, para mais ou para menos, admitida para os resultados.

Considerando nível de confiança de 95%, o que resulta em $z = 1,96$, erro amostral de 5%, adotando $p = 0,5$, uma vez que não há referências anteriores, e N igual a 403 (número total de domicílios do Residencial Jabaeté), chegou-se ao valor de 108 residências, número de unidades habitacionais onde foi aplicado o questionário padrão.

5.1.2.4 Aplicação dos questionários

Os questionários foram aplicados por uma equipe de alunos da UFES nas residências dos moradores voluntários. Além das casas pré-cadastradas, foi necessário que a equipe solicitasse a outros moradores para que concordassem em fazer a entrevista, o que aconteceu em algumas visitas ao bairro, com o intuito de completar o número estabelecido pelos estudos do tamanho amostral.

5.1.2.5 Monitoramento do consumo de água

Nessa etapa foram utilizadas diferentes metodologias, buscando, por meio da comparação entre as mesmas, uma maior segurança dos dados obtidos. Elas são apresentadas a seguir:

5.1.2.5.1 Leitura voluntária do hidrômetro geral

Realizada diariamente pelo próprio morador, num horário pré-determinado por ele; isso para que essa tarefa não atrapalhasse nas atividades cotidianas e apresente o mínimo de dificuldade de execução. Cohim et. al. (2009) já utilizaram essa metodologia em trabalhos semelhantes, que buscavam caracterizar o consumo de água em residências de baixa renda em Salvador (BA).

Por meio de visita da equipe, o morador foi instruído a preencher fichas de leitura (ANEXO 2), recolhida semanalmente pela equipe (Figura 12). Com esse dado esperou-se avaliar os dias de maior consumo e os fatores que nele interferem. No entanto, diante da possibilidade dessa metodologia apresentar alto índice de erro por diversos motivos (esquecimento ou desistência por parte dos moradores em realizar o monitoramento diário, erro de leitura do hidrômetro, desligamento do abastecimento de água na residência - fato bastante comum no bairro, etc), em paralelo a esse tipo de monitoramento, a equipe da UFES realizou o monitoramento semanal dos mesmos hidrômetros, conferindo uma maior segurança nos dados obtidos e o número fixo de residências monitoradas, mesmo que semanalmente (Figura 13).

O número de casas que iniciaram o monitoramento voluntário foi de 30, e essas mesmas casas foram monitoradas semanalmente pela equipe de pesquisa.



Figura 12. Treinamento dos voluntários para a realização das leituras dos hidrômetros.



Figura 13. Leitura realizada semanalmente pela equipe de pesquisa da UFES.

5.1.2.5.2 Acesso aos dados de leitura da empresa fornecedora de água

Por meio da solicitação de dados cadastrais dos voluntários foi possível acessar o site da empresa de fornecimento de água, onde consta o histórico de leituras dos hidrômetros realizadas pelos funcionários encarregados. Verificar o monitoramento da empresa de abastecimento de água teve caráter comparativo em relação às leituras do monitoramento da pesquisa, e sua realização foi estimulada pelas inúmeras reclamações diante da cobrança da fatura de água, cujo valor é considerado exagerado por grande parte dos moradores.

5.1.2.5.3 Monitoramento individual por ponto hidráulico

Para essa etapa foi necessária a instalação de um hidrômetro em cada tubulação que alimenta cada aparelho hidráulico dentro da residência, sendo eles chuveiro, lavatório, caixa de descarga e tanque.

Foram selecionadas 5 residências dentro das que já realizavam o monitoramento voluntário diário e o monitoramento semanal pela equipe de pesquisa. Nessas residências foram instalados os hidrômetros extras (Figura 14); e os moradores realizaram a leitura diária dos

mesmos, bem como do hidrômetro geral já monitorado. Algumas residências precisaram ter hidrômetros instalados em outros pontos, como a torneira externa de água que vem da rua, ou seja, que não passa pelo hidrômetro geral. Além disso, a equipe de pesquisa também realizou o monitoramento semanal desses novos hidrômetros, assim como já fazia dos hidrômetros gerais.

Dos pontos hidráulicos da residência, o único que não recebeu hidrômetro individual foi o da torneira da cozinha, cujo consumo médio diário foi dado pela diferença de entre o consumo médio diário do hidrômetro geral e a soma dos consumos médios diários dos demais hidrômetros instalados.



Figura 14. Pontos de instalação dos hidrômetros para monitoramento individual

5.1.2.5.4 Organização e tratamento dos dados obtidos

Com posse dos dados fornecidos pelo monitoramento, foram gerados planilhas e gráficos representativos do consumo de água nas residências estudadas com o uso do programa EXCEL. Com o cadastro dos moradores, somado ao questionário por eles respondido e ao consumo registrado pelas leituras dos hidrômetros, foi possível avaliar o consumo médio per capita, o consumo por área construída e por número de dormitórios da residência, índices comumente utilizados em trabalhos com a finalidade de caracterizar o consumo de água em edificações (AGUIAR, 2011). Além desses dados, buscou-se analisar também informações relativas aos dias de maior e menor consumo, e, no caso das residências participantes do monitoramento por ponto hidráulico, o consumo individualizado de cada atividade que consome água dentro do ambiente doméstico.

O indicador de consumo per capita de água (l/hab.dia) é definido como o volume de água consumido por pessoa por dia, calculado a partir da Equação 2.

$$IC_{per\ capita} = \frac{C}{Pop}$$

Equação 2

Onde:

IC per capita = indicador de consumo per capita de água (l/hab.dia);

C = consumo médio diário de água de cada HIS monitorada (l/dia);

Pop = população total da HIS monitorada (hab).

Para obter a média geral de consumo per capita entre as HIS monitoradas, foi feita a média dos valores obtidos do IC per capita de cada HIS.

O indicador de consumo de água por área (l/m². dia) é definido como o volume de água consumida por área computável por dia, calculado a partir da Equação 3.

$$IC_{por\ área} = \frac{C}{m^2}$$

Equação 3

Onde:

IC por área = indicador de consumo de água por área (l /m². dia);

C = consumo médio diário de água de cada HIS monitorada (l/dia);

m² = área computável total da HIS monitorada (m²).

Para obter a média geral de consumo por área entre as HIS monitoradas, foi feita a média dos valores obtidos do IC por área de cada HIS.

O indicador de consumo de água por dormitório (l/dormitório.dia) é definido como o volume de água consumida por números de dormitórios por dia, calculado a partir da Equação 4.

$$IC_{por\ dormitório} = \frac{C}{N^o\ dorm}$$

Equação 4

Onde:

IC por dormitório = indicador de consumo de água por dormitório (l/dormitório.dia);

C = consumo médio diário de água de cada HIS monitorada (l/dia);

Nº dorm = número de dormitórios da HIS monitorada (dormitórios).

Também foram gerados gráficos do tipo Box Plot para os resultados referentes à variação do consumo entre as 30 casas monitoradas em relação aos três indicadores acima apresentados.

5.1.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1.3.1 Aplicação dos questionários

Os resultados indicam que 21,3% das casas são habitadas por 5 moradores (Figura 15), e que muitas famílias (86,1%) alegaram ser mantidas com até 2 salários mínimos por mês (Figura 16). Quanto ao grau de escolaridade e ocupação, 39,8% dos entrevistados informaram ter ensino fundamental incompleto (Figura 17) e 31,4% são donas de casa (Figura 18).

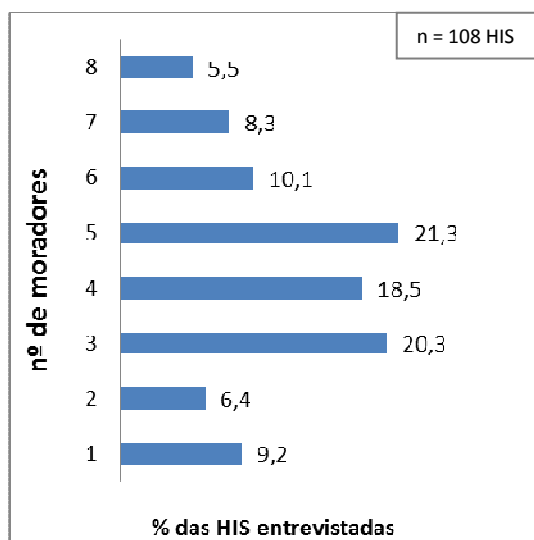


Figura 15. Gráfico do número médio de moradores nas HIS.

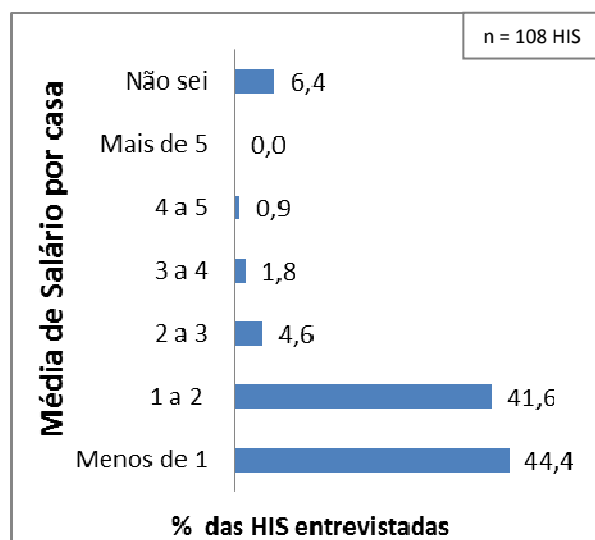


Figura 16. Gráfico da renda média das famílias das HIS.

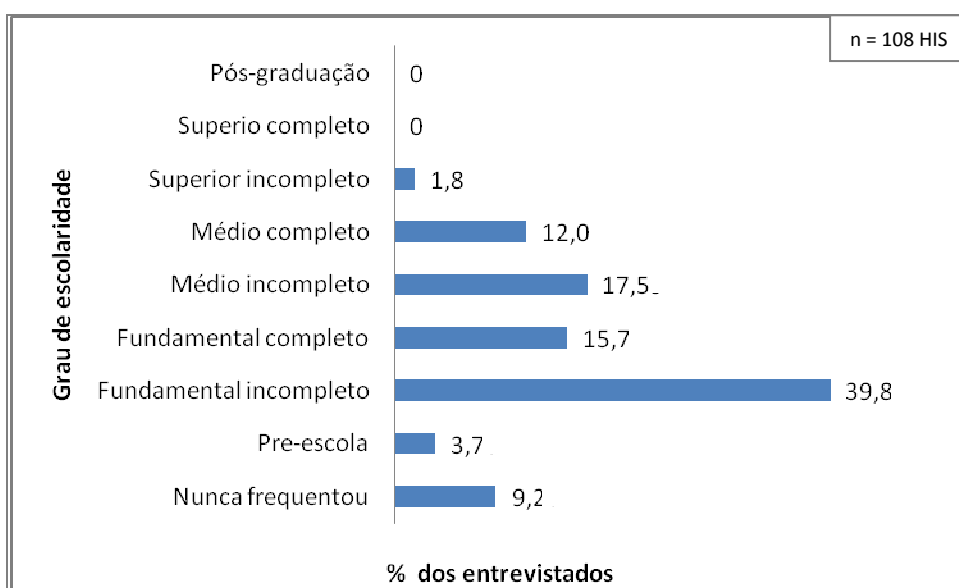


Figura 17. Gráfico do grau de escolaridade dos moradores responsáveis pelas HIS.

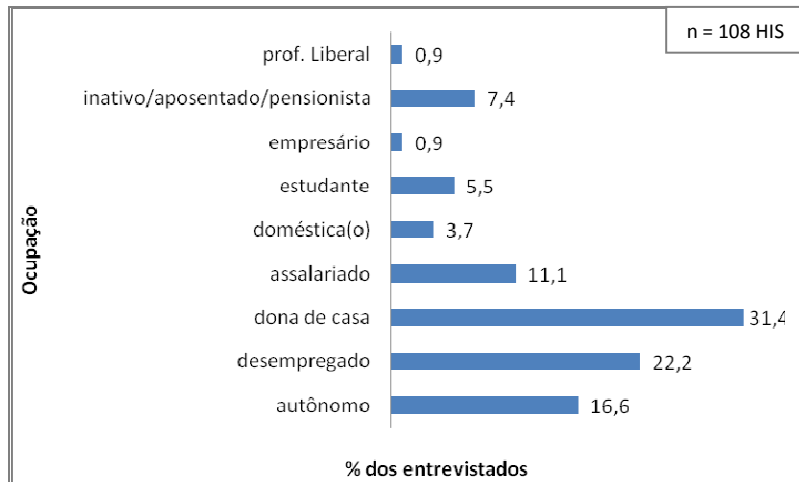


Figura 18. Gráfico da ocupação dos moradores responsáveis pelas HIS.

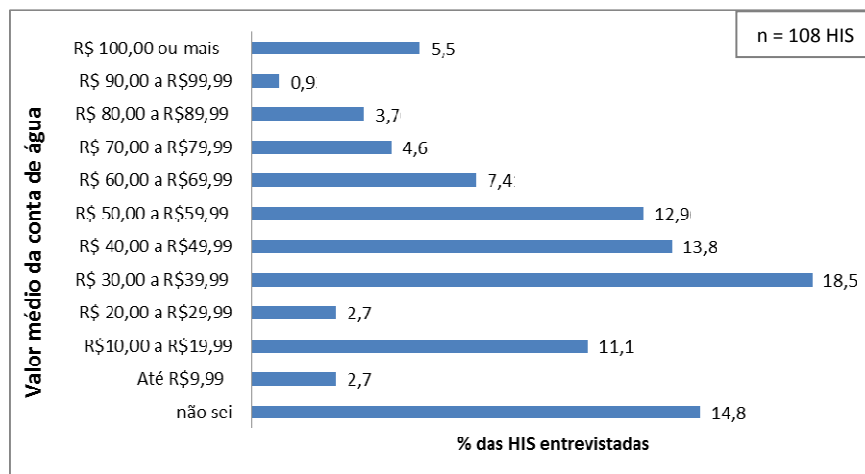


Figura 19. Gráfico do valor médio da conta de água das HIS.

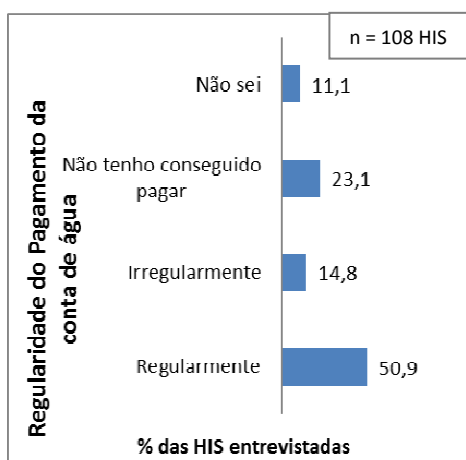


Figura 20. Gráfico da regularidade no pagamento da conta de água nas HIS.

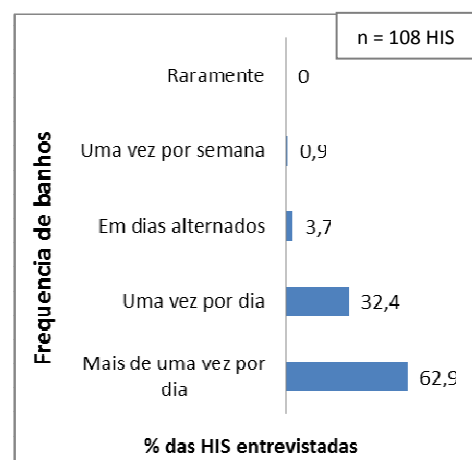


Figura 21. Gráfico da frequência de banhos dos moradores nas HIS.

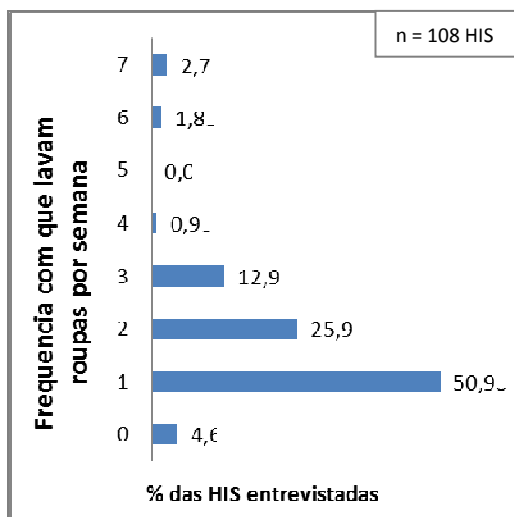


Figura 22. Gráfico da frequência de lavagem de roupas nas HIS.

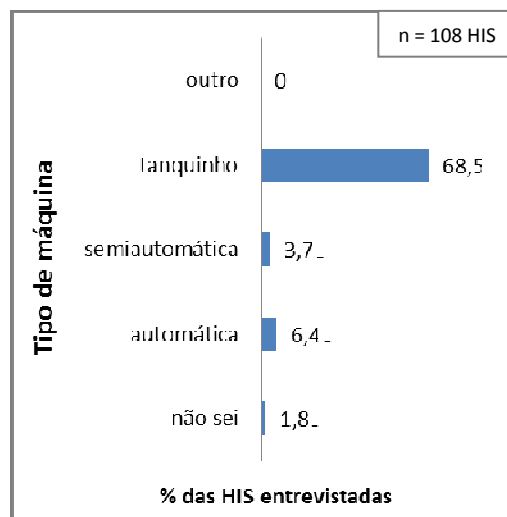


Figura 23. Gráfico sobre o tipo de máquina de lavar roupas nas HIS.

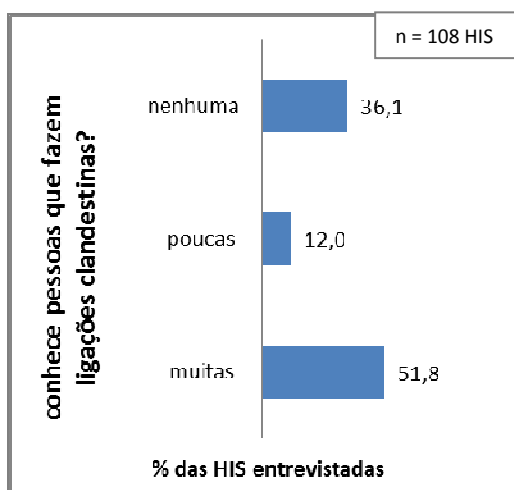


Figura 24. Gráfico da investigação quanto a ligações clandestinas de água no bairro.

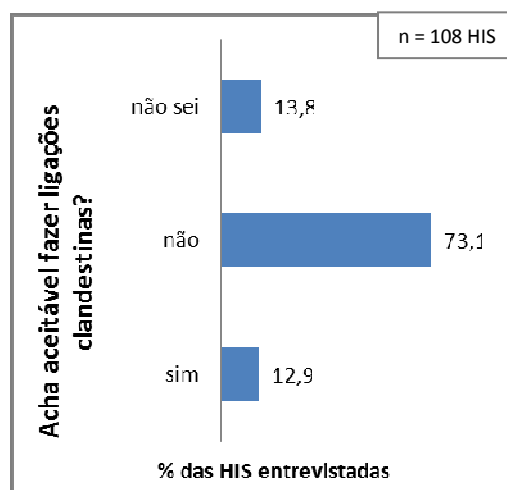


Figura 25. Gráfico da opinião dos moradores quanto a ligações clandestinas de água.

Estudando os fatores associados ao consumo de água em residências de baixa renda na cidade de Salvador (BA), Garcia (2011) verificou que 83% das residências possuem até 4 moradores; 78% possuem renda mensal de até 2 salários mínimos e 35% dos moradores adultos não concluíram o nível fundamental de ensino. Esses últimos dois resultados estão consideravelmente próximos aos encontrados nessa pesquisa. Já o número de residências com até 4 moradores representa 54,6% do total, sendo a maioria habitada por 5 moradores (21,3%).

O valor pago pelo uso de água na maioria das HIS (18,5%) está entre R\$ 30,00 e R\$ 40,00 (Figura 19); e 37,9% dos entrevistados alegaram ter dificuldades em pagar regularmente a conta de água (Figura 20). Isso justifica as ocasiões observadas pela equipe de pesquisa da UFES nas quais algumas residências tiveram o acesso à água suspenso pela empresa de abastecimento municipal.

Com relação à opinião dos moradores quanto ao consumo de água em suas residências: 60,1% dos entrevistados acreditam que a lavagem de roupas é a atividade doméstica que mais consome água, seguido por tomar banho (15,7%) e descarga sanitária (11,1%); 50,9% acham que beber água é o uso que representa o menor consumo, seguido por escovar dentes (19,4%) e cozinhar (18,5%).

Quando questionados sobre quais ambientes estariam dispostos a dividir com a comunidade, 86,1% responderam não concordar em dividir qualquer ambiente com os vizinhos. Apenas 8,3% concordariam em dividir uma lavanderia, e 5,5%, uma cozinha. Quanto aos produtos para serem usados coletivamente pela comunidade, 82,4% não aceitaria dividir qualquer produto, 10,1% aceitariam dividir a caixa d'água e 7,4%, o tanque. Dos entrevistados, 87,9% afirmaram ter interesse em receber mais informações sobre o consumo de água em suas residências.

5.1.3.2 Monitoramento do consumo de água – hidrômetro geral

Como já era previsto, grande parte dos moradores desistiram do monitoramento voluntário diário (das 30 residências do início, apenas 07 realizaram o monitoramento até o final da coleta de dados). Por esse motivo, os dados utilizados para a análise dos indicadores do consumo per capita, por metro quadrado de área computável e por dormitórios foram os obtidos no monitoramento semanal realizado pela equipe de pesquisa.

Tabela 10. média diária de consumo de água potável

	Per capita (l/hab.d)	Área construída (l/m ² . d)	Número de dormitórios (l/dormitórios. d)
Consumo médio	97,4	6,8	132,9
Desvio padrão	54,6	3,3	64,1
Coefficiente de variação (%)	56,1	48,2	48,2
Mediana	79,3	6,1	119,0
Nota: Monitoramento de 30 HIS por um período de 210 dias (18 de Maio a 14 de Dezembro de 2012).			

A análise estatística mostra que a média de consumo per capita nas HIS monitoradas foi de aproximadamente 97 l/hab.dia (Tabela 10). No entanto, conforme histograma apresentado pela Figura 26, ocorre uma frequência maior de dados indicando consumo per capita na faixa entre 70 e 90 l/hab.dia. Desse modo, a melhor medida de tendência central para representar esses dados seria a mediana, que no caso é de 79,3 litros diários por pessoa.

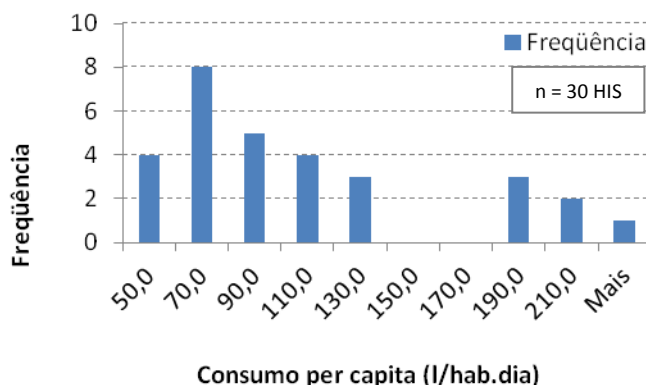


Figura 26. Distribuição da frequência dos consumos per capita nas HIS monitoradas.

O histograma do consumo por área computável mostra que esse consumo segue um padrão próximo a distribuição normal de probabilidade e que a maioria das HIS consome em torno de 6,8 l/m².dia (Figura 27). Já o histograma do consumo por número de dormitórios destaca 3 grupos de consumo no edifício: os que consomem cerca de 110 L/n dormitórios.dia, os que consomem cerca de 150 L/n dormitórios.dia e os que consomem cerca de 210 L/n dormitórios.dia (Figura 28), justificando novamente o uso da mediana como melhor valor para representar o consumo de água potável por número de dormitórios das HIS estudadas.

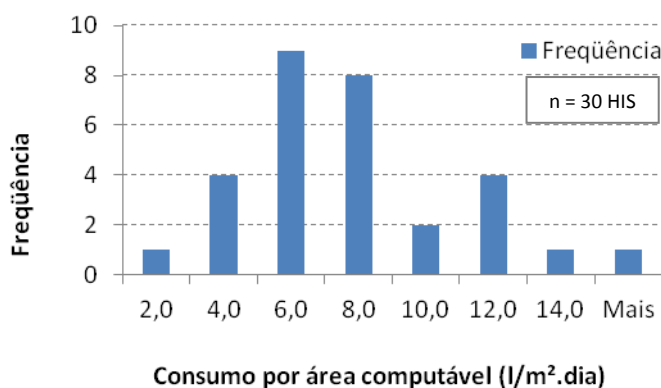


Figura 27. Distribuição da frequência dos consumos por área computável nas HIS monitoradas.

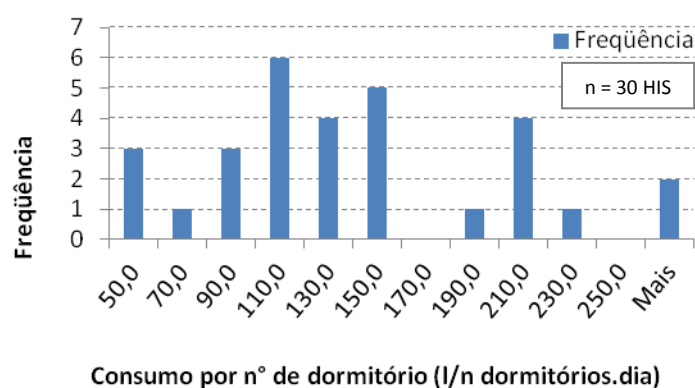


Figura 28. Distribuição da frequência dos consumos por número de dormitórios nas HIS monitoradas.

O resultado desse estudo foi marcado por uma grande dispersão dos dados, apontando valores para os indicadores de consumo bastante variados. Além disso, pela necessidade de geração de valores a partir de médias (por exemplo, a determinação do consumo diário a partir do monitoramento semanal), observaram-se índices da estatística descritiva não satisfatórios. O mesmo aconteceu no estudo de Garcia (2011), que determinou indicadores de consumo diário per capita baseados no consumo mensal, obtido por meio da conta de água de residências de baixa renda na cidade de Salvador (BA).

O valor encontrado por Garcia (2011), bem como por demais pesquisadores que investigaram o consumo per capita diário de água em habitações de baixa renda são ligeiramente maiores que o resultado encontrado nessa pesquisa (Tabela 12).

Tabela 11. Indicadores de consumo de água potável per capita

Referência	Local	IC per capita (l/hab. dia)
Esta pesquisa	Vila Velha (ES)	79
Garcia (2011)	Salvador (ES)	101
Cohim e colaboradores (2008)	Salvador (ES)	80
Dantas et al (2006)	Itajubá (MG)	117
Ywashima et. al (2006)	Paulínia (SP)	113
Dias et al (2010)	Belo Horizonte (MG)	113 e 129
Cheung et al (2009)	Florianópolis (SC)	144

Rodrigues (2005) afirma que o índice em litros por habitante dia aumenta com a melhoria da situação socioeconômica familiar, o que pode ser observado quando comparados os

resultados obtidos nessa pesquisa e os dados de Pertel (2009) e Rodrigues (2005). Esses autores investigaram também os indicadores por área computável e por número de dormitórios (Tabela 13). É possível observar semelhança nos índices de consumo por área computável das diferentes pesquisas, o que não acontece para os índices de consumo por número de dormitórios.

Tabela 12. Indicadores de consumo de água potável per capita, por área computável e por número de dormitórios

Referência	Local	Características da residência	IC per capita (l/hab. d)	IC por área computável (l/m ² . d)	IC pelo número de dormitórios (l/dormitórios. d)
Esta pesquisa	Vila Velha (ES)	HIS unifamiliares	79	6,8	119
Pertel (2009)	Vitória (ES)	Multifamiliar convencionais	245	7	201
Rodrigues (2005)	Vitória (ES)	Multifamiliar convencionais	223	6	242

Tomaz (2001) aponta dificuldades em se obter com precisão o número de habitantes para cálculo do consumo per capita. Entretanto, quanto ao consumo por metro quadrado de construção, o autor afirma que, apesar de permitir aplicação mais simples, esse indicador pode conduzir a resultados discrepantes.

Com relação ao parâmetro consumo por metro quadrado de construção, Rodrigues (2005) afirma que índice diminui na medida em que melhora a situação socioeconômica da moradia; e diz que isto ocorre porque, com a melhoria da condição socioeconômica, as famílias tendem a ocupar residências com maiores áreas. Isso é observado quando comparados o resultado do autor e o obtido nessa pesquisa (Tabela 13), cuja expressividade não foi maior devido à grande diferença entre os consumos per capita (o baixo consumo per capita das HIS em comparação ao per capita da outra pesquisa não possibilitou uma diferença mais representativa entre indicadores por área computável de ambas).

Avaliando os indicadores separadamente em cada HIS monitorada, os dados apontam maior variação nos consumos por área computável e número de dormitórios (Figuras 30 e 31) do que nos consumo per capita (Figura 29) ao longo do período de monitoramento.

Por se tratar de HIS semelhantes (todas com 39m² e dois dormitórios cada), quando comparados os resultados dos três indicadores, observa-se que, nas HIS com poucos moradores, consumos eventuais altos são mais expressivos quando analisado o consumo per

capita. Já o contrário, em HIS com muitos moradores, consumos eventuais altos refletem em picos no consumo por área computável e número de dormitórios.

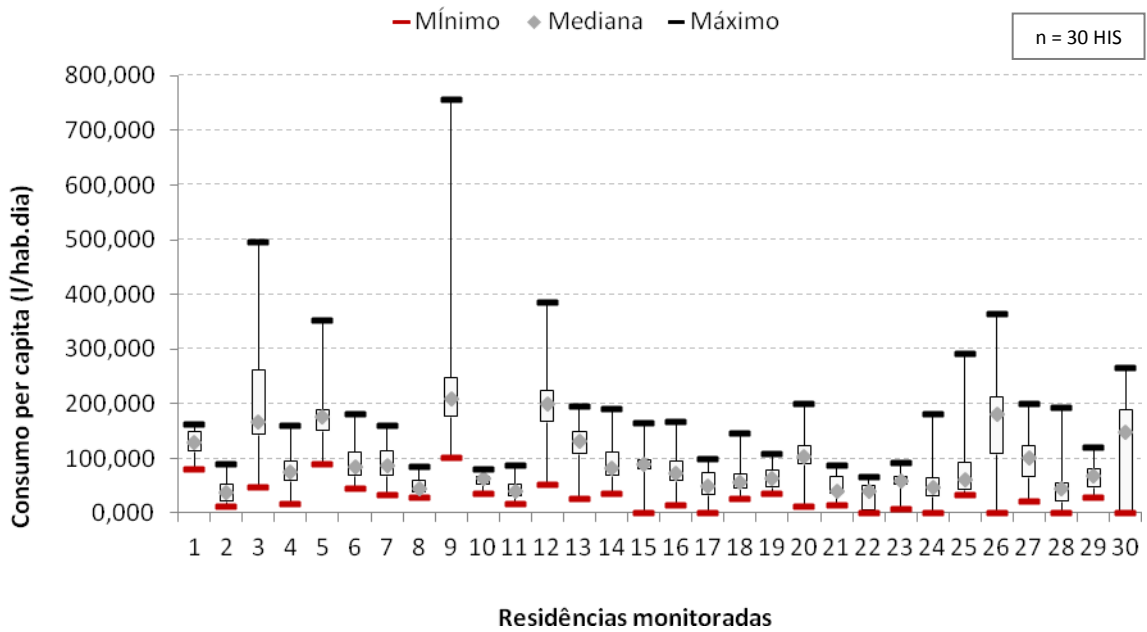


Figura 29. Gráfico do consumo de água potável per capita.

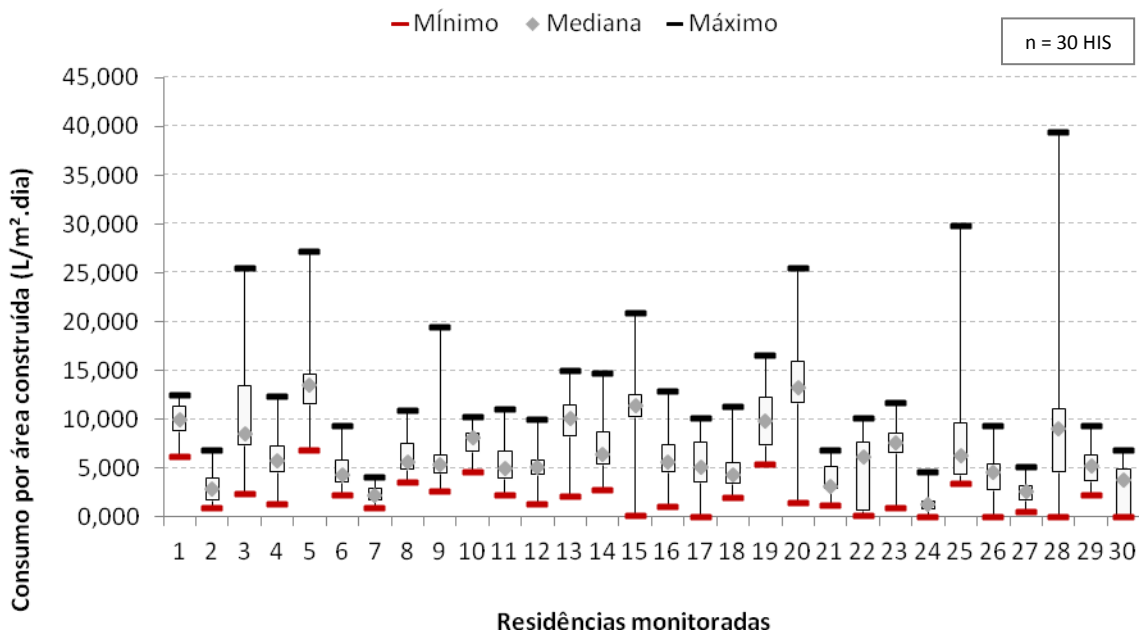


Figura 30. Gráfico do consumo de água potável por área computável.

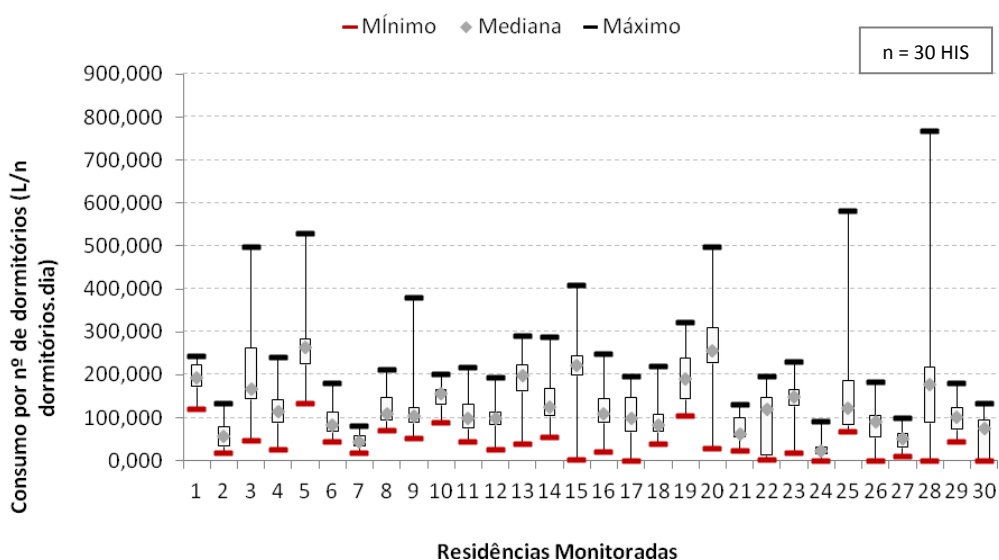


Figura 31. Gráfico do consumo de água potável por número de dormitórios.

5.1.3.3 Monitoramento do consumo de água – por ponto hidráulico

Com esse monitoramento foi possível avaliar o perfil de consumo de 5 residências monitoradas entre os dias 03 de Outubro a 14 de Dezembro de 2012, permitindo o conhecimento da quantidade de água que cada atividade doméstica utiliza em relação consumo total da unidade habitacional.

Nessas casas o monitoramento diário do hidrômetro geral de fato aconteceu (por se tratar de apenas 5 casas, o controle diário para evitar a desistência dos voluntários foi viabilizado), o que possibilitou a representação do consumo per capita médio de água nessas casas nos diferentes dias da semana (Figura 32) e as séries históricas do consumo diário por equipamento hidráulico em cada uma das casas monitoradas (Figuras 33, 34, 35, 36 e 37).

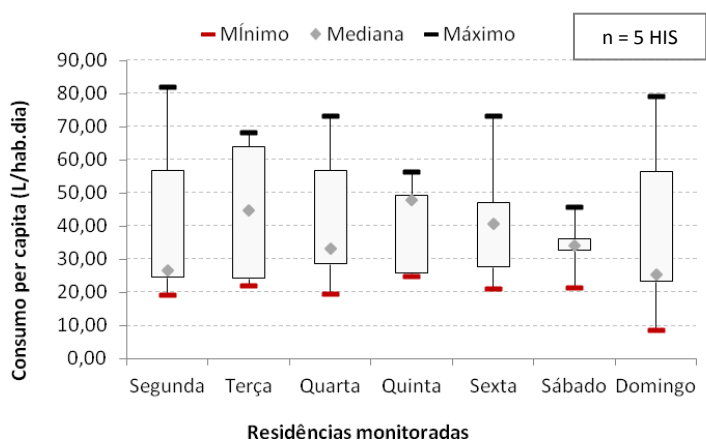


Figura 32. Gráfico da variação do consumo diário per capita de água ao longo da semana.

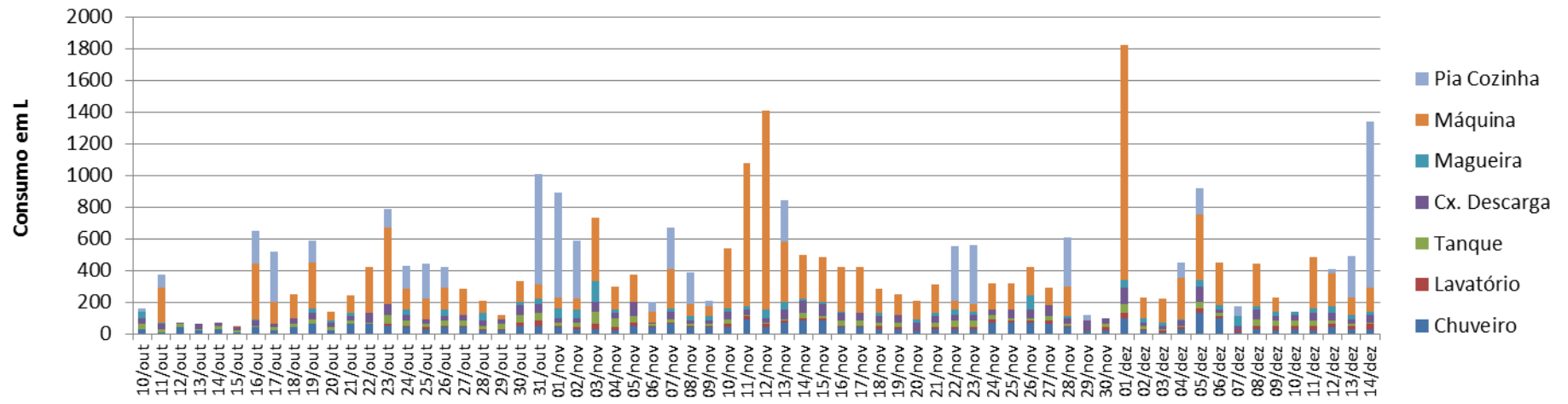


Figura 33. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 1.

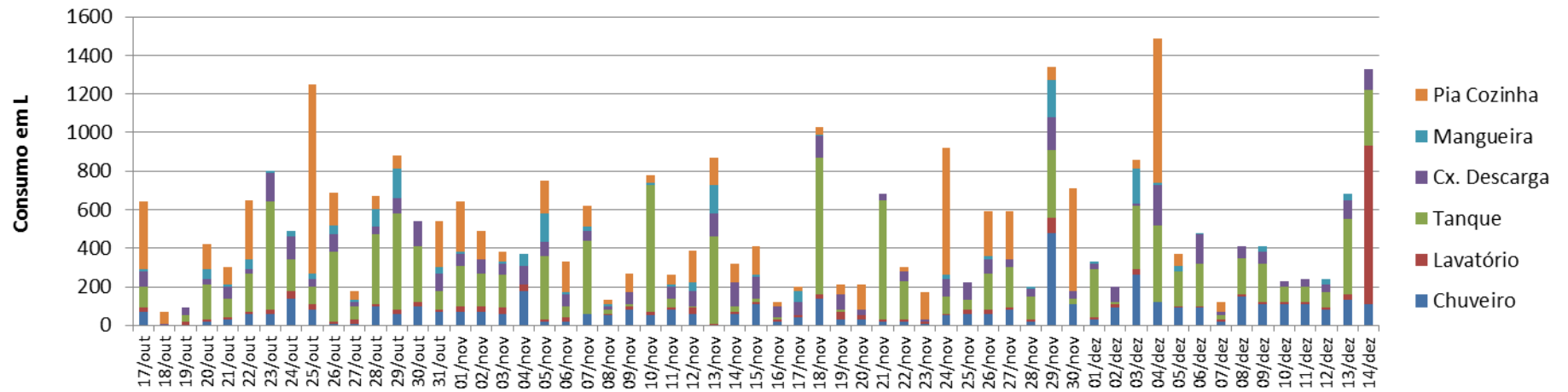


Figura 34. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 2.

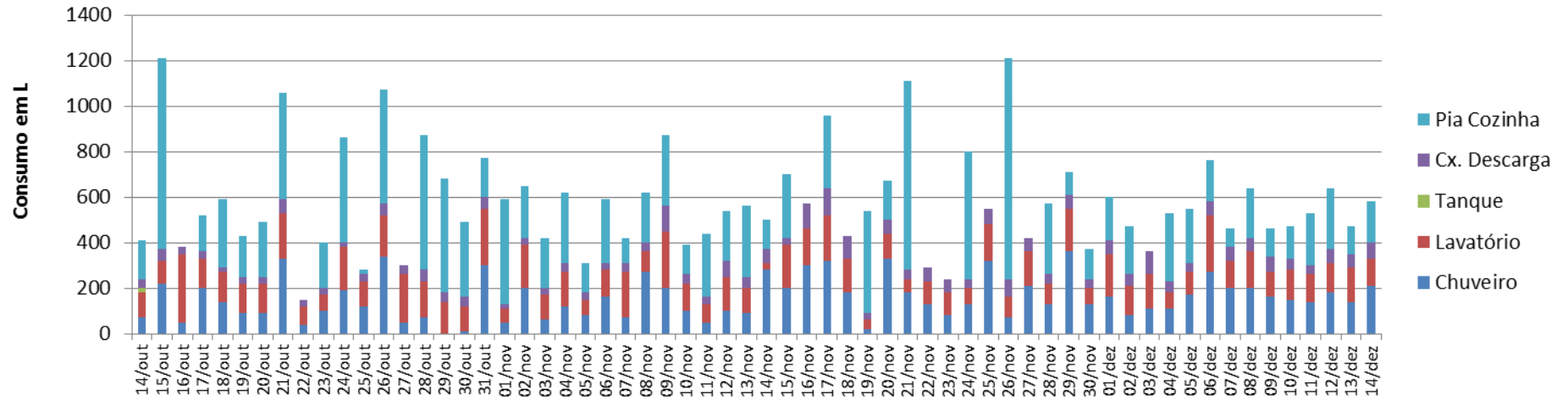


Figura 35. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 3.

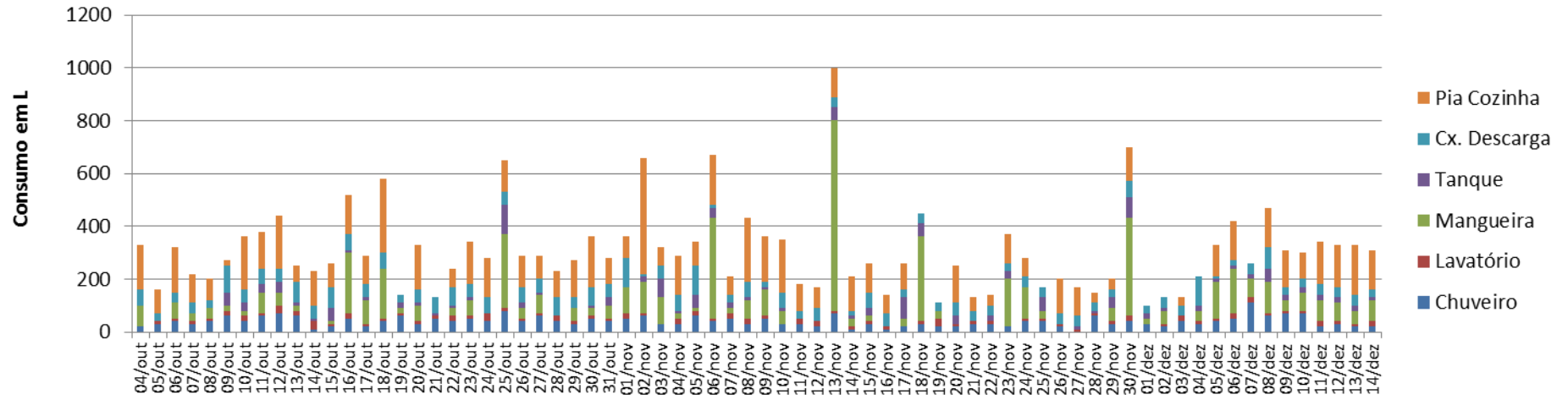


Figura 36. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 4.

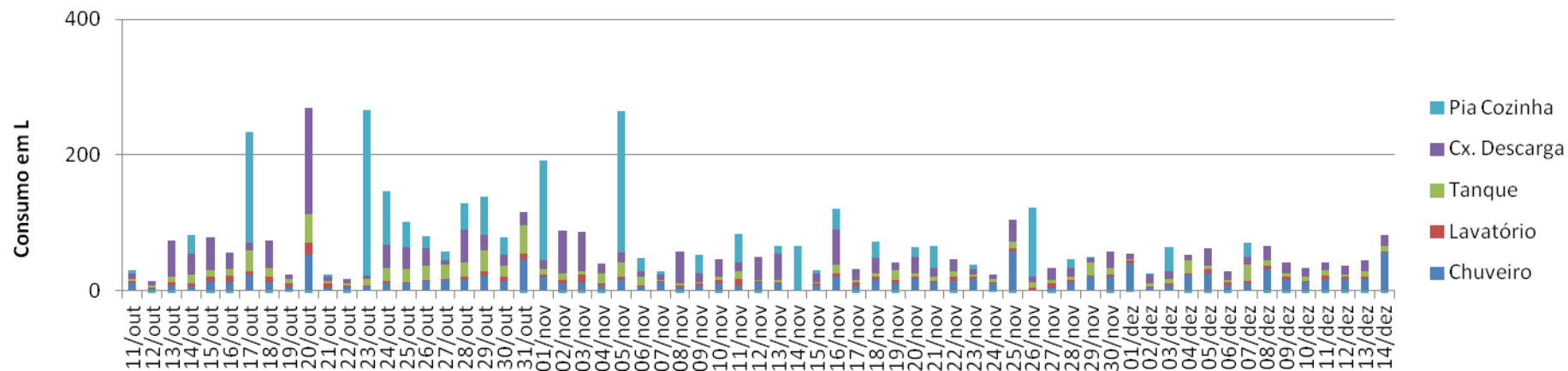


Figura 37. Série histórica do consumo diário de água por equipamento – Casa 5.

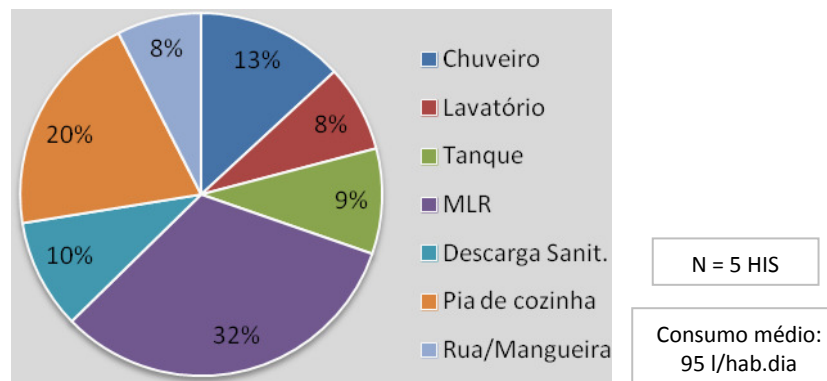


Figura 38. Setorização do consumo de água potável das HIS monitoradas.

Também foi possível setorizar o consumo médio per capita diário para cada aparelho hidrossanitário, considerando o perfil de consumo das residências monitoradas (Figura 38). Entretanto, deve ser levado em conta que o monitoramento foi realizado em um número não representativo de casas, as quais apresentam perfis de consumo muito diferentes entre si (Figuras 39, 40, 41, 42 e 43; Tabela 13), resultando em valores que não necessariamente representam a realidade de consumo em HIS da região como um todo.

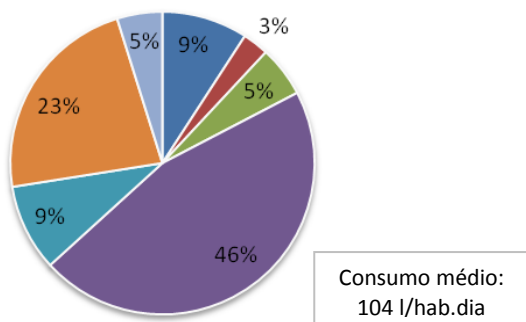


Figura 39. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 1

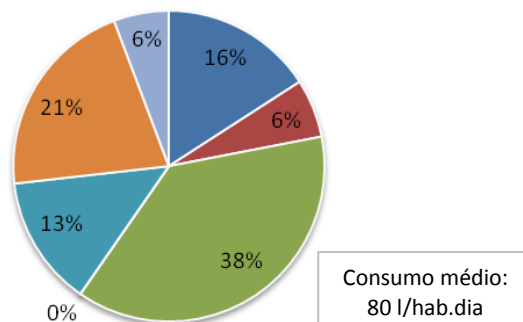


Figura 40. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 2

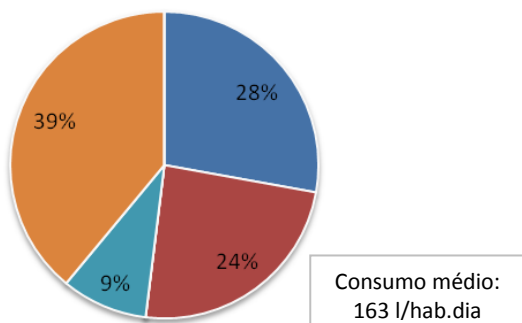


Figura 41. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 3

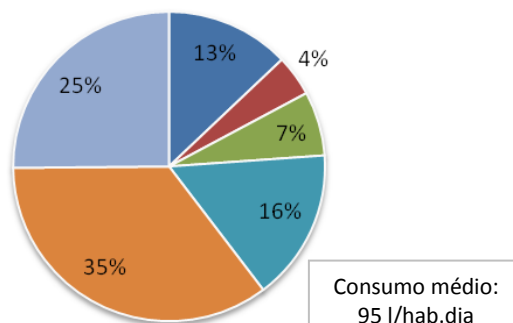


Figura 42. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 4

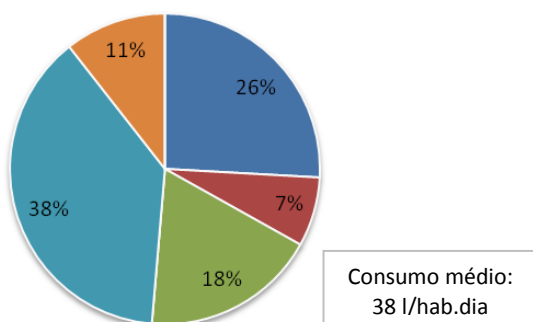


Figura 43. Setorização do consumo per capita diário de água – Casa 5

Legenda:

- Chuveiro
- Lavatório
- Tanque
- MLR
- Descarga Sanit.
- Pia de cozinha
- Rua/Mangueira

Nota: Para os valores do consumo médio diário de água potável per capita nas HIS considerou-se os valores das medianas dos consumos obtidos no monitoramento diários dessas residências.

Tabela 13. Análise estatística das médias diárias de consumo de água potável.

	Casa 1	Casa 2	Casa 3	Casa 4	Casa 5
Média do consumo na HIS (l/dia)	453	490	557	303	291
Desvio padrão	358,90	338,70	264,98	163,10	289,33
Coeficiente de variação (%)	79,2	69,1	47,6	53,9	99,3
Mediana	415	400	490	285	190
Média do consumo per capita (l/hab.dia)	113	98	186	101	58
Desvio padrão	89,72	67,74	88,33	54,37	57,87
Coeficiente de variação (%)	79,2	69,1	47,6	53,9	99,3
Mediana	104	80	163	95	38

Nota: Monitoramento de 5 HIS por um período de 73 dias (03 de Outubro a 14 de Dezembro de 2012).

Na Tabela 14 está apresentado o perfil de consumo doméstico por pontos de utilização de água nas HIS monitoradas nessa pesquisa, comparando-o com dados encontrados na literatura.

Tabela 14. Perfis de consumo doméstico de água

Pontos de utilização de água	Brasil (%)					Outros países (%)						
	Esta pesquisa	DECA	PURA - USP	IPT	PNCDA	Suíça	EUA	Reino Unido	Colômbia	México	Suécia	Alemanha
Bacia sanitária	10	14	29	5	30	40	40	37	40	35	27	30
Lavatório	8	22	6	8	6	-	-	37	5	-	-	4
Chuveiro	13	46	28	55	29	37	30		30	30	19	35
Pia	20	15	17	18	18	6	15	11	10	-	-	4
MLR	32	8	9	11	8	4	10	11	-	-	-	13
Tanque	9	5	6	3	5	-	-	-	-	-	-	-
MLL	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Jardim / Lvg. carros	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Outros	-	-	-	-	5	13	5	4	15	35	54	-
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Adaptado de Gameiro (2007) e Hafner (2007)

5.1.3.4 Monitoramento do consumo de água – comparação entre monitoramentos

Com a comparação entre o monitoramento realizado pela empresa de abastecimento de água – CESAN – e os dados de leitura realizados na pesquisa, foi possível a confecção de gráficos que verificam a compatibilidade entre os registros de consumo e ilustra a questão da cobrança mínima pelo uso da água; fazendo isso por meio da comparação do consumo real e do consumo faturado. Esse estudo foi feito para 22 das 30 casas monitoradas semanalmente pela equipe.

Foi possível observar casos em que os consumos computados pela leitura da CESAN coincidem quase completamente com o realizado pela equipe de pesquisa (Figura 44). Nessas casas também se percebe sempre o consumo igual ou acima dos 10m³ mínimos cobrados pela empresa de abastecimento.

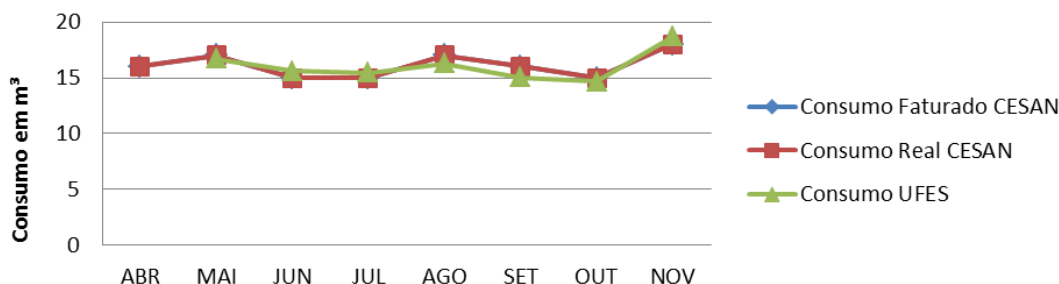


Figura 44. Gráfico que ilustra a comparação entre monitoramento da CESAN e da equipe de pesquisa em uma das HIS monitoradas.

Entretanto, em 15 das 22 HIS monitoradas (aproximadamente 68%) foi possível observar meses em que o valor cobrado foi superior ao consumo real da residência (Figura 45). Essa situação reflete o problema da cobrança mínima de 10m³, imposta aos moradores que pagam por uma quantidade não consumida de água potável.

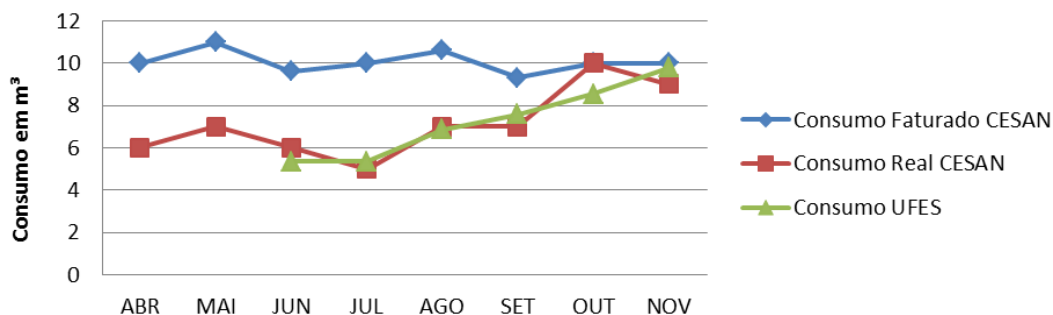


Figura 45. Gráfico que ilustra a diferença entre o consumo real e o faturado pela CESAN em uma das HIS monitoradas.

Analisando os dados em conjunto, é possível observar na Figura 46 a dispersão entre o consumo observado no monitoramento realizado pela equipe da UFES e no monitoramento da CESAN. A Figura 47, por sua vez, mostra a dispersão entre os dados do consumo real observado pelo monitoramento da CESAN e a quantidade de água cobrada pela empresa nas faturas mensais das HIS monitoradas (consumo faturado).

Pelo fato da leitura da empresa ocorrer em dias diferentes ao longo dos meses, foi necessária a realização da normalização dos dados da UFES e da CESAN (real e faturado), para que os mesmos fossem referentes ao mesmo período de consumo, no caso, o período de 30 dias. O cálculo dessa normalização corresponde à Equação 5:

$$C \text{ Norm.} = (C / n) \times 30$$

Equação 5

Onde:

C Norm. – Consumo normalizado

C – Consumo registrado pelo monitoramento

n – número de dias do intervalo de monitoramento

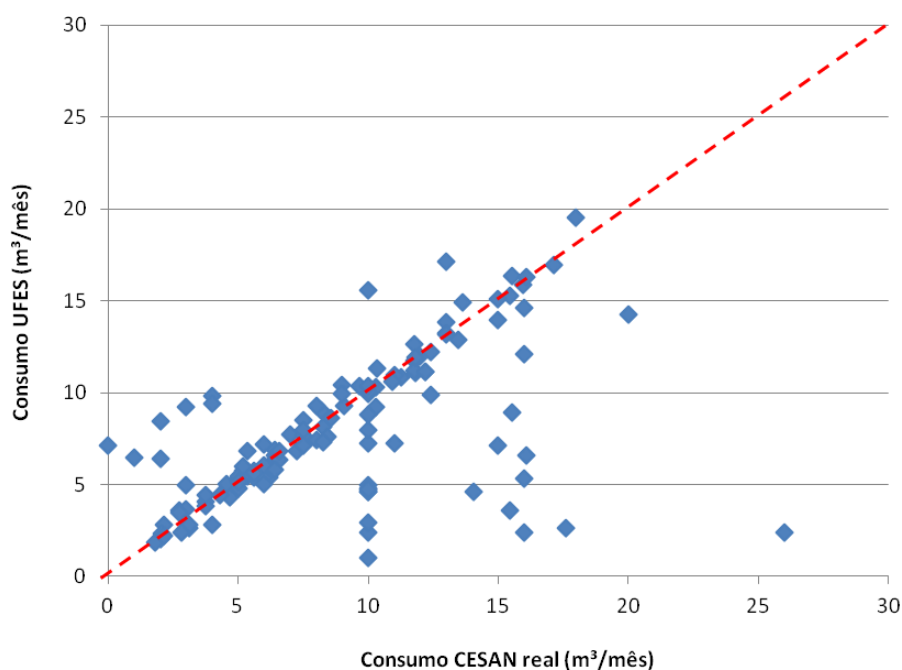


Figura 46. Gráfico da dispersão entre os dados de consumo de água do monitoramento da UFES e do consumo real verificado pela CESAN.

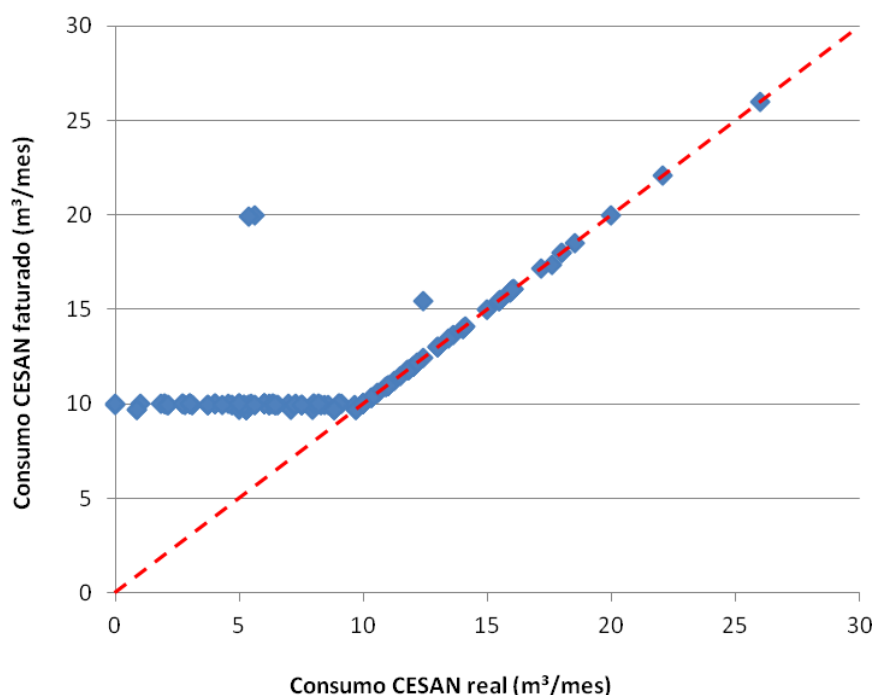


Figura 47. Gráfico da dispersão entre os dados de consumo de água do monitoramento da CESAN e do consumo faturado cobrado pela CESAN.

5.1.4 CONCLUSÕES

- O valor da média do consumo per capita obtida nessa pesquisa foi de 79 l/hab.dia, valor abaixo do encontrado por outros trabalhos que avaliaram o consumo de água em habitações de interesse social no Brasil;
- O valor da média do consumo de água por metro quadrado de área computável nas HIS monitoradas foi de 6,8 l/m².dia; valor próximo aos resultados encontrados por pesquisas que investigaram o consumo de água em residências multifamiliares da cidade de Vitória (ES);
- O valor da média do consumo de água por número de dormitórios nas monitoradas foi de 119 l/dormitórios.d; valor distante aos resultados encontrados por pesquisas que investigaram o consumo de água em residências multifamiliares da cidade de Vitória (ES);
- Observou-se que o consumo per capita diário não varia muito ao longo da semana, para o grupo de casas monitoradas (5 HIS), com exceção do sábado, que apresenta um consumo pouco variável;
- O monitoramento individual por ponto hidráulico realizado em 5 HIS demonstrou que a maior parte da água consumida diariamente nas casas é para a lavagem de roupas,

considerando que aproximadamente 41% do consumo é destinado a esse fim (32% em máquinas de lavar roupas e 9% em tanques);

- No entanto, observou-se enorme variação nos perfis de consumo de água entre as casas monitoradas, o que originou dados não muito representativos quanto à setorização do consumo de água pelos aparelhos hidráulicos em HIS. Essa variação se deve, sobretudo, à pequena quantidade de amostras do estudo, impossibilitando a geração de médias estatisticamente significativas. Vale ressaltar o caráter de investigação metodológica dessa pesquisa, a qual sugere a continuação de novos estudos semelhantes e com maior capacidade de coleta de dados.
- Com a comparação entre o consumo real da empresa de abastecimento (o qual se apresenta semelhante ao monitoramento realizado pela equipe de pesquisa) e o consumo faturado na cobrança mensal pelo uso da água, foi possível observar que aproximadamente 68% das residências monitoradas consomem menos água do que é cobrado pela fatura mensal emitida pela empresa de abastecimento. Esse fato revela um sério problema enfrentado por essa comunidade; pois muitas casas, ao longo do monitoramento, tiveram o abastecimento de água interrompido por incapacidade de pagamento. Ou seja, qualquer valor cobrado acima do que realmente foi consumido por esses moradores pode representar um custo relevante para essas famílias, e quando se tem um valor mínimo a ser pago, tira-se do usuário a opção de adaptar seus hábitos de consumo de acordo com a possibilidade que este tem de arcar com esse tipo de despesa. Por esse mesmo motivo, a prática da cobrança mínima pelo consumo residencial de água se torna negativa em um cenário onde se busca a adoção de novos hábitos visando a redução do consumo excessivo de água nas atividades domésticas. Isso porque essas famílias, mesmo consumindo pouco, não são estimuladas a consumir apenas o necessário; e o consumo excedente de cada casa, que deixa de ser economizado porque de qualquer forma será cobrado na fatura mensal, em conjunto, representa uma grande quantidade de água na escala municipal.

5.1.5 REFERÊNCIAS

AGUIAR, K. C. Comparação dos potenciais de conservação de água com a prática do reúso de águas cinza e com a coleta segregada da urina humana em uma edificação residencial multifamiliar. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). – Programa de

Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, 2011.

ALEGRE, H.; MACHADO P.; et al. Caracterização dos consumos domésticos de água na cidade de Lisboa. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, 1992.

ARBUÉS, F.; GARCÍA-VALIÑAS, M. Á.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. *Journal of Socio-Economics*, v. 32, n. 1, p. 81-102, 2003.

BARKATULLAH, N. OLS and instrumental variable price elasticity estimates for water in mixed-effects model under multiple tariff structure. *London Economics Working Papers and Economic Briefs*. London, 2002. 28 p.

CHEUNG, P. B. et al. Consumo de água. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). *Uso racional da água e energia: conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água*. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 36-98.

COHIM, E.; GARCIA, A. P. A. A. ; KIPERSTOK, A. Caracterização do consumo de água em condomínios para população de baixa renda: estudo de caso In: *Congreso INTERAMERICANO AIDIS*, 31, 2008, Santiago. Anais... AIDIS. Santiago, 2008.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.; DIAS, M. C. Consumo de água em residências de baixa renda - estudo de caso. In.: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 25, 2009, Recife. Anais... ABES. Recife, 2009.

COHIM, E.; KIPERSTOK, A. Racionalização e reuso de água intradomiciliar. Produção limpa e eco-saneamento. In: KIPERSTOK, Asher (Org.) *Prata da casa: construindo produção limpa na Bahia*. UFBA-TECLIM. Salvador, 2008.

DANTAS, C. T.; UBALDO JR, L.; POTIER, A. C.; ILHA, M. S. DE O. Caracterização do uso de água em residências de interesse social em Itajubá. In: *ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 11, 2006, Florianópolis. Anais... v. 1, p.3337-3344, ENTAC. Florianópolis, 2006.

DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBANIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. *Eng. Sanit. Ambient.* v.15, n.2, p. 155-166, 2010.

DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBANIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. *Eng. Sanit. Ambient.* v.15, n.2, p. 155-166, 2010.

GAMEIRO, A. Avaliação de métodos de determinação de consumo de água potável e de dimensionamento de hidrômetro: Estudo de caso em Londrina (PR). 2007. 155 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) Universidade Estadual de Londrina, 2007.

GARCIA, A. P. A. A. Fatores associados ao consumo de água em residências de baixa renda. 124 p. il. 2011. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

HAFNER, A. V. Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - Relatório Nacional De Acompanhamento. IPEA. Brasília, 2010.

KIM, S. H.; CHOI, S. H., et al. Trend analysis of domestic water consumption depending upon social, cultural, economic parameters. *Water Science & Technology: Water Supply* 7 (5-6): 61 – 68 (2007).

LOH, M.; COGHLAN, P. Domestic Water Use Study: In Perth, Western Australia 1998–2001. Water Corporation. Perth, 2003.

MEMON, F. A.; BUTLER, D. Water consumption trends and demand forecasting techniques. In: BUTLER, D.; ALI MEMON, F. (Ed.). *Water demand management*. IWA Publishing. London, 2006. cap. 2. ISBN 1-843390-78-7

MURDOCK, S. H., ALBRECHT D. E., et al. Role of socio-demographic characteristics in projections of water use. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 117(2): 235 – 251 (1991).

PERTEL, M. Caracterização do uso da água e da energia associada à água em uma edificação residencial convencional e uma dotada de um sistema de reúso de águas cinza. 104 p. II. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2009.

RODRIGUES, L. C. S. Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

RODRIGUES, L. C. S. Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

TOMAZ, P. Economia de água para empresas e residências. Editora Hermano & Bugelli Ltda. Navegar Editora MF, São Paulo – SP. 112 p. 2001.

YWASHIMA, L. A.; CAMPOS, M. A. S.; PIAIA, E.; M P DE LUCA, D.; ILHA, M. S. de O. Caracterização do uso da água em residências de interesse social em Paulínia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, Florianópolis. Anais... v. 1, p. 3470-3479, ENTAC. Florianópolis, 2006.

5.2 ARTIGO 2

EMPREGO SE UM SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO NA SELEÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

Resumo

Atualmente existem diversos tipos de práticas capazes de promover a conservação de água nas edificações. Entretanto, a escolha mais adequada dessas ações depende do tipo de edificação e do perfil dos usuários. Nesse sentido, esse trabalho visa investigar qual ação de conservação de água é a mais indicada para ser implantada nas habitações de interesse social (HIS) do Residencial Jabaeté, em Vila Velha (ES); e faz isso por meio da aplicação do método AHP - Analytic Hierarchy Process - um método de suporte à decisão de múltiplos critérios capaz de avaliar diversos fatores que influenciam no problema em questão. As ações avaliadas pelo método são: aproveitamento de água de chuva; reúso de água cinza; uso de descarga dual e uso de bacia segregadora de urina. Delas, a que apresentou melhor desempenho segundo os critérios estabelecidos foi o uso de descarga dual. No entanto, é importante observar que ações que não tiveram bom desempenho, como foi o caso do reúso de água cinza, devem ser melhor desenvolvidas para que sua inserção no cotidiano dos usuários possibilite o aproveitamento do grande potencial em conservação de água que possuem.

Palavras chave: Conservação de água; habitação de interesse social; método de suporte à decisão; reúso de água cinza.

USE OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SELECTING ACTIONS WATER CONSERVATION IN SOCIAL INTEREST HOUSING

Abstract

Currently there are several types of practices that promote water conservation in buildings. However, the most appropriate choice of these actions depends on the type of buildings and the profile of users. Thus this study aims to investigate what action water conservation is the most suitable to be deployed in social interest housing the Jabaeté Residential in Vila Vela (ES), and does it through the application of AHP method- analytic hierarchy Process- a method of decision support multiple criteria able to evaluate various aspects of the constraints of the problem in question. The shares are valued through: use of rainwater, grey water reuse, use of dual exhaust and use of the basin segregated urine. Of them, with the best performance according to the criteria was the use of dual exhaust. Never the less, it is best to observe that actions not performed well, as was the case of reuse of greywater must be better developed to is inclusion in everyday allows users to take advantage of the great potential for conservation of water they have.

Keywords: Water conservation, social interest housing, decision support method, greywater reuse.

5.2.1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo acreditou-se que a água sempre estaria disponível para o consumo; no entanto, as sociedades eram essencialmente rurais, onde a água não estava vinculada a outras atividades econômicas e alimentava uma pequena população a um baixo custo (RODRIGUES, s.d.). Atualmente, muitas regiões enfrentam escassez de água, realidade que tende a se agravar caso medidas de conservação desse recurso não sejam efetivamente implementadas pela sociedade mundial.

Entende-se por medida de conservação de água como qualquer ação que reduza a quantidade extraída desse recurso em suas fontes de suprimento; por meio da redução do seu consumo e desperdício, aumentando a eficiência do seu uso; ou, ainda, por meio de sua reciclagem e reuso (GONÇALVES et. al., 2005).

Para tanto, existem diversos tipos de ações que visam a conservação da água, e muitas delas podem ser adotadas no ambiente doméstico, responsável por mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas (RODRIGUES, 2005).

Mesmo que pareça atuar em um universo pequeno, a quantidade de água economizada em uma edificação é repassada para os sistemas de abastecimento e coleta de esgotos até a bacia hidrográfica, promovendo a conservação generalizada. Dessa forma, a implantação de medidas economizadoras em edificações ocasionam a redução da demanda, evitando a sobrecarga do sistema de abastecimento de água que, por consequência, diminui a captação do recurso no manancial. Com isso, há uma redução dos esgotos a serem tratados, o que aumenta a eficiência no tratamento e diminui a poluição dos corpos receptores. (HAFNER, 2007)

Existem diversos tipos de práticas que promovem a conservação da água em edificações. Entre elas estão incluídas as ações de uso racional; estando dentro desse contexto a utilização de equipamentos sanitários economizadores, a medição individualizada do consumo de água, a conscientização do usuário, a detecção e controle de perdas nos sistemas prediais, o estabelecimento de tarifas inibidoras de desperdício, entre outras (SANTOS, 2002). Também existem aquelas relacionadas à substituição de fontes de água, que surge como uma alternativa para que as demandas menos restritivas sejam atendidas, reservando as águas de melhor qualidade para fins mais nobres (MIWA, 2011).

Em 1958, um relatório emitido pelo Water for industrial Use Economic and Social Council, divulgado pelo Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 1958 apud HESPANHOL, 2002) estabeleceu uma política de gestão com o conceito de que “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior”.

Entre as opções para utilização de fontes alternativas de água para fins não potáveis está a prática de reúso de água cinza, águas residuárias de origem predial provenientes de lavatórios, chuveiros, banheiras, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça e pia de cozinha, excluindo os sanitários (ERIKSSON et al., 2002; JEFFERSON et al., 2004; OTTHERPOHL, 2001; OTTOSON e STENSTRÖM, 2003). Esse efluente é responsável por mais de 50% do consumo médio diário de água em uma residência (HAFNER, 2007), gerando uma quantidade representativa de efluente de boa qualidade que, após tratamento, pode atender a fins que não demandam de portabilidade da água.

A eficiência de qualquer prática de conservação de água, no entanto, depende de alguns fatores relativos a características dos usuários, das edificações e da região onde serão implementadas. Nesse sentido, esse trabalho visa analisar o reúso de água cinza, aplicado como ação de conservação de água em habitações de interesse social, frente a outras ações de conservação de água existentes; utilizando como estudo de caso o Residencial Jabaeté, de habitações de interesse social, na região de Terra Vermelha, em Vila Velha (ES).

Para isso, utiliza o método AHP - Analytic Hierarchy Process, um processo de suporte à decisão criado por Thomas Saaty em 1977, que mede e sintetiza uma série de fatores envolvidos em tomadas de decisão. O AHP é um método de apoio à decisão de múltiplos critérios que se caracteriza por incorporar critérios tanto quantitativos como qualitativos, conflitantes ou não (NUNES, 2006).

O objetivo da aplicação do método nessa pesquisa é responder ao seguinte problema: “Qual ação de conservação de água é a mais adequada para ser implementada nas HIS do Residencial Jabaeté?”. Para responder a essa pergunta, o método analisa uma série de fatores relativos ao contexto do bairro em questão e com as características das ações por ele avaliadas, entre elas, o reúso de água cinza.

5.2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia dessa pesquisa se baseia estritamente na aplicação do método AHP para solucionar o problema apresentado por essa pesquisa. Para tanto, seguiu-se o roteiro apresentado por Saaty (2008).

5.2.2.1 Definição do problema e determinação do tipo de conhecimento procurado

O ponto de partida para a aplicação do método foi a definição do problema. O que se esperou como resultado foi a indicação da melhor ação de conservação de água a ser implementada na rotina das residências do bairro Jabaeté. Diante do problema, foram definidos os critérios a serem utilizados para julgá-las.

O primeiro deles é o critério *custo de operação e manutenção*. Adotou-se como hipótese que as casas já seriam entregues com os equipamentos e sistemas necessários para as ações a serem analisadas, os quais seriam subsidiados pelo governo, fazendo com que o custo de implantação fosse desconsiderado na aplicação do método. Ainda assim, considerando o público em questão, sabe-se que o custo de manutenção não pode ser muito representativo na renda familiar.

Também por uma questão de custo, considerou-se que os equipamentos e sistemas seriam operados pelos próprios moradores, evitando despesas com prestadores de serviço para essa função, fazendo com que aspectos relativos ao tempo gasto e a dificuldade apresentada pela manutenção seja de grande relevância para a escolha das ações a serem implementadas. Por esse motivo, outros dois critérios adotados foram *Dificuldade para operação e manutenção* e *Tempo para operação e manutenção*.

A *Aceitabilidade do usuário* também foi um fator considerado fundamental para a implementação eficaz de qualquer ação de conservação de água, constituindo um outro critério para avaliação das ações julgadas. Os demais critérios são a *economia de água* e a *redução na produção de esgoto sanitário* que essas ações promoveriam no consumo total da residência; e o *risco sanitário* oferecido por cada prática para conservação de água avaliada pelo método.

Por se tratar de habitações de interesse social, era necessário que as ações a serem analisadas pelo método fossem condizentes com a realidade local, ou seja, não poderiam ser

ações que gerassem custo elevado de instalação e manutenção. Diante disso foram escolhidas as ações a serem avaliadas. São elas:

- Reúso de água cinza;
- Aproveitamento de água de chuva;
- Uso de descarga dual;
- Uso de bacia segregadora de urina.

5.2.2.2 Estruturação da hierarquia de decisão

Nessa etapa, os diferentes níveis do método são organizados em uma estrutura hierárquica. Cada alternativa de ação a ser avaliada pelo método deve ser analisada frente a cada critério ou subcritério determinado (Figura 48). Essa análise também acontece entre subcritérios e critérios; e entre critérios e a pergunta geral do problema.

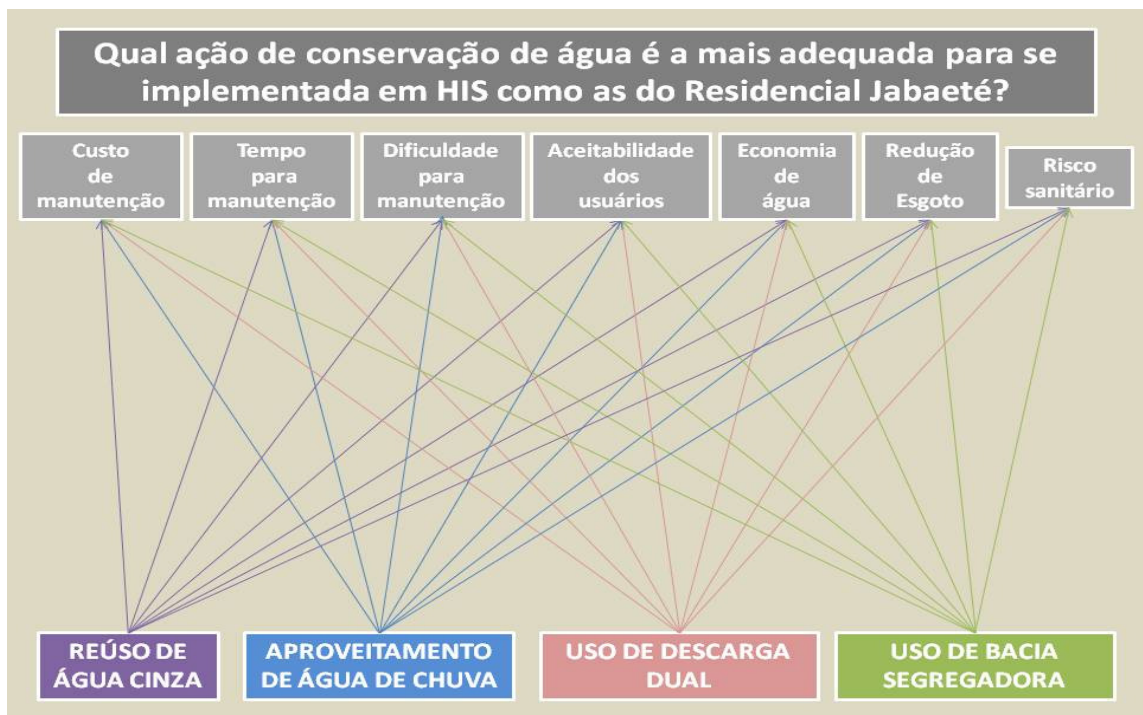


Figura 48. Esquema hierárquico do AHP para o problema desta pesquisa

5.2.2.3 Definição das prioridades

De acordo com o método AHP, os critérios adotados devem ser organizados de forma a se definir uma hierarquia de importância entre eles em relação ao problema geral. Isso é feito de forma subjetiva, a partir de uma análise que compara tais critérios par a par, respeitando as justificativas para a determinação dessa ordem de importância (Figura 49).

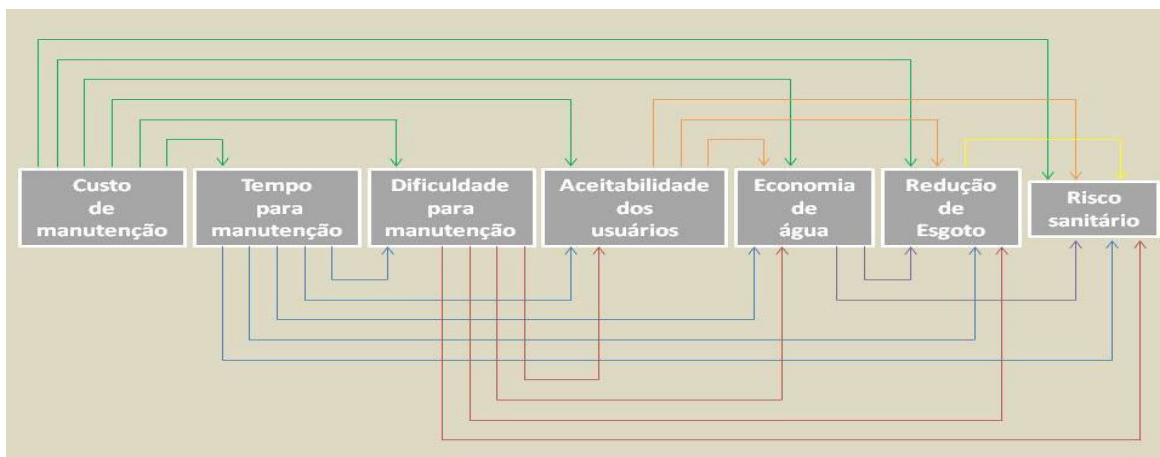


Figura 49. Comparação da importância dos critérios em pares.

O resultado dessa comparação entre os critérios possibilita a construção da “*Matriz de Prioridades dos Critérios*”, onde os critérios são pontuados dois a dois conforme a relevância de cada critério em relação ao problema a ser solucionado pelo método. O próximo passo é a construção das “*Matrizes de Prioridades das Alternativas*”.

Em posse das matrizes de prioridades dos critérios e das alternativas, é feito o cálculo da *Prioridade Global*, cujo resultado é a ordem da classificação entre as alternativas, por meio da qual o método indica a mais adequada para a solução do problema apresentado.

5.2.2.4 Estudos das alternativas segundo os critérios estabelecidos

Antes de pontuar as alternativas em relação aos critérios, se faz necessária uma pesquisa para a determinação dos fatores que justificarão essa pontuação.

No caso desse trabalho, para avaliar as alternativas quanto aos critérios *custo*, *tempo* e *dificuldade de operação e manutenção*, pesquisou-se o custo envolvido nas ações de conservação de água avaliadas, assim como foi feita uma análise quanto ao grau de dificuldade manutenção dessas ações.

A avaliação da *aceitabilidade dos usuários* foi feita por meio da aplicação de questionário (ANEXO 3) respondido por moradores do Residencial Jabaeté. Para a estimativa do tamanho amostral, ou seja, para determinar o número suficiente de domicílios que deveriam responder ao questionário para representar a comunidade estudada, adotou-se a metodologia também utilizada no Artigo 02 dessa dissertação. Baseando-se nisso, foi aplicado o questionário padrão em 108 residências do Residencial Jabaeté.

Já as pontuações dos critérios *economia de água, redução na produção de esgoto e risco sanitário* foram dadas por meio de análise de pesquisa bibliográfica.

5.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.2.3.1 Matriz de Prioridades dos critérios estabelecidos

Os valores determinados para cada critério em relação aos demais respeitaram algumas questões relativas ao público alvo, ao tipo de problema e ao tipo de alternativas avaliadas (Tabela 15). Por fim, observou-se a seguinte hierarquia de importância entre os critérios, com suas respectivas observações:

- *Custo de Operação e Manutenção*: o fator custo tem grande relevância para a implantação de determinada ação de conservação de água no Residencial Jabaeté, considerando o baixo poder aquisitivo de boa parte da população do bairro.
- *Aceitabilidade do usuário*: ações que, por qualquer motivo, acarretem uma rejeição ou que não caracterizem uma mudança de hábitos incorporada à rotina do usuário, também acarretariam em uma implantação ineficiente;
- *Economia de água*: a quantidade de água a ser poupada com a adoção de determinada ação de também é um fator relevante, justificando ou não a implantação de tal prática. No entanto, considera-se que, por mais que promova uma grande economia, esta só será incorporada adequadamente ao contexto do público alvo se respeitar os critérios anteriores;
- *Redução na produção de esgoto sanitário*: dependendo do tipo de ação adotada, a quantidade de esgoto doméstico lançado pode ser reduzida, o que se constitui em uma vantagem sob o ponto de vista ambiental.
- *Dificuldade de Operação e Manutenção*: ações de conservação que demandem certo grau de complexidade em sua manutenção certamente têm maior possibilidade de rejeição do usuário, o que, por consequência, acarretaria em uma implantação ineficiente;
- *Tempo para Operação e Manutenção*
- *Risco sanitário*: foi considerado o critério de menor importância devido ao fato de que todas as alternativas analisadas apresentarem valores baixos quanto ao risco ao usuário, mesmo aquelas que envolvem reúso de água cinza e reaproveitamento de água de chuva, já que serviriam apenas para usos não potáveis.

Tabela 15. Matriz de prioridades dos critérios.

CRITÉRIOS	Custo de manutenção	Tempo para manutenção	Dificuldade para manutenção	Aceitabilidade	Economia de Água	Redução Produção Esgoto	Risco Sanitário
Custo de manutenção	1,00	6,00	5,00	2,00	3,00	4,00	7,00
Tempo para manutenção	0,17	1,00	0,50	0,20	0,25	0,33	2,00
Dificuldade para manutenção	0,20	2,00	1,00	0,25	0,33	0,50	3,00
Aceitabilidade	0,50	5,00	4,00	1,00	2,00	3,00	6,00
Economia de Água	0,33	4,00	3,00	0,50	1,00	2,00	5,00
Redução Produção Esgoto	0,25	3,00	2,00	0,33	0,50	1,00	4,00
Risco Sanitário	0,14	0,50	0,33	0,17	0,20	0,25	1,00
Total da Coluna	2,59	21,50	15,83	4,45	7,28	11,08	28,00

Construída a matriz de prioridade, são calculadas as importâncias relativas de cada critério: a *normalização*; valor corresponde à soma total da linha de determinado critério dividido pela soma total de todas as linhas. A partir das importâncias relativas, realiza-se a classificação dos critérios (Tabela 16).

Tabela 16. Matriz de prioridade dos critérios com normalização e classificação.

CRITÉRIOS	Custo de manutenção	Tempo para manutenção	Dificuldade para manutenção	Aceitabilidade	Economia de Água	Redução Produção Esgoto	Risco Sanitário	Total da Linha	Importância Relativa	Classificação
Custo de manutenção	1,00	6,00	5,00	2,00	3,00	4,00	7,00	28,00	0,309	1
Tempo para manutenção	0,17	1,00	0,50	0,20	0,25	0,33	2,00	4,45	0,049	6
Dificuldade para manutenção	0,20	2,00	1,00	0,25	0,33	0,50	3,00	7,28	0,080	5
Aceitabilidade	0,50	5,00	4,00	1,00	2,00	3,00	6,00	21,50	0,237	2
Economia de Água	0,33	4,00	3,00	0,50	1,00	2,00	5,00	15,83	0,174	3
Redução Produção Esgoto	0,25	3,00	2,00	0,33	0,50	1,00	4,00	11,08	0,122	4
Risco Sanitário	0,14	0,50	0,33	0,17	0,20	0,25	1,00	2,59	0,029	7
Total da Coluna	2,59	21,50	15,83	4,45	7,28	11,08	28,00	90,74	1,000	

5.2.3.2 Estudo das alternativas avaliadas em relação aos critérios estabelecidos

As Tabelas 17, 18, 19, 20, 23, 24 e 25 a seguir são o resultado da confecção das matrizes de prioridades das alternativas frente a cada critério estabelecido, pontuadas segundo os estudos realizados a respeito de tais alternativas em relação a esses critérios. As tabelas também apresentam as importâncias relativas de cada alternativa; a normalização. A

comparação entre elas fornece classificação das alternativas avaliadas em relação ao critério observado em cada matriz.

O primeiro critério, *custo de operação e manutenção* (Tabela 17), teve sua pontuação baseada em pesquisa bibliográfica. Relacionando esse critério às ações avaliadas, tem-se que para descarga dual e bacia segregadora, esse custo é zero. Já para o reúso de água cinza, segundo Franci e Gonçalves (2012), um sistema que sirva a uma habitação de interesse social, habitada por cinco moradores cuja demanda de água de reúso seja de 50 l /hab. dia, apresenta custo mensal de manutenção de R\$ 25,75 em média. Esse custo se refere a consumo de energia, vida útil do sistema de bombeamento e material para cloração da água tratada. Já para o armazenamento e uso de água pluvial, Anecchini (2005) apresenta um custo mensal de R\$8,33.

Tabela 17. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério *custo de operação e manutenção*.

Custo de manutenção	Água Cinza	Água de Chuva	Descarga Dual	Bacia Segregadora	Total da Linha	Importância Relativa	Classificação
Água Cinza	1,00	5,00	0,20	0,33	6,53	0,175	3º
Água de Chuva	0,20	1,00	0,11	0,14	1,45	0,039	4º
Descarga Dual	5,00	9,00	1,00	3,00	18,00	0,482	1º
Bacia Segregadora	3,00	7,00	0,33	1,00	11,33	0,304	2º
Total da Coluna	9,20	22,00	1,64	4,47	37,32	1,000	

A *dificuldade e o tempo de manutenção* são parâmetros dificilmente dimensionáveis, o que acarretou com que esses critérios fossem pontuados subjetivamente (Tabela 18 e 19).

Tabela 18. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério *dificuldade para operação e manutenção*.

Dificuldade para manutenção	Água Cinza	Água de Chuva	Descarga Dual	Bacia Segregadora	Total da Linha	Importância Relativa	Classificação
Água Cinza	1,00	3,00	0,14	0,20	4,34	0,139	3º
Água de Chuva	0,33	1,00	0,14	0,20	1,68	0,053	4º
Descarga Dual	5,00	7,00	1,00	3,00	16,00	0,510	1º
Bacia Segregadora	3,00	5,00	0,33	1,00	9,33	0,298	2º
Total da Coluna	9,33	16,00	1,62	4,40	31,35	1,000	

Tabela 19. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério *tempo para operação e manutenção*.

Tempo para manutenção	Água Cinza	Água de Chuva	Descarga Dual	Bacia Segregadora	Total da Linha	Importância Relativa	Classificação
Água Cinza	1,00	3,00	0,14	0,20	4,34	0,139	3º
Água de Chuva	0,33	1,00	0,14	0,20	1,68	0,053	4º
Descarga Dual	5,00	7,00	1,00	3,00	16,00	0,510	1º
Bacia Segregadora	3,00	5,00	0,33	1,00	9,33	0,298	2º
Total da Coluna	9,33	16,00	1,62	4,40	31,35	1,000	

O resultado da investigação da *aceitabilidade dos usuários*, dada por aplicação de questionários, apresentou o seguinte resultado (Figura 55):

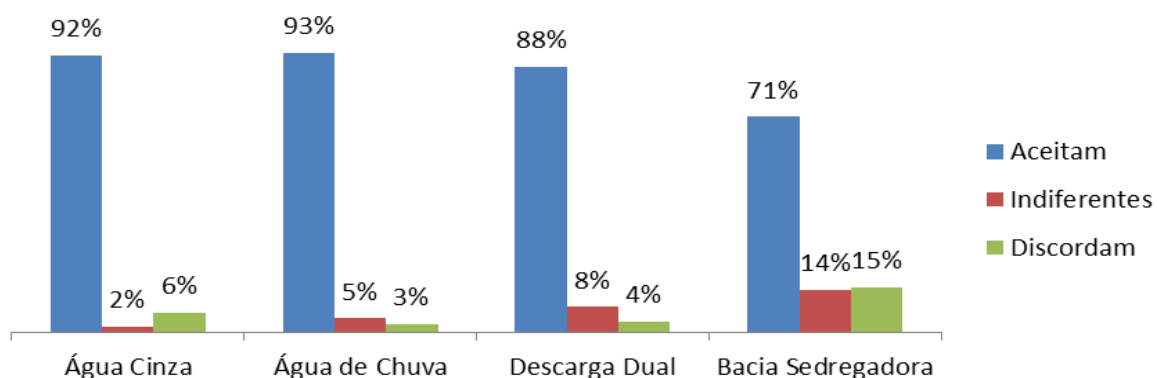


Figura 50. Gráfico da aceitabilidade dos entrevistados às ações de conservação de água.

De posse desses dados, construiu-se a matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério aceitabilidade (Tabela 20).

No entanto, é importante observar que, embora tenha sido feita uma breve explanação acerca das ações de conservação de água a serem julgadas pelo método, existe a possibilidade de que muitos entrevistados não responderam ao questionário possuindo de fato conhecimento adequado para julgar as ações apresentadas, o que pode ter influenciado no resultado final.

Tabela 20. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério *aceitabilidade*.

Aceitabilidade dos Agentes Consumidores	Água Cinza	Água de Chuva	Descarga Dual	Bacia Segregadora	Total da Linha	Importância Relativa	Classificação
Água Cinza	1,00	0,33	3,00	7,00	11,33	0,304	2º
Água de Chuva	3,00	1,00	5,00	9,00	18,00	0,482	1º
Descarga Dual	0,33	0,20	1,00	5,00	6,53	0,175	3º
Bacia Segregadora	0,14	0,11	0,20	1,00	1,45	0,039	4º
Total da Coluna	4,48	1,64	9,20	22,00	37,32	1,000	

O estudo do *critério economia* de água foi dado por meio de consulta à literatura e cálculo do consumo de água com a adoção das diferentes ações avaliadas pelo método.

Adotando 4,3 como a quantidade de vezes que uma pessoa utiliza a bacia sanitária em sua residência (Tabela 21), e sendo uma dessas vezes para defecar; considerando a descarga convencional utilizando 6,5 litros de água sempre que acionada e sabendo que a descarga dual oferece duas opções de volume de descarga: 3 litros para afastamento de urina e 6 litros para fezes; foi possível calcular a economia de água a ser proporcionada por cada ação de conservação avaliada pelo método AHP.

Para o cálculo, foi adotado o consumo médio per capita diário de moradores de habitações de interesse social sendo de 79 l/hab. dia, valor obtido com o estudo apresentado pelo Artigo 01 dessa dissertação; e tendo como base esse dado, tem-se os resultados de cada alternativa (Tabela 22). Por fim, define-se a matriz cuja pontuação foi construída com base na análise desses resultados (Tabela 23).

Tabela 21. Frequência de uso da bacia sanitária na residência por morador

Autor	Ano	Local	Frequência diária de uso da BS por morador
Barreto e Medeiros	2008	SP, Brasil	4
Mierzwa et al.	2006	Brasil	4
O´Toole, Leder e Sinclair	2008	Austrália	3,5
Roberts	2004	Melbourne, Austrália	4,2
Vickers	2002	EUA	5,1
Health Canada	2010	Canadá	3
Mater et al.	2004	Tampa, EUA	5,01
South West Water	2010	Inglaterra	4
Wilkes et al.	2005	EUA	5,2
Aguiar	2011	Vitória, Brasil	5
Média			4,3

Fonte: Adaptado de Aguiar (2011)

Tabela 22. Valores para cálculo da economia de água relativa às ações de conservação

Ações	Consumo Per capita L/hab.dia	Uso per capita bacia sanitária (vezes/dia)	Volume de água L/descarga		Novo per capita (L/hab.dia)	Redução do consumo (%)
Água cinza	79	4,3	Convencional	6,5	51	22
Água de chuva						
Descarga dual			Fezes	6	67	10
			Urina	3		
Bacia segregadora			Convencional (apenas para fezes)	6,5	58	17

Tabela 23. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério *economia de água*.

Economia de Água	Água Cinza	Água de Chuva	Descarga Dual	Bacia Segregadora	Total da Linha	Importância Relativa	Classificação
Água Cinza	1,00	5,00	0,14	0,20	6,34	0,154	3º
Água de Chuva	0,20	1,00	0,11	0,14	1,45	0,035	4º
Descarga Dual	7,00	9,00	1,00	3,00	20,00	0,486	1º
Bacia Segregadora	5,00	7,00	0,33	1,00	13,33	0,324	2º
Total da Coluna	13,20	22,00	1,59	4,34	41,13	1,000	

A pontuação do critério *redução na produção de esgoto* tem relação com o cálculo da economia de água resultante da adoção de determinadas ações de conservação nas atividades domésticas, apresentado anteriormente. Isso porque, utilizando menos água potável no afastamento das excretas da bacia sanitária, tem-se por consequência a redução proporcional na geração de esgoto. No entanto, no caso de uma das ações avaliadas nessa pesquisa - o aproveitamento de água de chuva - isso não acontece.

As demais ações analisadas – reúso de água cinza, uso de descarga dual e uso de bacia segregadora de urina - utilizam como fonte de água uma parte do recurso que é obtido pela empresa de distribuição convencional. Com a adoção dessas ações, se utiliza menos água, gerando menos esgoto final. No caso da água de chuva a fonte não é a empresa de abastecimento, o que proporciona economia de água, mas o esgoto gerado é o mesmo que

se fosse utilizado a água potável. Ou seja, embora ofereça a vantagem de economizar água potável, o essa prática não reduz a quantidade de esgoto a ser lançado para tratamento. Com base nessas observações definiu-se a pontuação para as ações de conservação de água em relação ao critério redução na produção de esgoto (Tabela 24).

Tabela 24. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério *redução na produção de esgoto*

Redução na Produção de Esgoto	Água Cinza	Água de Chuva	Descarga Dual	Bacia Segregadora	Total da Linha	Importância Relativa	Classificação
Água Cinza	1,00	9,00	7,00	3,00	20,00	0,509	1º
Água de Chuva	0,11	1,00	0,33	0,14	1,59	0,040	4º
Descarga Dual	0,14	3,00	1,00	0,20	4,34	0,111	3º
Bacia Segregadora	0,33	7,00	5,00	1,00	13,33	0,340	2º
Total da Coluna	1,59	20,00	13,33	4,34	39,26	1,000	

Além da desvantagem oferecida pelo lançamento de mais esgoto, existe ainda o fato de que na fatura de cobrança de água existe tarifação sobre a quantidade de água ofertada e, proporcional a essa quantidade, pela coleta de esgoto. Nesse caso, a prática de aproveitamento de água de chuva geraria conflito com o sistema de cobrança atual por esse serviço, fazendo com que empresas de tratamento de esgoto mudassem o tipo de tarifação sobre a coleta de esgoto; e nesse aspecto, o aproveitamento de água de chuva, em relação às outras ações avaliadas, certamente apresentaria desvantagem financeira.

O critério *risco sanitário* também foi avaliado segundo pesquisa bibliográfica. Para o uso de descarga com dispositivo dual, Aguiar (2008) afirma que o risco sanitário desse tipo de ação não altera a qualidade da água.

Com relação à comparação entre a qualidade microbiológica da água do selo hídrico de um vaso sanitário abastecido com água de reúso e da água do selo hídrico de um vaso sanitário abastecido com água potável, a água do selo hídrico abastecido com água potável mostrou-se mais contaminada que a água do selo hídrico abastecido com água de reúso (VAZ, 2010).

Para o reúso de água cinza, Lobato (2005) admite não ser possível garantir total segurança na utilização da água cinza tratada. O mesmo autor também afirma que a qualidade da água de chuva é superior a água cinza, reconhecendo, no entanto, que água de reúso tem grau de risco favorável para sua utilização em lavagens de pisos e rega de jardim.

No caso da bacia segregadora, embora alguns patógenos possam ser excretados na urina, a contaminação fecal cruzada que pode ocorrer pela disposição errada das fezes no

compartimento da urina (Schönning et al., 2002), diz respeito aos riscos mais significantes para a saúde com a adoção do uso desse equipamento hidrossanitário (Höglund et al., 2002). No entanto, como não é previsto o manejo da urina, sendo essa descartada diretamente como esgoto, tal risco de contaminação não se torna muito relevante. Por isso, para uso de bacia segregadora admitiu-se certo grau de risco, menor, no entanto, que reúso de água cinza e aproveitamento de água de chuva.

A Tabela 25 representa a matriz das ações pontuadas tendo como base os dados acima citados, obtidos na literatura.

Tabela 25. Matriz de prioridade das ações relacionadas ao critério *risco sanitário*.

Risco Sanitário	Água Cinza	Água de Chuva	Descarga Dual	Bacia Segregadora	Total da Linha	Importância Relativa	Classificação
Água Cinza	1,00	0,33	0,14	0,20	1,68	0,053	4º
Água de Chuva	3,00	1,00	0,20	0,33	4,53	0,144	3º
Descarga Dual	7,00	5,00	1,00	3,00	16,00	0,507	1º
Bacia Segregadora	5,00	3,00	0,33	1,00	9,33	0,296	2º
Total da Coluna	16,00	9,33	1,68	4,53	31,54	1,000	

5.2.3.3 Verificação do grau de inconsistência dos julgamentos realizados ($\lambda_{máx}$)

Para verificar se os julgamentos são consistentes, foi construída uma matriz auxiliar, chamada *Matriz A*. Cada coluna dessa matriz será dada pela multiplicação de cada elemento de uma coluna da *Matriz de Prioridades dos Critérios* (Tabela 15) pela importância relativa de um dos critérios nessa mesma tabela, sendo feito isso para todos os critérios.

A partir da *Matriz A* são obtidos o *Vetor de Prioridades (P)* e o *Vetor Auxiliar (P aux)*. O primeiro é obtido pela soma dos elementos de cada linha da *Matriz A*. Os valores resultantes serão divididos pelo valor da importância relativa de cada critério associado a esta linha, obtidos na Tabela 15, constituindo os elementos do *vetor P aux*. Todos esses elementos, apresentados pela Tabela 26, possibilitam o cálculo *Autovalor máximo*.

O *Autovalor máximo ($\lambda_{máx}$)* é obtido através da média aritmética simples do *vetor P aux*. Quanto mais próximo $\lambda_{máx}$ for do número de critérios (n), maior a coerência do método. O valor obtido nesse estudo foi 7,279 (Tabela 26), o que constitui um bom grau de coerência, considerando o número de critérios utilizados igual a 7.

Tabela 26. Matriz A – Cálculo de λ_{\max}

Cálculo de λ_{\max} - Matriz A							Vetor P	P aux.
0,309	0,294	0,401	0,474	0,523	0,489	0,200	2,690	8,718
0,051	0,049	0,040	0,047	0,044	0,041	0,057	0,329	6,72
0,062	0,098	0,080	0,059	0,058	0,061	0,086	0,504	6,28
0,154	0,245	0,321	0,237	0,349	0,366	0,171	1,844	7,78
0,103	0,196	0,241	0,118	0,174	0,244	0,143	1,220	6,99
0,077	0,147	0,161	0,079	0,087	0,122	0,114	0,787	6,45
0,044	0,025	0,027	0,039	0,035	0,031	0,029	0,229	8,01
Autovalor máximo (λ_{\max})								7,279

5.2.3.4 Cálculo do Índice de Consistência (IC) e da Razão de Consistência (RC)

O cálculo do Índice de Consistência é dado pela Equação 6.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Equação 6

Onde:

λ_{\max} – maior autovalor da matriz

n – ordem da matriz

Aplicando os valores obtidos nesse estudo, obteve-se um índice de coerência 0,046.

Por fim, analisa-se a Razão de Consistência, que tem o objetivo de indicar a consistência das avaliações dois a dois e é calculado pela fórmula $RC = IC/IA$; onde o valor do IR (Índice Aleatório) é obtido na Tabela 27.

Quanto menor a RC, maior será a consistência; e, segundo Saaty (2000, apud TREVIZANO et al, 2005), Se $RC < 0,1$ (10%) os julgamentos são considerados consistentes.

Tabela 27. Tabela de Índices Aleatórios

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty apud Nunes, 2006.

Aplicando a fórmula considerando o IR de uma matriz de ordem 7, foi obtido 0,035 como valor para a razão de consistência. Já que o valor é menor que 0,1, é possível afirmar que os julgamentos realizados pelo método AHP são consistentes (Saaty (2000, apud TREVIZANO et al, 2005).

5.2.3.5 Cálculo da Prioridade Global (PG)

O cálculo da PG de cada alternativa avaliada é dado pela soma dos produtos das importâncias relativas dessa alternativa em cada critério (obtidos nas matrizes de prioridade das alternativas em relação a cada critério) pela importância relativa do critério (obtido na matriz de prioridade dos critérios). A partir dos valores das PGs, realiza-se a classificação geral das alternativas, e a que estiver com maior valor será a alternativa indicada pelo método. Nesse estudo, a alternativa apontada pelo método como a melhor ação de conservação de água a ser adotada no Residencial Jabaeté foi o uso de descarga dual (Tabela 28).

Tabela 28. Prioridades globais das alternativas e suas respectivas classificações

Alternativas	PG	Classificação
Reúso de água cinza	0,235	3°
Aproveitamento de água de chuva	0,148	4°
Uso de descarga dual	0,369	1°
Uso de bacia segregadora de urina	0,248	2°

5.2.4 CONCLUSÕES

- A aplicação do método AHP apontou o uso de descarga com acionamento dual para afastamento de fezes e urina como a ação de conservação mais adequada para o contexto das HIS do Residencial Jabaeté, frente às demais alternativas avaliadas;
- O uso de bacia segregadora de urina ficou como a segunda melhor opção, mas com uma classificação bem próxima a da terceira colocação, que ficou com o reúso de água cinza;
- A bacia segregadora de urina foi a menos aceita pelos entrevistados, provavelmente por ser uma prática pouco difundida no país e seu equipamento, praticamente desconhecido no local onde foi realizada a pesquisa;
- Em último lugar ficou o aproveitamento de água de chuva, principalmente por não oferecer redução na produção de esgoto sanitário a ser lançado para tratamento;
- A classificação em primeiro lugar para a adoção de descarga dual já era prevista. Essa ação não possui necessidade de manutenção, não implica em problemas com aceitabilidade ou aumento do risco sanitário. Além disso, garante a diminuição da geração de esgoto e o aumento da economia no consumo, mesmo que tal economia seja

menor que as demais ações. No entanto, as demais alternativas apresentaram pontuação baixa por se mostrarem mais negativas nos demais critérios;

- O resultado da aplicação do método não foi favorável às práticas de reúso de água cinza e aproveitamento de água de chuva. Um dos motivos é o baixo valor cobrado pelo uso da água, o que implica na não viabilidade econômica de sistemas desse tipo. Franci e Gonçalves (2012) afirmam que a implantação de um sistema de reúso em HIS semelhantes às aqui estudadas só será viável com a eliminação do sistema de tarifação social aplicada ao saneamento, o que é indubitavelmente algo impraticável neste momento. Se o preço da água não fosse tão baixo, certamente ações que utilizam fontes alternativas de água seriam mais exploradas.

5.2.5 REFERÊNCIAS

AGUIAR, K. C. Comparação dos potenciais de conservação de água com a prática do reúso de águas cinza e com a coleta segregada da urina humana em uma edificação residencial multifamiliar. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, 2011.

ANNECCHINI, K. P. V. Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES). 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, 2005.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*, v. 4, p. 85-104, 2002.

FRANCI, T. K., GONÇALVES, R. F. Reúso de águas cinzas em edificações: uma solução tecnológica ainda economicamente inviável para habitações de interesse social. In.: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA EM SANEAMENTO SUSTENTÁVEL, 2, 2012, Vitória. Anais... Vitória, 2012.

GONÇALVES, O. M., HESPANHOL, I., OLIVEIRA, L. H. et al. Conservação e Reúso de água em edificações. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, SindusCon-SP, FIESP. Prol Editora Gráfica. São Paulo, 2005

HAFNER, A. V. Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, Indústria, município e recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75 – 95, out./dez. 2002.

HÖGLUND, C., STENSTRÖM, T. A. AND ASHBOLT, N. 2002. Microbial risk assessment of source separated urine used in agriculture. *Waste Management Research* 20(3): 150-161.

JEFFERSON, B.; PALMER, A.; JEFFREY, P.; STUETZ, R.; JUDD, S. Grey water characterization and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. *Water Science and Technology*, v. 50, n. 2, p. 157-164, 2004.

LOBATO, M. Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método electre III. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

MIWA, F. P. Análise da Problemática do Reúso da Água Cinza em Edificações Residenciais. 2011. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

NUNES, L. F. J. Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios: Pesquisa-ação sobre o Método AHP em Pequenas Empresas. Dissertação (Mestrado) Universidade de Taubaté, 2006.

OTTHERPOHL, R. Black, brown, yellow, grey – the new colours of sanitation. *Water* 21, p. 37-41, Oct. 2001.

OTTOSON, J.; STENSTRÖM, T. A. Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research*, v. 37, p. 645-655, 2003.

RODRIGUES, L. C. S. Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

RODRIGUES, L. C. S. S. F. A água no mundo e a responsabilidade de todos. SOS Águas Brasileiras. Secretaria de Recursos Hídricos – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.sosaguas.org.br/notas/agua-mundo.htm>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2011.

SAATY, T. L. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *Institutional Journal Services Sciences*, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SAATY, T. L. Método de análise hierárquica. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1991. 367 p.

SANTOS, D. C. dos. Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, n. 4, p. 7-18, out./dez. 2002.

SCHÖNNING, C., LEEMING, R. AND STENSTRÖM, T.A. 2002. Faecal contamination of source-separated human urine based on the content of faecal sterols. *Water Research* 36 (8): 1965-1972.

TREVIZANO W. A.; FREITAS, A. L. P. Emprego do Método da Análise Hierárquica (A.H.P.) na seleção de processadores. In.: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25, 2005, Porto Alegre. Anais... ENEGEP. Porto Alegre, 2005.

VAZ, L. O. Avaliação do risco microbiológico decorrente do reúso de águas cinza em uma edificação residencial de alto padrão. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, 2009.

5.3 ARTIGO 3

SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS PARA REÚSO DE ÁGUA CINZA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

Resumo

Reconhecendo a necessidade na mudança nos hábitos de consumo da água para que o acesso a esse recurso seja garantido às futuras gerações, este trabalho tem como objetivo estudar um projeto arquitetônico de adaptação em habitações de interesse social ao reúso de água cinza (efluente doméstico sem a contribuição de descarga sanitária e pia de cozinha). Esse projeto é realizado tendo como objeto de estudo o Residencial Jabaeté, em Vila Velha – ES. Nele são propostas algumas diretrizes do projeto que possibilitam a prática do reúso com foco na conservação de água nessas habitações e nas atividades ali desenvolvidas. Foram estudadas duas configurações diferentes de captação de água cinza e distribuição de água de reúso: o sistema descentralizado (na escala da residência) e o semi-descentralizado (que atende a um grupo de casas). O sistema de tratamento utilizado nos estudos é o sistema de wetlands – leitos cultivados que promovem a filtragem e polimento da água cinza para reúso não potável, precedido por filtro anaeróbio. O resultado da pesquisa é dado por projetos de modificação nos projetos originais de hidrosanitário e esgoto, além de novo layout com a adição dos leitos cultivados, que visam também contribuir com o tratamento paisagístico do entorno.

Palavras chave: Conservação de água; reúso de água cinza; habitações de interesse social; sistemas de tratamento de água cinza; reúso descentralizado.

ARCHITECTURAL SOLUTIONS FOR REUSE OF GREYWATER IN SOCIAL INTEREST HOUSING (SIH)

Abstract

Acknowledging the need for change in the consumption habits of the water so that access to this resource is ensured to future generations, this work aims to study an architectural adaptation in social interest housing to the reuse of greywater (domestic effluent without contribution discharge sanitary and kitchen sink). This project is conducted with the object of study the Jabaeté Residential in Vila Velha - ES. In it are proposed some project guidelines that enable the practice of reuse with a focus on water conservation in these homes and activities developed there. We studied two different settings of greywater collection and distribution of water reuse; decentralized system (on the scale of residence) and semi decentralized (which caters to a group of houses). The treatment system used in the studies in the systems of "wetlands" – cultivated bed that promote filtering and polishing of greywater for non-potable reuse, preceded by anaerobic filter. The search result is given by modification projects in unique designs of sewage and sanitary system plus new layout with the addition of wetlands, which also aim to contribute to the treatment of the surrounding landscape.

Keywords: water conservation, reuse of greywater, social interest housing systems, greywater treatment, reuse decentralized.

5.3.1 INTRODUÇÃO

Diante da crescente pressão sobre os recursos hídricos existentes, provocada pelo atendimento às demandas globais do uso da água, somada ao aumento populacional e às mudanças climáticas, vêm sendo pesquisadas estratégias de reutilização de água ao redor do mundo com o objetivo de determinar se sistemas alternativos de fornecimento de água são tecnologicamente e economicamente viáveis, bem como socialmente aceitáveis, dentro do contexto urbano; isso porque tais demandas se aproximam cada vez mais ao limite da oferta hídrica do planeta (MANKAD et. al., 2010).

Sistemas alternativos descentralizados de abastecimento de água são definidos por Cook et. al. (2009) como a coleta, tratamento e utilização da água da chuva (proveniente de telhado ou escoamento superficial), das águas cinzas e águas negras. Água cinza é a água residuárias de origem predial proveniente de lavatórios, chuveiros, banheiras, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça e pia de cozinha (ERIKSSON et. al., 2002; JEFFERSON et. al., 2004; OTTHERPOHL, 2001; OTTOSON e STENSTRÖM, 2003); excluindo os efluentes de bacias sanitárias, o qual é considerado água negra.

Enquanto os sistemas convencionais de abastecimento hídrico de uma cidade fazem a coleta e distribuição de água adquirida a partir de bacias hidrográficas protegidas (por exemplo, reservatórios e barragens), sendo considerados centralizados pelo fato de toda a água municipal ser originada a partir desta localização primária; em sistemas de fontes alternativas a água a ser utilizada é proveniente do próprio ponto de uso ou próximo a ele. Esses sistemas podem ser implantados em várias escalas, desde no nível local (por exemplo, em uma residência e, geralmente, operado pelo próprio morador), ou no nível de cluster, onde o sistema pode atender a um conjunto muito grande de edificações e cujo tratamento e distribuição são operados por uma companhia de água (COOK et. al., 2009). É o que acontece em países como Japão e Alemanha, onde existem sistemas de grande infraestrutura para tratamento e reciclagem da água (ASANO et. al., 1996; NOLDE, 2007).

Em contrapartida, Mandak et. al. (2010) afirmam que, para regiões emergentes onde o custo com grandes obras de infra-estrutura em escala nacional não é viável, sistemas locais de reutilização de água são as opções mais funcionais. O autor enfatiza, entretanto, que a viabilidade desses sistemas é influenciada por diversos fatores sociais, tais como atitudes e

percepções da comunidade. Outros pesquisadores também destacam o papel que a aceitação da comunidade exerce na implantação efetiva de sistemas alternativos de fornecimento de água (PO et. al.; HURLIMANN e DOLNICAR, 2010)

Outro fator de grande importância é o custo de implantação e manutenção desses sistemas. Muitas vezes o preço da água fornecido pelo sistema de abastecimento convencional é baixo (existindo alta variação entre as cidades e nações); e, nesse caso, a substituição por fontes alternativas dificilmente ocorre (CHEESMAN et. al., 2008 apud HURLIMANN, 2011). Segundo Campeão (1999), a água está sub-valorizada, havendo, por isso, pouco incentivo para sua conservação.

Franci e Gonçalves (2012) constataram que, devido ao sistema de tarifação social dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário vigentes no Brasil, é impossível o emprego economicamente viável de sistemas de reúso para populações de baixa renda no país. Frente a isso, os autores destacam a necessidade de desenvolvimento de tecnologia apropriada e de baixo custo para a produção e o aproveitamento de água de reúso em habitações de interesse social (HIS), bem como o desenvolvimento de políticas públicas compensatórias do baixo custo da água e do gerenciamento de esgoto; possibilitando assim a popularização do reúso, consideradas por eles como uma importante prática de conservação de água e de redução de esgoto sanitário em áreas urbanas de baixa renda.

Nesse sentido, este trabalho propõe o desenvolvimento de um ensaio projetual de sistemas de tratamento de água cinza para reúso não potável em HIS do Residencial Jabaeté, em Vila Velha (ES). O objetivo é estudar as possibilidades de instalação desses sistemas nessas residências, o que certamente irá gerar informações práticas das demandas para a adaptação de habitações semelhantes.

O tipo de uso pretendido para o efluente tratado é o reúso em descargas sanitárias, rega de jardins e limpeza doméstica; e o tipo de tratamento utilizado no projeto é o sistema de Filtro anaeróbio (FAN) seguido de Wetland horizontal.

Wetlands são sistemas artificiais dos “wetlands” naturais que, sob condições controladas de engenharia, combinam processos físicos, químicos e biológicos no tratamento de águas residuárias (KNUPP et. al., 2012).

Filtro Anaeróbio consiste em um tanque preenchido por um meio suporte onde ocorre a fixação e o desenvolvimento de microorganismos, cuja atividade biológica é responsável pela remoção da carga orgânica e sólidos do efluente por ele tratado (GONÇALVES et. al., 2001).

Dentro das possibilidades de instalação desse sistema, existem dois tipos que serão explorados pela pesquisa: o sistema descentralizado, que atenderá às demandas de cada residência; e o semi-descentralizado, que atenderá a um grupo de casas. Espera-se comparar questões envolvidas a aceitabilidade, custo, instalação e distribuição do efluente tratado, a fim de analisar possíveis fatores que condicionam a melhor opção para o público em questão.

5.3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

5.3.2.1 Aquisição de projetos originais e análise da edificação padrão

Foi necessária a aquisição dos projetos originais da residência tipo do bairro, que se deu por meio do contato com o Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo (IDURB/ES). A partir deles foram desenvolvidas as intervenções necessárias para a adaptação ao sistema de reúso predial. Foram detalhados projetos arquitetônicos compostos por plantas, cortes, perspectivas humanizadas, além de croquis do hidrosanitário original e modificado.

A representação do bairro e das configurações originais das residências do Jabaeté foi possibilitada por meio dos projetos disponibilizados e das visitas a campo (Figura 51 e 52). Todas as casas seguem um mesmo padrão, conforme um conjunto de características comuns nas habitações de interesse social no Brasil; contendo dois quartos, cozinha, sala, banheiro e área de serviço, acabamento cimentado no piso, laje somente no banheiro para a caixa de água, tubos e conexões em PVC, material sintético para a pia da cozinha e do tanque (FITTIPALDI, 2008).



Figura 51. Foto do Residencial Jabaeté.



Figura 52. Perspectiva ilustrativa da unidade habitacional padrão.

A residência padrão do Residencial Jabaeté possui 39m² e é implantada em um lote de 125m². No entanto, a demarcação física desses lotes é inexistente, cabendo ao próprio morador a colocação de grade ou muro para o isolamento da sua unidade habitacional.

Dentro da residência, todo sistema hidráulico está concentrado na parede que separa a cozinha do banheiro, além da laje desse último cômodo - onde fica posicionada a caixa d'água (Figuras 53, 54 e 55).

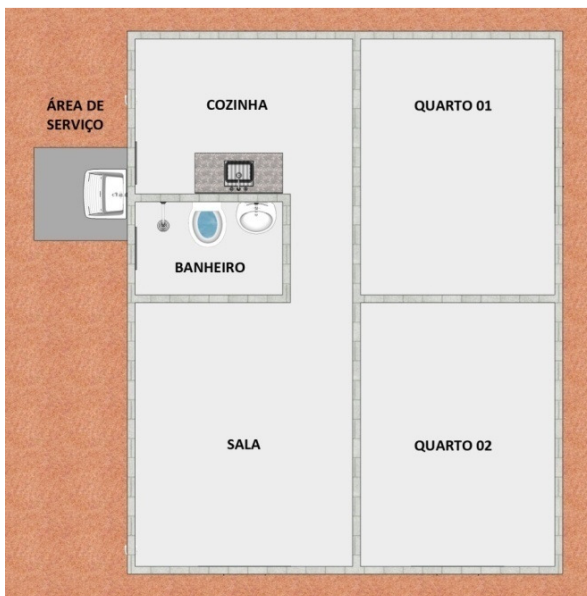


Figura 53. Planta padrão da unidade habitacional.



Figura 54. perspectivas representando banheiro.

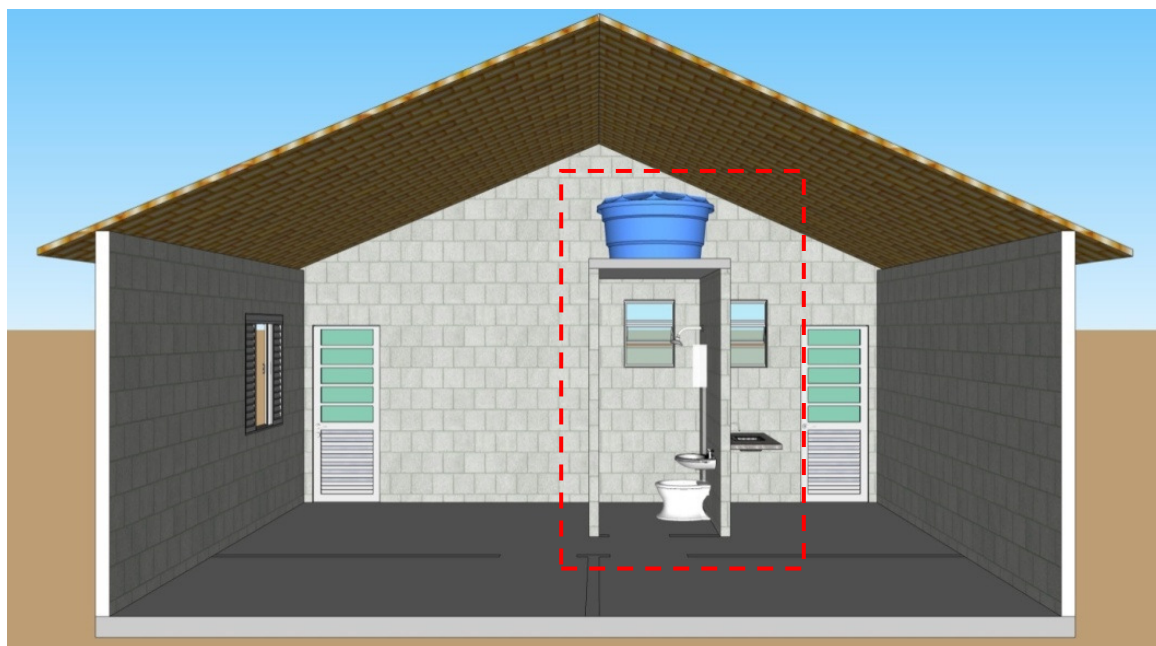


Figura 55. Corte representando módulo hidráulico padrão.

Todas as alterações feitas nessa área da casa foram padronizadas e repetem-se em todas as outras residências, independente do tipo sistema de reúso adotado (centralizado ou semi-descentralizado).

5.3.2.2 Cálculo do Potencial de Reúso de Água Cinza

O potencial de reúso leva em consideração a quantidade de água cinza produzida e a demanda de água de reúso necessária para as atividades domésticas que possam usar esse tipo de efluente. Para a determinação da demanda se faz necessária a determinação dos tipos de uso a serem atendidos pela água de reúso. Nesse trabalho considerou-se a demanda para atendimento do uso da bacia sanitária, limpeza de área impermeabilizada de pisos e rega de jardim.

Esse cálculo foi feito com base nos dados obtidos no estudo de monitoramento diário do consumo de água em cada ponto hidráulico das habitações de interesse social do Residencial Jabaeté, apresentados no segundo artigo dessa dissertação.

5.3.2.3 Estratégias para implantação do Reúso de Água Cinza

Entre as estratégias utilizadas para direcionar o projeto do sistema de reúso nas HIS estudadas estão a definição do tipo de sistema de tratamento de água cinza a ser utilizado, a análise da configuração original do sistema hidrossanitário das residências e o

dimensionamento do sistema de tratamento conforme os cálculos do potencial de reúso. Além disso, esse trabalho avaliou duas opções de implantação da prática de reúso: o sistema descentralizado e o semi-descentralizado. A diferença entre os dois está na forma de captação e redistribuição da água a ser reutilizada, sendo ela individual, por unidade habitacional, no caso do descentralizado; e coletiva, reunindo um conjunto de casas, no caso do semi-descentralizado.

O tipo de sistema de tratamento adotado para o estudo foi um Filtro anaeróbio seguido por um wetland horizontal, cuja representação e conexão com o hidrossanitário original serão apresentados como resultados desse trabalho.

5.3.2.4 Sistemas descentralizados – Reúso Local

A princípio, foi considerado apenas o espaço físico da residência e seu lote, determinando a área disponível para a implantação do sistema individual de tratamento e reúso de água. Por meio desse dado, do sistema hidráulico padrão e das características dos moradores (número médio de pessoas por residência, consumo médio de água per capita (por dia), estimativa de produção de água cinza e da demanda de água de reúso para fins não potáveis pré-determinados), iniciou-se a determinação das condicionantes do projeto, tais como dimensionamento do sistema, posicionamento de reservatórios, intervenções hidráulicas, entre outras.

Nessa etapa, o projeto do sistema fica limitado ao espaço da residência, logo, seu dimensionamento e tipo de distribuição da água para reúso será baseado nas atividades ali realizadas, exclusivamente. A vantagem desse tipo de reúso é que a água a ser reutilizada, sendo proveniente das atividades realizadas pelos próprios moradores, deve apresentar menor rejeição, favorecendo a aceitabilidade à prática do reúso. Mesmo que muitos autores reconheçam a importância da aceitação dos usuários ao uso de fontes alternativas de água, infelizmente poucos estudos da área das ciências sociais têm explorado os condutores dessa aceitabilidade em relação aos sistemas locais de tratamento e utilização dessas fontes (MANDAK et. al., 2011).

Por outro lado, o custo de instalação e a manutenção devem ser analisados de modo a avaliar essa opção de sistema descentralizado em relação às outras configurações possíveis.

5.3.2.5 Sistemas semi-descentralizados – Reúso Coletivo

A questão da aceitabilidade da prática do reúso pode ser a problemática do sistema semi-descentralizado de reúso. Isso pelo fato de o morador utilizar uma água que, embora tratada, já tenha sido utilizada por outras pessoas fora do seu ambiente doméstico, mesmo que para fins em que não ocorre o contato direto com a água de reúso. Em contrapartida, esse tipo de sistema pode ser mais viável economicamente, o que ainda deve ser avaliado no tópico 5.3.3.4 desse artigo.

No caso de sistemas que reúnem duas ou mais residências mantêm-se as modificações internas das tubulações de água também propostas no caso de sistema totalmente descentralizado, fazendo com que o projeto sofra modificações somente a partir da etapa de condução e armazenamento de água cinza produzida pelas unidades habitacionais em conjunto, o dimensionamento do sistema de tratamento coletivo e o sistema de distribuição da água tratada para reúso nas mesmas residências.

Além dos critérios de comparação entre as duas alternativas desenvolvidas pela pesquisa (aceitabilidade e custo) têm-se também: complexidade operacional, área de implantação, eficiência de tratamento e impacto visual.

5.3.2.6 Dimensionamento

No cálculo de potencial de reúso, espera-se que a produção de água cinza supere a demanda por água de reúso, o que deve ser considerado no dimensionamento do sistema, prevendo tratamento para a fração correspondente à demanda por água de reúso e descarte da água cinza excedente (GONÇALVES et. al., 2006).

Logo, para o dimensionamento das estações de tratamento de água cinza (ETACs) é considerada a demanda por água de reúso, na qual a determinação do volume dos tanques da ETAC é baseada. Esse volume leva em conta também o tempo de detenção hidráulica (TDH), um dos parâmetros mais importantes no dimensionamento dessas unidades de tratamento, necessário para um tratamento eficiente da água cinza. O TDH representa o tempo médio de permanência das moléculas de água em uma unidade de tratamento, alimentada continuamente (EEA, s.d.), e sua importância se dá pelo fato de que uma das etapas do tratamento, tanto na passagem pelo filtro anaeróbio (FAN) quanto pelo wetland, consiste no contato da água a ser tratada com os microorganismos ali presentes, os quais promovem a remoção de matéria orgânica.

Os volumes mínimos dos tanques do FAN e do Wetland são calculados segundo a Equação 1:

$$V = Q(\text{AR}) \times \text{TDH}$$

Equação 1

Onde:

V = Volume mínimo do reator (FAN ou Wetland) (m³);

Q(AR) = Vazão da água de reúso a ser tratada (m³/dia);

TDH = Tempo de Detenção Hidráulica (FAN ou Wetland) (dias).

Foram usados os TDHs de 1 dia para o FAN (CEHOP, s/ data) e 2 dias para o wetland (Wood, 1995).

Calculados os volumes mínimos, determinam-se as áreas mínimas das bases dos tanques (Equação 2), cujos cálculos partem das medidas das alturas úteis dos mesmos. Para o FAN, a NBR 13969/97 limita essa altura em 1,20m. A altura adotada foi de 1,00m (ABNT, 1997). Para o wetland, adotou-se 0,60m (WOOD, 1995).

$$A = V / H (\text{útil})$$

Equação 2

Onde:

A = Área mínima da base do reator (FAN ou Wetland) (m²);

V = Volume mínimo do reator (FAN ou Wetland) (m³);

H (útil) = Altura útil do reator (FAN ou Wetland) (m).

O valor área mínima da base do reator possibilita a determinação do comprimento e da largura dessa base (Equação 3). Por uma questão de projeto, tais dimensões podem ser aproximadas a valores que facilitem a execução dos tanques, respeitando, no entanto, o valor mínimo para a base, respeitando assim o valor mínimo do volume do tanque.

$$A = C \times L$$

Equação 3

Onde:

A = Área da base do reator (FAN ou Wetland) (m²);

C = Comprimento da base (m);

L = Largura da base (m).

5.3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.3.3.1 Alterações do projeto hídrossanitário original

A apresentação dos resultados é dada pela comparação entre as instalações originais e as alterações propostas. O projeto na íntegra está disponível no ANEXO 4 dessa dissertação; no entanto, serão apresentadas a seguir algumas imagens ilustrativas. A Figura 56 representa a planta do projeto hidráulico original e a Figura 57, as alterações propostas.

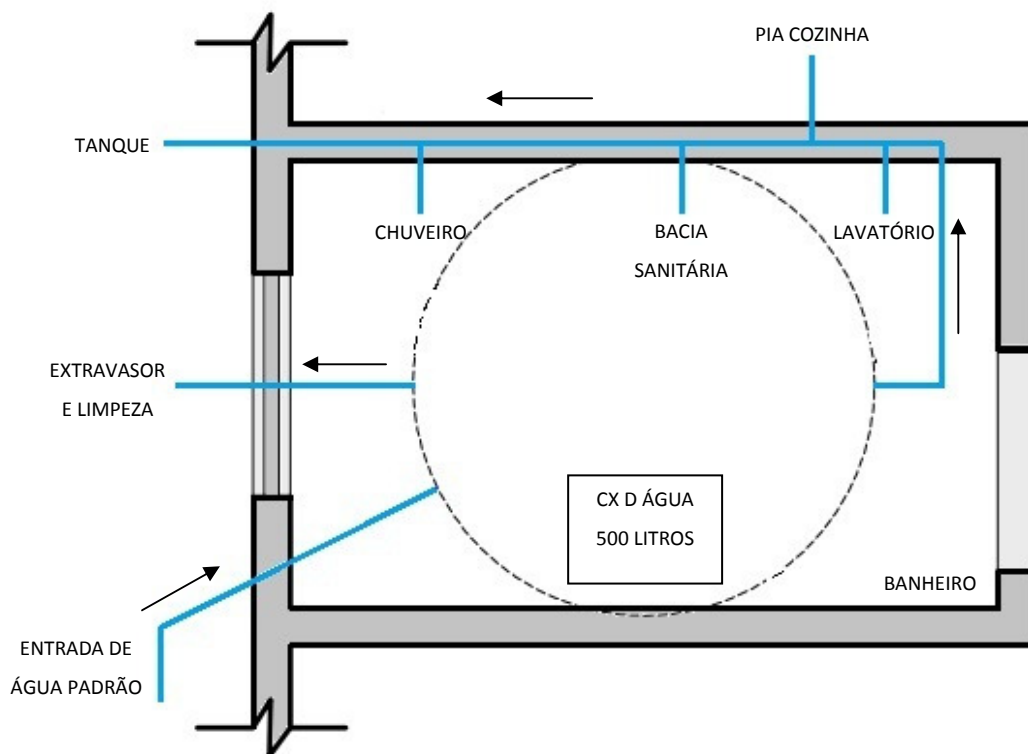


Figura 56. Planta do projeto hidráulico – original.

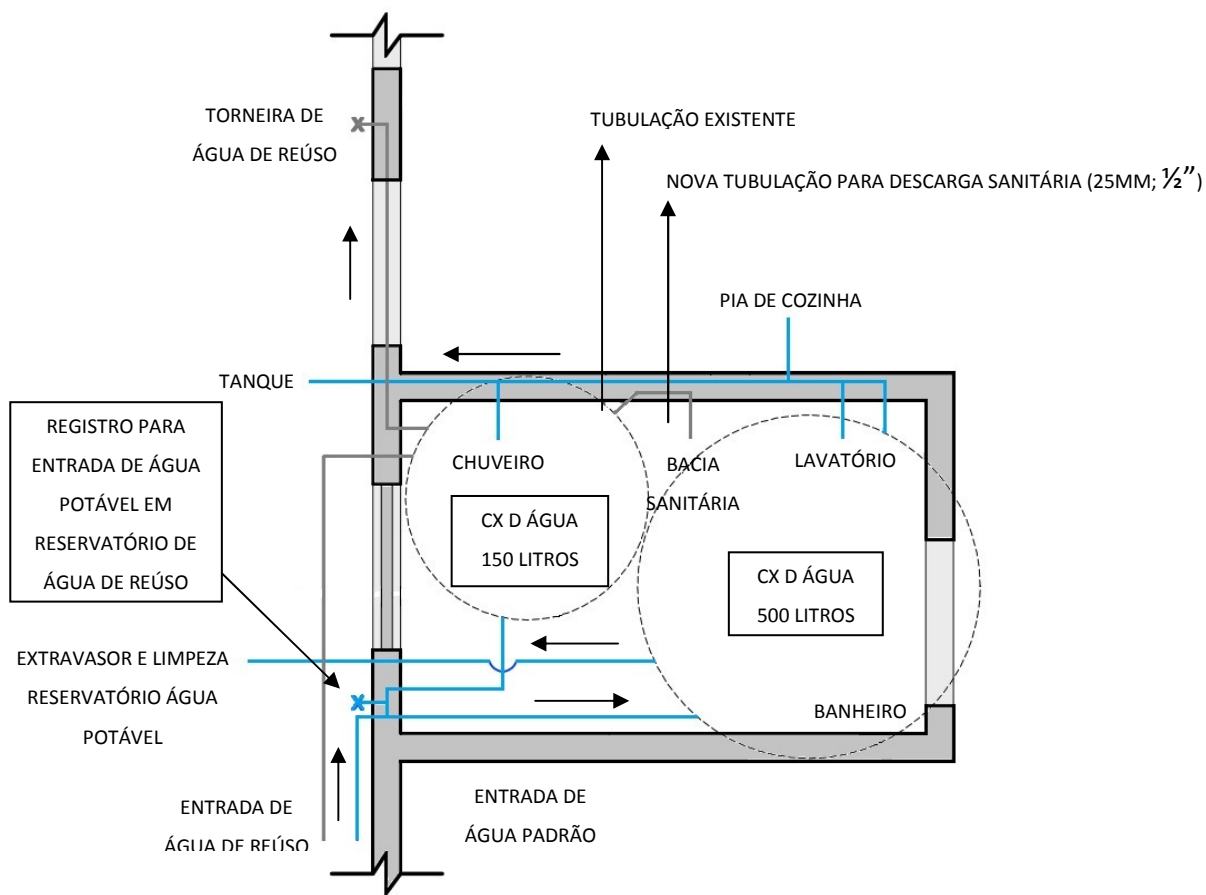


Figura 57. Planta do projeto hidráulico – modificações propostas.

As Figuras 58 e 59 ilustram as modificações propostas em vista, destacando as tubulações da caixa de descarga e o novo reservatório superior de água de reúso.

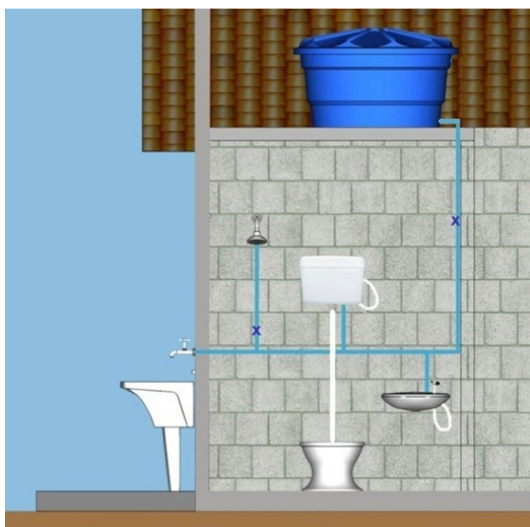


Figura 58. Corte indicando tubulações originais.

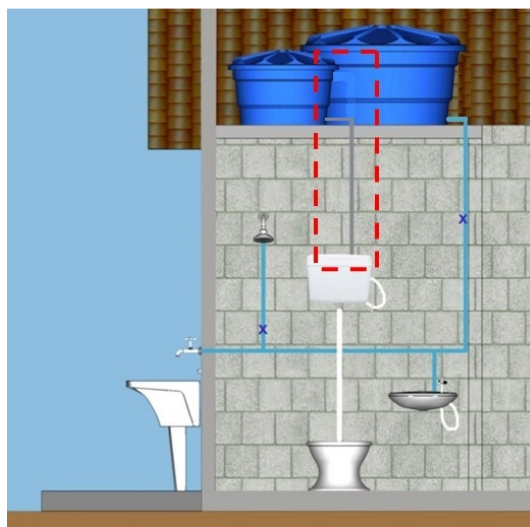


Figura 59. Corte indicando tubulações modificadas.

As Figuras 60 e 61 representam as alterações do projeto de esgoto original e modificado, respectivamente; indicando o desvio da água cinza produzida para que essa não seja misturada ao esgoto restante.

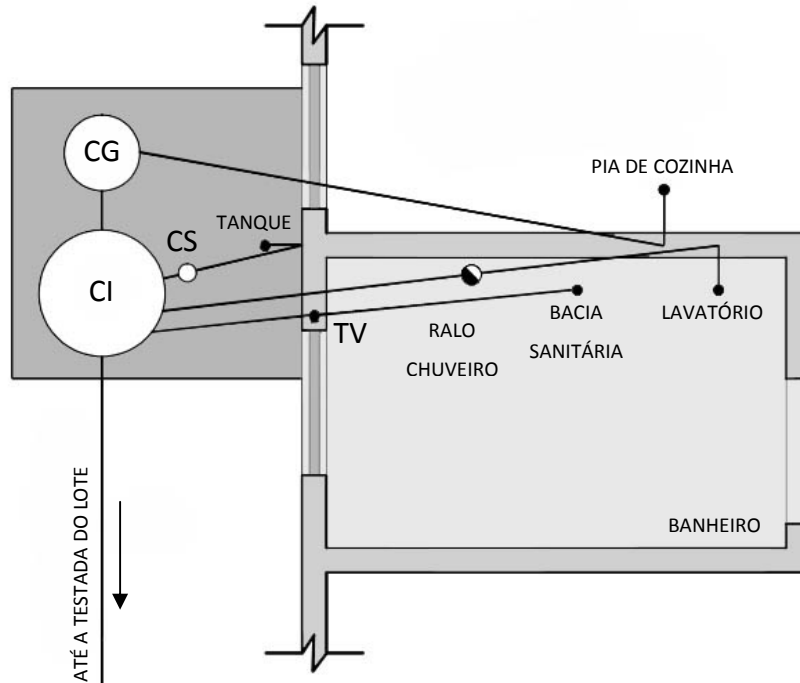


Figura 60. Planta original do projeto de esgoto

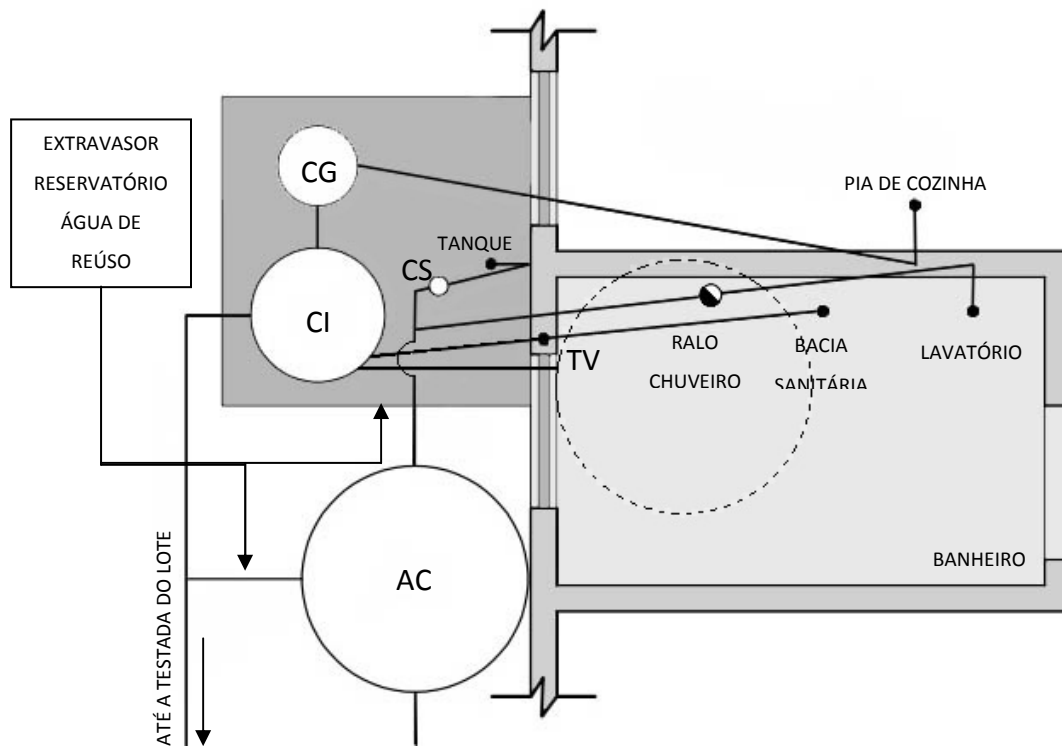


Figura 61. Planta do projeto de esgoto modificada para reúso de água cinza.

5.3.3.2 Cálculo do Potencial de Reúso de Água Cinza

Conforme os dados obtidos no estudo do consumo de água em HIS apresentados no segundo artigo dessa dissertação, foram determinados índices de produção de água cinza e demanda por água de reúso em cada atividade doméstica (Tabela 31). A partir disso, foi possível determinar os valores do potencial de reúso para o dimensionamento da estação de tratamento de água cinza (ETAC) a ser implantada nessas residências (Tabela 32).

Tabela 29. Setorização do consumo de água nas HIS do Residencial Jabaeté

Dados		(L/dia)
Média do consumo per capita de água		79
HIS com 5 moradores (nº médio de moradores)		395
Usos	% consumo residencial	HIS com 5 moradores (L/dia)
Chuveiro	13	51,3
Lavatório	8	31,6
Tanque	9	35,5
Máquina de lavar roupa	32	126,4
Descarga sanitária	10	39,5
Pia de Cozinha	20	79
Rega jardim / lavagem piso	8	31,6

Tabela 30. Determinação do Potencial de Reúso das HIS do Residencial Jabaeté

Produção de água cinza (L/dia)		Demanda de água de reúso (L/dia)	
Chuveiro	51,3	Descarga sanitária	39,5
Lavatório	31,6	Perda (+10%)	3,9
Tanque	35,5	Rega jardim / lavagem piso	92,3
Máquina de lavar roupa	126,4		
Total	245	Total	136

Comparando as Tabelas 31 e 32, é possível observar que o valor de consumo setorizado de água para rega de jardim e limpeza de piso é diferente do valor apresentado para a demanda de água de reúso para esse mesmo fim. Partiu-se do princípio que, visando a economia de água, os moradores consomem menos que a média apontada pela literatura. No entanto, como o consumo nessas atividades será servido por água de reúso e o uso da mesma não acarretará custos extras, foram utilizados os dados da literatura para calcular a

demanda para essa atividade, o qual leva em consideração a metragem de jardim e de área impermeabilizada externa na edificação estudada (Tabela 33).

Tabela 31. Cálculo da demanda de água de reúso para rega de jardim e limpeza de piso

Uso	Volume (L/m ²)	usos / semana	L/dia.m ²	áreas HIS (m ²)	Sub-total (L/dia)	Referência
Lavagem de piso	4	2	1,14	75,8	86,63	PROSAB (2006)
Rega de jardim	2	2	0,57	10	5,71	PROSAB (2006)

Logo, estima-se que a quantidade de água cinza produzida diariamente nas habitações estudadas seja, em média, de 245 litros, enquanto a demanda de água cinza seja de 136 litros (Tabela 32).

5.3.3.3 Estação de tratamento de água cinza: dimensionamento e configuração

5.3.3.3.1 Sistema Descentralizado – Reúso Local

O sistema para reúso local foi dimensionado considerando a demanda de 136 l/dia de água de reúso. A Tabela 34 apresenta os dados e valores utilizados no dimensionamento da Estação de Tratamento de água cinza (ETAC). Foi previsto uma capacidade de armazenamento de água de reúso para aproximadamente dois dias, o que vai definir o volume dos reservatórios.

Foram adotados como tempos de detenção hidráulica do Filtro Anaeróbio e do Wetland horizontal os tempos de 1 e 2 dias, respectivamente.

Tabela 32. Dimensões da ETAC – Sistema Descentralizado

	Altura útil	Volume mínimo	Área mínima da base	Dimensões adotadas da base	Volume final	Tempo de detenção
Filtro Anaeróbio	1,0 m	0,14 m ³	0,14 m ²	0,25m x 0,60m	0,15 m ³	1 dia
Wetland horizontal	0,60 m	0,27 m ³	0,45 m ²	0,90m x 0,60m	0,32 m ³	2 dias
Reservatório inferior	0,60 m	0,16 m ³	0,27 m ²	0,50m x 0,60m	0,18 m ³	-

No reservatório inferior ocorre a etapa de desinfecção da água tratada por meio da colocação de pastilhas de cloro em um clorador flutuante.

Os reservatórios foram dimensionados conforme metodologia defendida por Botelho et al. (2006), que determina a capacidade de 60% da água a ser armazenada no reservatório inferior e 40% no reservatório superior. Logo, além do reservatório inferior, o sistema também conta com um reservatório superior de 150 litros, localizado sobre a laje do banheiro, de onde sairá a água de reúso para o abastecimento da caixa de descarga e da torneira de água de reúso para rega de jardim e lavagem de piso.

As Figuras 62 e 63 ilustram a ETAC do sistema descentralizado, bem como sua localização no lote da unidade habitacional. Ela foi projetada em fibra de vidro e em apenas um módulo reúne as duas etapas de tratamento e o reservatório inferior.

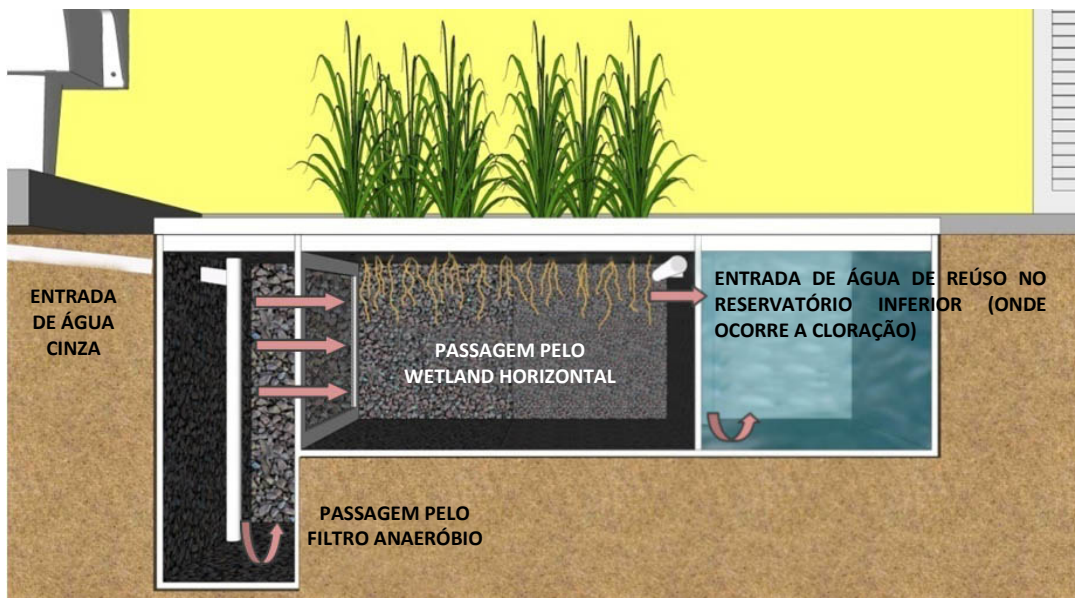


Figura 62. Corte da ETAC representando o processo de tratamento de água cinza



Figuras 63. Representações da fachada com a ETAC

A água é bombeada do reservatório inferior para o superior por meio de bombas específicas, cuja alimentação por energia solar contribui para uma maior viabilidade econômica do sistema por meio da não utilização de energia elétrica convencional. Maiores detalhes do projeto podem ser vistos no ANEXO 4.

5.3.3.3.2 Sistema Semi-descentralizado – Reúso Coletivo

Esse tipo de sistema pode ser utilizado para promover o paisagismo do bairro, valorizando também a ambiência do entorno.

Para a configuração de sistema semi-descentralizado de tratamento de água cinza são propostos dois projetos, que diferem entre si apenas na forma de distribuição da água tratada para as HIS.

Ambos tiveram suas ETACS dimensionadas conforme o que foi apresentado no dimensionamento da ETAC do sistema descentralizado, considerando apenas a diferença de que ao invés de servir a uma única HIS, essa configuração agrupa a demanda por água de reúso de 4 HIS. Logo, os valores dessa demanda foram simplesmente multiplicados por 4 (Tabela 35).

Tabela 33. Dimensões da ETAC – Sistema Semi-Descentralizado

	Altura útil	Volume mínimo	Área mínima da base	Dimensões adotadas da base	Volume final	Tempo de detenção
Filtro Anaeróbio	1,0 m	0,54 m ³	0,54 m ²	1,00m x 0,60m	0,6 m ³	1 dia
Wetland horizontal	0,60 m	1,09 m ³	1,82 m ²	3,25m x 0,60m	1,17 m ³	2 dias

Essas ETACs foram projetadas em módulos, e se constituem em um filtro anaeróbio e quatro tanques de wetlands horizontais, os quais totalizam o volume dado pelos cálculos do dimensionamento apresentado pela Tabela 35. Novamente o material utilizado no projeto é a fibra de vidro. A cloração também se dá pela aplicação de cloro em cloradores flutuantes e o bombeamento, também por meio de bombas movidas à energia solar.

O primeiro projeto, no entanto, não possui reservatório superior, existindo apenas um grande reservatório inferior e os reservatórios superiores de cada HIS servida pela ETAC. Ou seja, o bombeamento de água é feito diretamente do reservatório inferior para cada reservatório superior de cada HIS. Para isso, é necessária uma bomba para cada casa.

O segundo, em contrapartida, possui reservatório superior, necessitando de um reservatório inferior menor e de apenas uma bomba para fazer o bombeamento entre ele e o outro reservatório. Nesse caso, a água é distribuída para as HIS por gravidade.

Ambos foram planejados visando à criação de áreas de permanência no bairro como forma de aproveitamento dos canteiros cultivados dos wetlands. Para isso, a estrutura de reservatório inferior e de bombeamento foram associadas à implantação de deques de madeira (que faz a segurança do reservatório inferior e das bombas, possibilitando a visita para manutenção periódica) e de cobertura (onde foram posicionadas as placas fotovoltaicas do sistema de bombeamento movido à energia solar).

As Figuras 64, 65 e 66 ilustram o primeiro projeto, enquanto as Figuras 67, 68 e 69 ilustram o projeto provido de reservatório superior. Mais detalhes de ambos podem ser vistos no ANEXO 4.

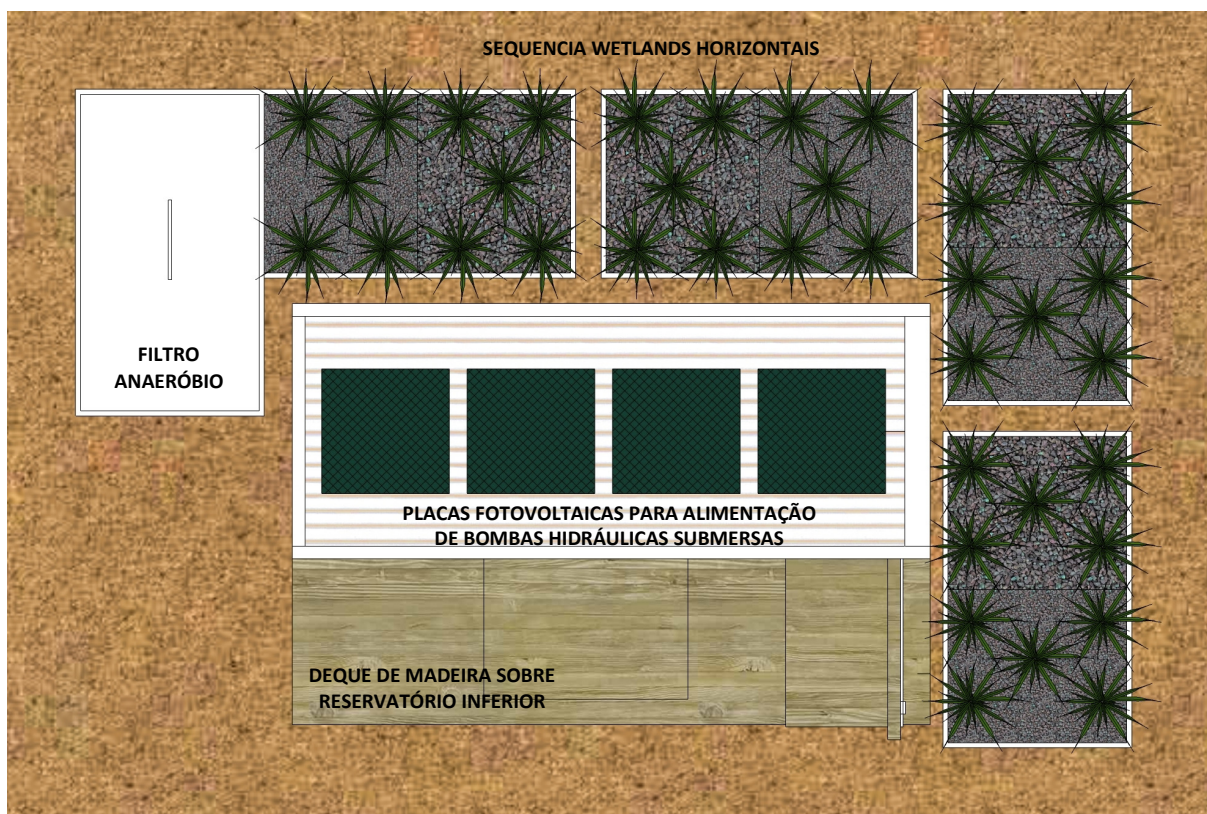
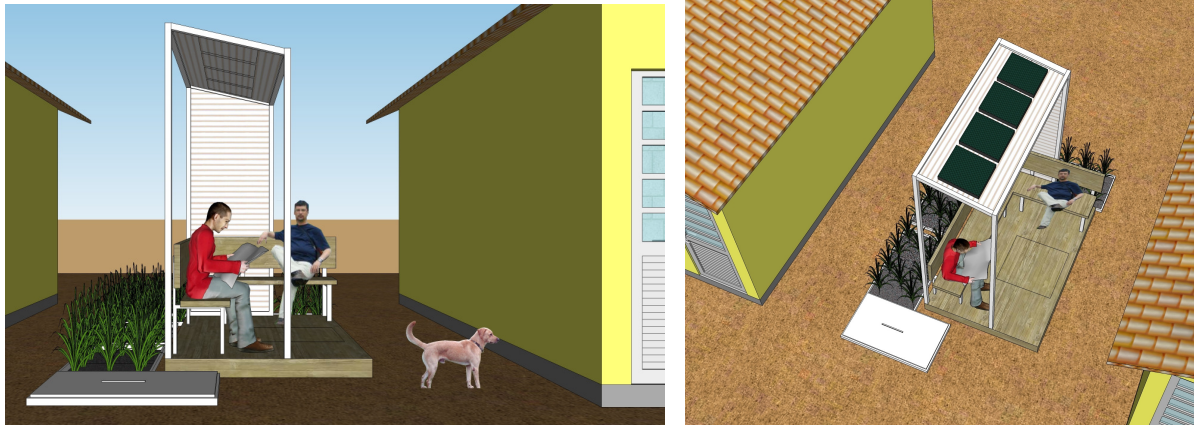


Figura 64. Planta da ETAC do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior.



Figuras 65. Imagens da ETAC do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior.



Figura 66. Perspectiva do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior

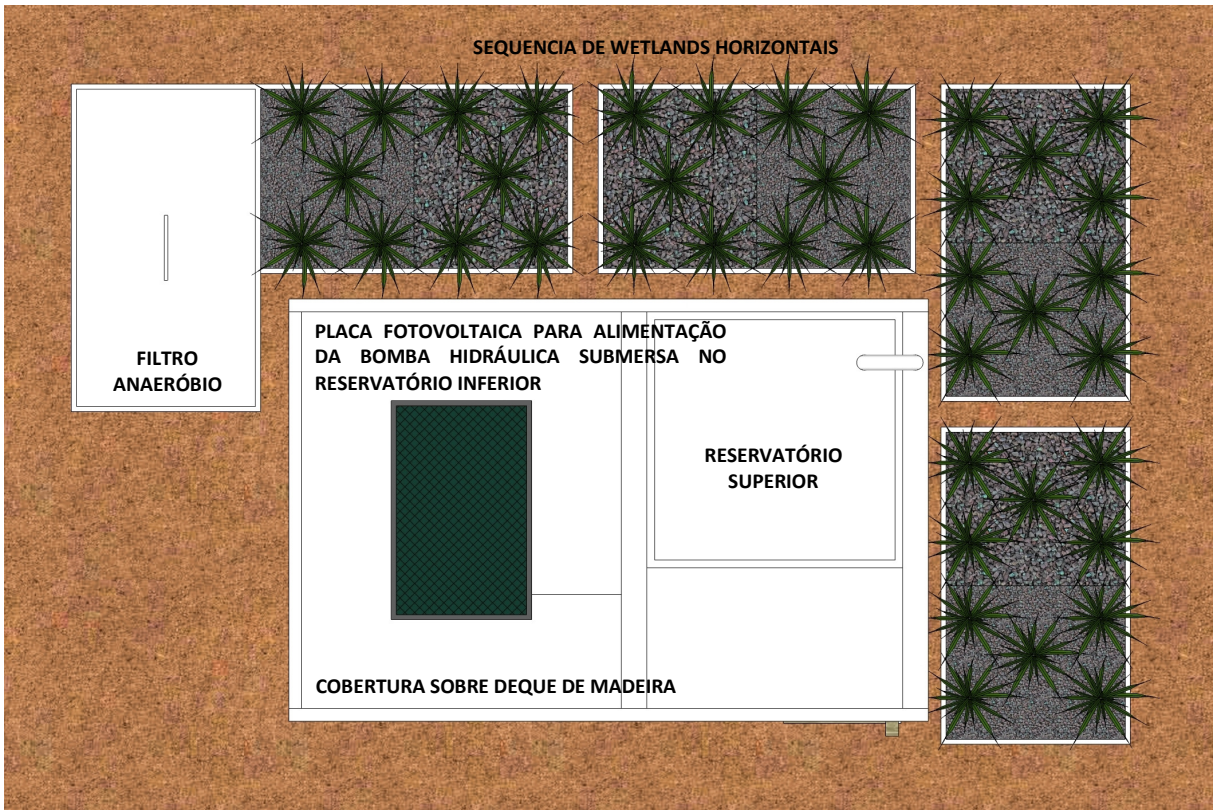
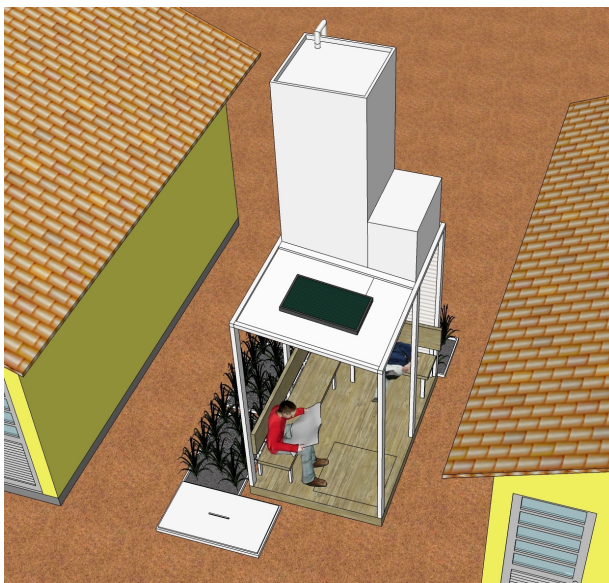


Figura 67. Planta da ETAC do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior.



Figuras 68. Imagens da ETAC do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior.



Figura 69. Perspectiva do sistema semi-descentralizado desprovida de reservatório superior

5.3.3.4 Comparação da estimativa de custo de implantação entre os tipos de configuração do sistema de reúso de água cinza.

Foram realizadas estimativas de custos de materiais e serviços para a implantação das três configurações de sistemas de reúso de água cinza apresentadas, utilizando os dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) de Junho de 2012. Os dados nele não encontrados foram atribuídos por meio de pesquisa de preço com fabricantes.

O resultados desse estudo (ANEXO 5), apontou que a configuração do sistema semi-descentralizados de reúso de água cinza provido de reservatório superior comum é a opção de menor custo de implantação, sendo aproximadamente 112% mais barato que o sistema descentralizado para 4 residências e 39%, que o sistema semi-descentralizado provido de bombeamento direto entre o reservatório inferior e os reservatórios superiores das HIS por ele servidas.

Esse dado, no entanto, não necessariamente conclui qual sistema é mais indicado para ser implantado, já que questões como aceitabilidade dos moradores, manutenção e aspectos visuais também são fatores que interferem na escolha adequada de sistemas desse tipo.

5.3.4 CONCLUSÕES

- Pequenas alterações no sistema hidrossanitário das residências podem atender às necessidades do sistema de tratamento e reúso de águas cinza. Verificou-se a existência de espaço disponível para a instalação da ETAC, que pode ser facilmente implantada na área externa das residências;
- Estimou-se que a quantidade de água cinza produzida diariamente nas habitações estudadas é de, em média, de 245 litros, enquanto a demanda de água cinza é de 136 litros;
- Foram projetadas ETACs em fibra de vidro com três diferentes configurações: uma para reúso local por meio de sistema descentralizados e duas para o reúso coletivo de 4 HIS promovido por sistemas semi-descentralizados, que diferem entre si pelo tipo de armazenamento e distribuição final da água de reúso;
- A opção que apresentou menor custo de implantação foi o sistema semi-descentralizado com reservatório superior para água de reúso, que promove a distribuição final da água por gravidade;
- Existe a necessidade de mais estudos referentes à aceitabilidade dos usuários aos sistemas de reúso de água cinza, incluindo o ponto de vista dos mesmo em relação às possíveis configurações de sistemas apresentadas pela pesquisa.

5.3.5 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. ABNT: Rio de Janeiro, 1997.

ASANO, T.; MAEDA, M.; TAKAKI, M.; Wastewater reclamation and reuse in Japan: overview and implementation examples. Water Science and Technology. Vol. 34, n 11, pp. 219-226, 1996.

BOTELHO, M. H. C. Instalações hidráulicas Prediais: Usando Tubos de PVC e PPR. In.: BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO, G. A. J. 2 Edição revista e ampliada. Edgard Blucher. São Paulo, 2006.

CAMPEÃO, J. C. R. Metodologia de Cálculo de Tarifas em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água e Saneamento. 1999. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 1999.

COOK, S., TJANDRAATMADJA, G., HO, A., SHARMA, A., 2009. Definition of Decentralised Systems in the South East Queensland Context. Water for a Healthy Country National

Research Flagship. Urban Water Security Research Alliance Technical Report No. 12. Disponível em: <<http://www.urbanwateralliance.org.au/publications.html>> Acesso em 18 de Janeiro de 2009.

EMPRESA DE ENGENHARIA AMBIENTAL. Curso de Tratamento de Esgoto. Câmara Técnica de Saneamento (CT-SA) dos Comitês PCJ. EEA. Disponível em <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Curso-Trat-Esgoto_Capitulo-3.pdf> Acesso em 03 de Janeiro de 2013.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*, v. 4, p. 85-104, 2002.

FITTIPALDI, M. Habitação social e arquitetura sustentável em Ilhéus/BA. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Ambiental e Meio Ambiente). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2008.

FRANCI, T. K.; GONÇALVES, R. F. Reúso de águas cinzas em edificações: uma solução tecnológica ainda economicamente inviável para habitações de interesse social. In.: Conferência Latino-Americana em Saneamento Sustentável, 2, 2012, Vitória. Anais... UFES, Vitória, 2012.

GONÇALVES, R. F.; BAZZARELLA, B. B.; PETERS, M. R.; PHILLIPPI L. S. Gerenciamento de Águas Cinzas. In.: GONÇALVES, R. F. (Coord.). PROSAB. / ABES. Rio de Janeiro, 2006.

GONÇALVES, R. F.; CHERNICHARO, C. A. L.; ANDRADE, C. O. N.; et. al. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por reatores com biofilme. In.: Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios. CHERNICHARO, C. A. L. (Coord.). PROSAB. Belo Horizonte, 2001

HURLIMANN, A. Household use of and satisfaction with alternative water sources in Victoria Australia. *Journal of Environmental Management*, Melbourne, 2011.

HURLIMANN, A.; DOLNICAR, S.; When public opposition defeats alternative water projects - the case of Toowoomba Australia. *Water Res.* 44, 287-297. 2010.

JEFFERSON, B.; PALMER, A.; JEFFREY, P.; STUETZ, R.; JUDD, S. Grey water characterization and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. *Water Science and Technology*, v. 50, n. 2, p. 157-164, 2004.

KNUPP, A. M.; SARNAGLIA, S. A. A.; GONÇALVES, R. F. "Wetlands" como pós-tratamento de água cinza visando à produção de água para reúso predial. In.: Conferência Latino-Americana em Saneamento Sustentável, 2, 2012, Vitória. Anais... UFES, Vitória, 2012.

MANKAD, A.; TAPSUWAN, S. Review of socio-economic drivers of community acceptance and adoption of decentralised water systems. *Journal of Environmental Management*. 92, 380-391. 2011.

NOLDE, E. Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces. *Desalination*. 215 pp. 1–11, 2007

OTTHERPOHL, R. Black, brown, yellow, grey – the new colours of sanitation. *Water* 21, p. 37-41, Oct. 2001.

OTTOSON, J.; STENSTRÖM, T. A. Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research*, v. 37, p. 645-655, 2003.

PO, M.; NANCARROW, B.E.; LEVISTON, Z.; PORTER, N.B.; SYME, G.J.; KAERCHER, J.D. Predicting Community Behaviour in Relation to Wastewater Reuse: What Drives Decisions to Accept or Reject? *Water for a Healthy Country National Research Flagship*. CSIRO Sustainable Ecosystems, Perth, WA, 2005.

WOOD, A. Constructed wetlands in water pollution control: Fundamentals to their understanding. *Water Science and Technology*, v. 32, n. 3, p. 21-29, 1995.

6 DISCUSSÃO GERAL

Diante dos problemas já enfrentados com a escassez de água com qualidade para uso humano em diversas regiões do planeta, o que tende ser ainda mais expressivo considerando o constante aumento populacional e a densificação dos centros urbanos, discussões sobre conservação de água se tornam indispensáveis.

Nesse sentido, ações que visem o uso racional da água e a adoção de fontes alternativas para atendimento da demanda no ambiente doméstico devem ser cada vez mais inseridos no cotidiano dos usuários e no projeto das novas edificações. Para isso, é essencial a investigação dos fatores associados ao consumo residencial de água potável, de forma a determinar hábitos que propiciem maior eficiência no uso da água, o que inclui o estímulo ao reúso de água cinza.

Nesse trabalho tal investigação possibilitou a caracterização do perfil de consumo de água potável de moradores de Habitações de Interesse Social (HIS) do Residencial Jabaeté, em Vila Velha (ES), permitindo a determinação do consumo per capita diário médio de água potável, cujo valor é de 79 L/hab.dia; o consumo médio por metro quadrado de área computável (6,8 l/m².dia) e por número de dormitórios (119 l/n dormitórios. dia). Verificou-se ali que a atividade doméstica responsável pela maior parte do consumo de água é a lavagem de roupas e que o perfil de consumo entre as HIS monitoradas é bastante variado. Informações como essas fazem parte de um conjunto de dados que possibilitam a comparação de diferentes maneiras de utilizar a água, dentro da comunidade estudada e fora dela, a partir de estudos semelhantes realizados em outras regiões e com usuários com características diferentes. O conhecimento dos diferentes fatores associados ao consumo de água, resultado dessas investigações em conjunto, possibilita o balizamento de hábitos e práticas mais adequadas e eficientes enquanto conservação desse recurso.

Entre tais práticas, essa pesquisa investigou a questão do reúso de água cinza frente a outras ações de conservação de água na comunidade estudada, cujos resultados mostram que algumas questões ainda precisam ser modificadas para a adoção satisfatória da prática do reúso. Entre elas estão: aceitabilidade de usuários; aprimoramento e desenvolvimento tecnológico dos sistemas de tratamento; diminuição ou subsídios nos custos de tais sistemas; desenvolvimento técnico e normativo acerca desses sistemas e da qualidade da água de reúso; entre outros.

Outro motivo que dificulta a inserção do reúso no cotidiano das cidades é o baixo valor cobrado pelo uso da água, o que implica na não viabilidade econômica de sistemas para esse fim. Franci e Gonçalves (2012) afirmam que a implantação de um sistema de reúso em HIS semelhantes às aqui estudadas só será viável com a eliminação do sistema de tarifação social aplicada ao saneamento, o que é algo impraticável atualmente. Se o preço da água não fosse tão baixo, certamente ações que utilizam fontes alternativas de água seriam mais exploradas.

Em contrapartida, ainda com relação à cobrança da água, está no consumo mínimo faturado por empresas de abastecimento público; entre elas, a CESAN. Com a comparação entre o consumo real e o consumo faturado cobrado pela empresa, foi possível observar que aproximadamente 68% das residências monitoradas consomem menos água do que é cobrado pela fatura cobrada mensalmente. Considerando que muitas casas ao longo do monitoramento tiveram o abastecimento de água interrompido por incapacidade de pagamento, conclui-se que qualquer valor cobrado acima do que realmente foi consumido pode representar um custo relevante para algumas famílias. Isso porque, quando se tem um valor mínimo a ser pago, tira-se do usuário a opção de adaptar seus hábitos de consumo de acordo com a possibilidade que este tem de arcar com esse tipo de despesa.

Por esse mesmo motivo, a prática da cobrança mínima pelo consumo residencial de água se torna negativa em um cenário onde se busca a adoção de novos hábitos visando a redução do consumo excessivo de água nas atividades domésticas; já que essas famílias, mesmo consumindo pouco, não são estimuladas a consumir apenas o necessário. Nesse caso, o consumo excedente de cada casa, que deixa de ser economizado porque de qualquer forma será cobrado na fatura mensal, em conjunto, representa uma grande quantidade de água na escala municipal.

Se fosse diferente, ou seja, se a cobrança fosse apenas sobre a quantidade de água recebida da empresa de abastecimento, reutilizar água favoreceria ainda mais o usuário (pela economia na fatura mensal) e o meio ambiente (pela redução da demanda de água a ser retirada dos mananciais e do lançamento de esgoto para tratamento). Entretanto, para isso seria necessário, como já foi dito, que a prática do reúso e tudo referente à sua adoção adequada (legislação, custos, aceitabilidade dos usuários, segurança pública e ambiental) fossem de fato inseridas na sociedade.

7 CONCLUSÃO

- O valor da média do consumo per capita obtida nessa pesquisa foi de 79 l/hab.dia, valor abaixo do encontrado por outros trabalhos que avaliaram o consumo de água em habitações de interesse social no Brasil. O valor da média do consumo de água por metro quadrado de área computável nas HIS monitoradas foi de 6,8 l/m².dia; valor próximo aos resultados encontrados por pesquisas que investigaram o consumo de água em residências multifamiliares da cidade de Vitória (ES). O valor da média do consumo de água por número de dormitórios nas monitoradas foi de 119 l/dormitórios.d; valor distante aos resultados encontrados por pesquisas que investigaram o consumo de água em residências multifamiliares da cidade de Vitória (ES);
- O monitoramento individual por ponto hidráulico realizado em 5 HIS demonstrou que a maior parte da água consumida diariamente nas casas é para a lavagem de roupas, considerando que aproximadamente 41% do consumo é destinado a esse fim;
- A aplicação do método AHP apontou o uso de descarga com acionamento dual como a ação de conservação mais adequada para o contexto das HIS do Residencial Jabaeté, frente às demais alternativas avaliadas. O uso de bacia segregadora de urina ficou como a segunda melhor opção, mas com uma classificação bem próxima a da terceira colocação, que ficou com o reúso de água cinza. Em último lugar ficou o aproveitamento de água de chuva, principalmente por não oferecer redução na produção de esgoto sanitário a ser lançado para tratamento;
- Pequenas alterações no sistema hidrossanitário das residências podem atender às necessidades do sistema de tratamento e reúso de águas cinza. Verificou-se a existência de espaço disponível para a instalação da ETAC, que pode ser facilmente implantada na área externa das residências;
- Estimou-se que a quantidade de água cinza produzida diariamente nas habitações estudadas é de, em média, de 245 litros, enquanto a demanda de água cinza é de 136 litros;
- A opção que apresentou menor custo de implantação foi o sistema semi-descentralizado com reservatório superior para água de reúso, que promove a distribuição final da água por gravidade;

8 RECOMENDAÇÕES

- Quantificar de maneira remota (dataloggers) o consumo de água nas edificações, obtendo de forma mais precisa os horários de maior consumo e um melhor controle de perdas;
- Realizar estudos que tratam da questão da cobrança mínima da água, verificando qual quantidade de fato melhor representa o consumo mínimo praticado pelas residências em geral;
- Realizar estudos sobre o impacto das ações de conservação de água estudadas na redução do consumo de água potável e produção de esgoto;
- Implantar sistemas de reúso de água cinza, possibilitando a verificação dos impactos no consumo de água potável;
- Avaliar a aceitabilidade dos usuários ao reúso de água cinza no ambiente doméstico;

9 REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. Introdução à gestão habitacional. São Paulo, EPUSP, 1995. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12.

AGUIAR, C. Aplicação de Programa de Conservação de Água em Edifícios Residenciais. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

AGUIAR, K. C. Comparação dos potenciais de conservação de água com a prática do reúso de águas cinza e com a coleta segregada da urina humana em uma edificação residencial multifamiliar. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, 2011.

ALBERTA ENVIRONMENTAL PROTECTION. Water and Wastewater operations manual. AEP. Level I Manual. Volume B. Unit 6. Canada, 1996.

AMARAL, A. M. P. Consumo Total e Residencial de Água Tratada: Aplicação de um Modelo de Séries Temporais e Piracicaba (SP). Tese (Doutorado em Ciências (Economia Aplicada)) - Universidade de São Paulo, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. São Paulo, 2000.

ANDRADE, L. M. S. de S.; ROMERO, M. A. B. Desenho de assentamentos urbanos sustentáveis: proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1.; Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004. São Paulo. Anais. São Paulo, 2004, p. 18-21.

ARBUÉS, F.; GARCÍA-VALIÑAS, M. Á.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. Journal of Socio-Economics, v. 32, n. 1, p. 81-102, 2003.

ARTICLE 13. Leapfrogging: a different route to development. Disponível em: <http://www.article13.com/A13_ContentList.asp?strAction=GetPublication&PNID=1192> Acesso em 04 de Julho de 2012.

AZEVEDO, S. A crise da política habitacional: dilemas e perspectivas para o final dos anos 90. In. AZEVEDO, S.; ANDRADE, L. (orgs.). A crise da moradia nas grandes cidades – da questão da habitação à reforma urbana. Editora UFRJ. Rio de Janeiro, 1996.

AZEVEDO, S. A Trajetória dos Programas Alternativos de Habitação Popular no Brasil. RAM, Revista de Administração Municipal, v. 195, Ano XXXVII, abr./jun. Rio de Janeiro, 1990.

AZEVEDO, S. Desafios da Habitação Popular no Brasil: políticas recentes e tendências. Coleção Habitare - Habitação Social nas Metrôpoles Brasileiras - Uma avaliação das políticas habitacionais em Belém, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo no final do século XX

BARKATULLAH, N. OLS and instrumental variable price elasticity estimates for water in mixed-effects model under multiple tariff structure. London Economics Working Papers and Economic Briefs. London, 2002. 28 p.

BARROS, E. M. L. Avaliação de desempenho ambiental de edifícios: Percepções de alguns agentes do Construbusinessno Estado do Espírito Santo, 2005. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

BAZZARELLA, B. B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, 2005.

BIO 38. Reúso. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, ano XV no. 38 – ISSN 0103-5134, pp. 16-29, Abril/Junho 2006.

BISSOLI, M. Recomendações para a sustentabilidade da habitação de interesse social: uma abordagem ao Conjunto Residencial Barreiros, Vitória (ES). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2007.

BONDUKI, N. G.; ROLNIK, R.; AMARAL, A. São Paulo: Plano Diretor Estratégico - Cartilha de Formação. São Paulo: Caixa Econômica Federal, 2003. 87 p.

BONI, S. S. N. Gestão da Água em Edificações: Formulação de Diretrizes para o Reúso de Água para Fins não Potáveis. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2009.

CARDOSO, A. Política habitacional no Brasil: balanço e perspectivas. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/files.do?evento=download&urlArqPlc=polit_habit_n_o_brasil_balanc_e_perspectivas.pdf> . Acesso em: 03 de março de 2010.

CLARK, J.W., VIESSMAN, W., JR. AND HAMMER, M.J. Water supply and pollution control. 3rd edition. Harper & Row Publishers, New York, 1977. 857 pp.

COHIM, E.; KIPERSTOK, A. Uso de Água Cinza para Fins não Potáveis: um Critério Racional para Definição da Qualidade. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

COMISSÃO Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso futuro comum. 2.ed. Editora da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 1991.

COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO. Regulamento dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. DELIBERAÇÃO N.º 3508/2009. CESAN. 2009.

COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO. Tabela de tarifas. Disponível em: <http://www.cesan.com.br/e107_files/downloads/tabela_tarifas.pdf> Acesso em 25 de Julho de 2012.

COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO. Tarifa Social. Disponível em: <<http://www.cesan.com.br/page.php?255>> Acesso em 03 de Janeiro de 2013.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Conjunto de Normas Legais. CNRH. 7ª Edição. Brasília, 2011.

COSTA, M. S. Mobilidade Urbana Sustentável: Um Estudo Comparativo e as Bases de um Sistema de Gestão para Brasil e Portugal. 2003. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) USP - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

CROOK, J. Water reclamation and reuse criteria. In: ASANO, T. Water quality management library – Vol. 10 / Wastewater reclamation and reuse. Technomic Publication. Pennsylvania, 1998.

CSILLAG, D.; JOHN, V. M. Análise das práticas para construção sustentável na América Latina. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2006, p. 3609-3618. 1 CD-ROM.

DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBANIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. Eng. Sanit. Ambient. v.15, n.2, p. 155-166, 2010.

DUTRA, L. A atuação do Governo Lula no combate ao déficit habitacional brasileiro: o caso do Programa Minha Casa Minha Vida. Monografia do curso de Ciências Econômicas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. Urban Water, v. 4, p. 85-104, 2002.

FERNANDES, E. Do código civil ao Estatuto da Cidade: algumas notas sobre a trajetória do Direito Urbanístico no Brasil. In VALENÇA, M. (org.). Cidade (i)legal. Mauad X. Rio de Janeiro, 2008, p. 43 – 62.

FIX, M.; ARANTES, P. Minha Casa, Minha Vida: uma análise muito interessante. 2009. Disponível em: <<http://turcoluis.blogspot.com/2009/08/minha-casa-minha-vidaanalise-muito.html>>. Acesso em 15 de abril de 2010.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil 2000. FJP. Belo Horizonte, 2001. 203 p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil. FJP. Belo Horizonte, 1995. 146 p.

GAMEIRO, A. Avaliação de métodos de determinação de consumo de água potável e de dimensionamento de hidrômetro: Estudo de caso em Londrina (PR). 2007. 155 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) Universidade Estadual de Londrina, 2007.

GARCIA, A. P. A. A. Fatores associados ao consumo de água em residências de baixa renda. 124 p. il. 2011. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

GONÇALVES, O. M., HESPANHOL, I., OLIVEIRA, L. H. et al. Conservação e Reúso de água em edificações. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, SindusCon-SP, FIESP. Prol Editora Gráfica. São Paulo, 2005

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. Introdução. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Uso racional da água em edificações. PROSAB / ABES. Vitória, 2006, p. 1-28.

HAFNER, A. V. Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

HELLER, L. Access to water supply and sanitation in Brazil: historical and current reflections; future perspectives. Human Development Report Office – UNDP. Occasional paper. Página 10. 2006

HÖGLUND, C. Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source separated human urine. PhD thesis, Department of Biotechnology, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2001. ISBN 91-7283-039-5.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2000. IBGE. Rio de Janeiro, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Perspectivas do meio ambiente no Brasil. IBAMA. Geo Brasil – Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2002.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - Relatório Nacional De Acompanhamento. IPEA. Brasília, 2010.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA. Nove Passos para a Obra Sustentável. IDHEA. Apostila do curso Materiais Ecológicos e Tecnologias Sustentáveis. São Paulo, 2006.

JEFFERSON, B.; PALMER, A.; JEFFREY, P.; STUETZ, R.; JUDD, S. Grey water characterization and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. *Water Science and Technology*, v. 50, n. 2, p. 157-164, 2004.

KAMOGAWA, L. F. O. Crescimento econômico, uso dos recursos naturais e degradação ambiental: uma aplicação do modelo EKC no Brasil. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP – Piracicaba (SP), 2003.

KIM, S. H.; CHOI, S. H., et al. Trend analysis of domestic water consumption depending upon social, cultural, economic parameters. *Water Science & Technology: Water Supply* 7 (5-6): 61 – 68 (2007).

LARCHER, J. V. M. Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social. 2005. 189 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). - Setor de Tecnologia, Universidade do Paraná, Curitiba, 2005.

LI, F.; WICHMANN, K.; OTTERPOHL, R. Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. *Science of the Total Environment*, v. 407, p. 3439-3449, Feb. 2009.

LOH, M.; COGHLAN, P. Domestic Water Use Study: In Perth, Western Australia 1998–2001. Water Corporation. Perth, 2003.

MARICATO, E. Habitação e cidade. Série Espaço & Debate. 3ªed. Atual Editora. São Paulo, 1997.

MORAES, L.; DAYRELL, M. Direito Humano à moradia e terra urbana [Cartilha]. Curitiba, 2008.

MOTTA, L. A questão da habitação no Brasil: políticas públicas, conflitos urbanos e o direito à cidade. Grupo de Estudos em Temáticas Ambientais (GESTA/UFMG). Belo Horizonte. Disponível em:<http://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/geral/anexos/txt_analitico/MOTTA_Luana_-_A_questao_da_habitacao_no_Brasil.pdf> Acesso em 25 de Janeiro de 2013.

NARCHI, H. A demanda doméstica de água. *Revista DAE*, v. 49, n. 154, p. 1-7, jan/mar. 1989.

NOUR, E. A. A.; PHILLIPPI, L. S.; ROSTON, D. M.; ZANELLA L.; GONÇALVES, R. F.; Gerenciamento de águas negras e amarelas. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). *Uso Racional de água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 223 – 265.

NUNES JUNIOR, L. F. Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios: Pesquisa-ação sobre o Método AHP em Pequenas Empresas. Dissertação (Mestrado) Universidade de Taubaté, 2006.

OLIVEIRA, L. H. Bacias sanitárias com sistema dual de descarga: quanto é possível reduzir o consumo de água?. *Hydro*, v. 6, p. 60-62, 2007.

ORNSTEIN, S. W. Avaliação Pós-ocupação (APO) do ambiente construído. (Colab. Marcelo Romero). Studio Nobel/EDUSP. São Paulo, 1992.

OTTERPOHL, R. Black, brown, yellow, grey – the new colours of sanitation. *Water* 21, p. 37-41, Oct. 2001.

OTTOSON, J.; STENSTRÖM, T. A. Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research*, v. 37, p. 645-655, 2003.

PAC. Programa de Aceleração do Crescimento. Disponível Em: <<http://www.brasil.gov.br/pac/o-pac/pac-minha-casa-minha-vida>>. Acesso em 06 de Junho de 2012.

PECHMAN, R.; RIBEIRO, L. O que é questão da moradia. Coleção Primeiros Passos, nº92. Editora Brasiliense. São Paulo, 1983.

PEREIRA, E. Diagnóstico dos problemas de gestão de obras habitacionais de interesse social em empresas privadas. Monografia do Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

PIDOU, M.; MEMON, F.A.; STEPHENSON, T.; JEFFERSON, B.; JEFFREY, P. Greywater recycling: treatment options and applications. *Engineering Sustainability*, v. 160, p. 119-131, Sept. 2007.

PINHEIRO, L. Análise sócio-demográfica para a caracterização de consumos domésticos em sistemas de distribuição de água. Dissertação (mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos)-Laboratório Nacional de Engenharia Civil da universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Relatório do Desenvolvimento Humano 2006. PNUD. Nova York. 2006.

RAPOPORT, B. Águas Cinzas: Caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial. Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2004.

RODRIGUES, K. F. Água como fator de crescimento econômico: um estudo de caso da agropecuária nos municípios da bacia do Paraná III. Dissertação. 104 f. (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus/Toledo. 2011.

RODRIGUES, L. C. S. Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

RODRIGUES, R. As dimensões legais e institucionais do reúso de água no Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola politécnica da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2005b.

SAATY, T. L. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *Institutional Journal Services Sciences*, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SAATY, T. L. Método de análise hierárquica. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1991. 367 p.

SAATY, T.L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operation Research*, v. 48, n. 1, p. 9-26, Sept. 1990.

SALOMON, V. A. P. Auxílio à decisão para adoção de políticas de compras. *Produto & Produção*, v. 6, n. 1, p. 01-08, Fev. 2002.

SANTOS, D. C. dos. Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, n. 4, p. 7-18, out./dez. 2002.

SATTLER, M. A. Projeto CETHS: Centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis. Relatório de Atividades. v. 1. Norie. Porto Alegre, 2002.

SCHAFER, M.; JAEGER-ERBEN, M.; SANTOS, A. Leapfrogging to sustainable consumption? An explorative survey of consumption habits and orientations in southern Brazil. *Journal of Consumer Policy*. January 2011

SILVA, L. M.; GONÇALVES, R. F. Fontes alternativas de água para fins não potáveis: Aspectos legais e normativos. In.: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 15, 2012, Belo Horizonte. Anais... ABES. Belo Horizonte, 2012.

TAVARES, P. Aplicação do Conceito de Sustentabilidade em Construções Residenciais. 2010. 34 f. Monografia do curso de Especialização em Construção Civil - Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

TREVIZANO W. A.; FREITAS, A. L. P. Emprego do Método da Análise Hierárquica (A.H.P.) na seleção de processadores. In.: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25, 2005, Porto Alegre. Anais... ENEGEP. Porto Alegre, 2005.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgotos. Vol.1. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1995.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 2. ed. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1996.

WORLD BANK. Brazil Low-income housing: alternatives for the poor. Report N°. 22032 BR. December 21, 2002.

10 ANEXOS

10.1 ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO DE HABITAÇÃO

PROJETO DE REGISTRO E ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E DA PRODUÇÃO DE
ÁGUA RESIDUÁRIA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Questionário baseado no material desenvolvido pelo Fundo nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e pela Rede de pesquisa “Uso Racional de água e eficiência energética em HIS” – Sub-projeto 2: Hábitos e Indicadores de Consumo



NOME: _____ CASA/QUADRA: _____

1. Total de moradores na residência: _____

2. Total de moradores com 10 anos ou mais: _____

3. Sexo: () Feminino () Masculino () Outro

4. Idade: _____

5. Estado de nascimento: _____

6. Há quanto tempo mora nesta cidade? _____

7. Qual a faixa de renda média mensal da sua família?

- () Menos de 1 salário (até R\$ 545,00)
- () De 1 a 2 salários (de R\$ 545,01 a R\$ 1.090,00)
- () De 2 a 3 salários (de R\$ 1.090,01 a R\$ 1.635,00)
- () De 3 a 4 salários (de R\$ 1.635,01 a R\$ 2.180,00)
- () De 4 a 5 salários (de R\$ 2.180,01 a R\$ 2.725,00)
- () Mais de 5 salários (mais de R\$ 2.725,00)
- () Não sei

8. Qual o seu grau de escolaridade?

- () Nunca freqüentou escola
- () Pré-escolar
- () Fundamental (1º grau) incompleto
- () Fundamental (1º grau) completo
- () Ensino médio (2º grau) incompleto
- () Ensino médio (2º grau) completo
- () Superior incompleto
- () Superior completo
- () Pós-graduação

9. Qual é a sua ocupação?

- () Autônomo(a)
- () Desempregado(a)
- () Dono(a) de casa (do lar)
- () Empregado(a) / Assalariado(a)
- () Doméstico(a)
- () Estudante
- () Empregador(a) / Empresário(a)
- () Inativo(a) / Aposentado(a) / Pensionista
- () Profissional Liberal (com curso de graduação e trabalhando na área)

10. Quais dos itens abaixo você possui na sua residência? Indique a quantidade:

	0	1	2	3	4 ou +
Aquecedor elétrico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ar-condicionado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automóvel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Banheiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CD player	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Climatizador elétrico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DVD player	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geladeira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lavadora de roupas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rádio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secadora de roupas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Televisão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Se você tem lavadora de roupas, de que tipo ela é?

Não sei Automática Semi-automática Tanquinho Outro

12. Na sua casa é reaproveitada a água de lavagem de roupas? Sim Não

13. Que tipo de chuveiro você tem na sua residência?

Não sei A gás Elétrico
 Frio Misto solar/elétrico Outro

14. Qual é o tipo de lâmpada?

Banheiro _____
 Cozinha _____
 Quarto 1 _____
 Quarto 2 _____
 Sala _____

15. Qual a capacidade da sua caixa de descarga?

Não tenho caixa de descarga Não sei
 6 litros 8 litros 14 litros 20 litros

16. Qual a área aproximada de sua residência?

Não sei Até 39 m² De 40 a 49 m²
 De 50 a 59 m² De 60 a 69 m² 70 m² ou mais

17. Qual o valor médio mensal da sua conta de água?

- Não sei Até R\$9,99 De R\$10,00 a R\$19,99
 De R\$ 20,00 a R\$29,99 De R\$ 30,00 a R\$39,99 De R\$ 40,00 a R\$49,99
 De R\$ 50,00 a R\$59,99 De R\$ 60,00 a R\$69,99 De R\$ 70,00 a R\$79,99
 De R\$ 80,00 a R\$89,99 De R\$ 90,00 a R\$99,99 R\$ 100,00 ou mais

18. Qual o consumo médio mensal de água na sua residência?

- Não sei Até 10 m³ De 11 a 19 m³ De 20 a 29 m³
 De 30 a 39 m³ De 40 a 49 m³ 50 m³ ou mais

19. Qual o valor médio mensal de sua conta de luz?

- Não sei Até R\$9,99 De R\$10,00 a R\$19,99
 De R\$ 20,00 a R\$29,99 De R\$ 30,00 a R\$39,99 De R\$ 40,00 a R\$49,99
 De R\$ 50,00 a R\$59,99 De R\$ 60,00 a R\$69,99 De R\$ 70,00 a R\$79,99
 De R\$ 80,00 a R\$89,99 De R\$ 90,00 a R\$99,99 R\$ 100,00 ou mais

20. Qual o consumo médio mensal de energia na sua residência?

- Não sei Até 100 kWh De 101 kWh a 149 kWh
 De 150 kWh a 199 kWh De 200 kWh a 249 kWh De 250 kWh a 299 kWh
 300 kWh ou mais

21. Quem é a principal pessoa responsável pelos afazeres domésticos em sua residência?

- Eu Cônjuge, companheiro(a) Filho(a), enteado(a)
 Pai, mãe, sogro(a) Neto(a), bisneto(a) Irmão, irmã

22. Sexo da principal pessoa responsável pelos afazeres domésticos: Feminino Masculino

23. Costumam receber visitas na sua residência? Sim Não

24. Quantas vezes por semana lava-se roupa na sua residência? _____

25. Com que frequência costuma-se tomar banho na sua residência?

- Mais de uma vez ao dia Uma vez ao dia Em dias alternados
 Uma vez por semana Raramente/ Nunca

26. Na sua casa é realizada alguma atividade econômica (trabalho para fora)? Sim Não

27. Se sim, esta atividade econômica (trabalho para fora) consome:

Água Energia Água e energia

28. Fez alguma modificação/ reforma na sua residência? Sim Não

29. Se sim, de que tipo?

- Ampliação Construção de muro externo Divisão de cômodos
 Forro Instalação de chaminé Instalação elétrica
 Instalação hidráulica Quantidade de janelas Quantidade de portas
 Revestimento de parede de áreas molhadas (banheiro, cozinha, área de serviço)
 Revestimento de piso de áreas molhadas (banheiro, cozinha, área de serviço)
 Revestimento de parede de áreas secas (quarto, sala)
 Revestimento de piso de áreas secas (quarto, sala)
 Tipo de janela
 Tipo de porta

30. Se realizou ampliação, em que cômodo ela foi feita?

- Abrigo para o carro Área de serviço Banheiro Cozinha
 Despensa Quarto Sala Varanda

31. Pensa em fazer alguma modificação/ reforma na sua residência? Sim Não

32. Se sim, de que tipo?

- Ampliação Construção de muro externo Divisão de cômodos
 Forro Instalação de chaminé Instalação elétrica
 Instalação hidráulica Quantidade de janelas Quantidade de portas
 Revestimento de parede de áreas molhadas (banheiro, cozinha, área de serviço)
 Revestimento de piso de áreas molhadas (banheiro, cozinha, área de serviço)
 Revestimento de parede de áreas secas (quarto, sala)
 Revestimento de piso de áreas secas (quarto, sala)
 Tipo de janela
 Tipo de porta

33. Durante o dia você acende a luz de algum cômodo na casa? Sim Não

34. Se sim, de que cômodo(s) você acende a luz durante o dia?

- Área de serviço Banheiro Cozinha Quarto Sala Outro

35. Quando você sai de casa, costuma deixar alguma luz acesa? Sim Não

36. Se sim, por quê? Esquecimento Segurança Outro

37. Em que cômodo é usado equipamento para controlar a temperatura?

Área de serviço Banheiro Cozinha

Quarto Sala Nenhum

38. Quando é usado o equipamento para controlar a temperatura na sua residência?

O ano todo Primavera Verão

Outono Inverno Raramente/ Nunca

39. Possui outra(s) fonte(s) de água em sua residência, além da rede pública? Sim Não

40. Se sim, que outra(s) fonte(s) de água possui em sua residência?

Reuso de água (reaproveitamento de água já usada) Uso da água de chuva Outra

41. Se sim, em que atividade(s) é (são) utilizada(s)?

Beber Cozinhar Dar banho em animal de estimação

Descarga Escovar os dentes Lavar as mãos

Lavar carro/ motocicleta Lavar louça Lavar roupa

Limpar a casa Molhar plantas Tomar banho

Outra

42. Quando há falta de energia, o que você costuma utilizar para iluminar sua residência?

Celular Fósforo Isqueiro Lâmpião Lanterna Vela Outro

43. Onde é feito o descarte de lâmpadas em sua residência?

Lixo comum Lixo separado Outro

44. Você quebra a lâmpada antes de jogá-la no lixo ? Sim Não

45. O pagamento de sua conta de água é feito:

Regularmente Irregularmente Não tenho conseguido pagar Não sei

46. O pagamento de sua conta de luz é feito:

Regularmente Irregularmente Não tenho conseguido pagar Não sei

47. O que você faz / faria das opções a seguir para economizar água em sua residência?

- FAZ FARIA - Aproveitar a água de chuva.
- FAZ FARIA - Eliminar vazamentos.
- FAZ FARIA - Evitar usar mangueira para lavar carro ou moto.
- FAZ FARIA - Evitar usar mangueira para limpar pisos e calçadas.
- FAZ FARIA - Fechar a torneira enquanto ensaboa a louça.
- FAZ FARIA - Fechar a torneira enquanto escova os dentes ou faz a barba.
- FAZ FARIA - Reaproveitar a água do chuveiro e dos lavatórios.
- FAZ FARIA - Reaproveitar a água da máquina de lavar.
- FAZ FARIA - Regular as válvulas de descarga.
- FAZ FARIA - Tomar banhos rápidos.
- FAZ FARIA - Usar a lavadora de roupa só quando ela estiver cheia.

48. O que você faz / faria das opções a seguir para economizar energia em sua residência?

- FAZ FARIA - Comprar eletrodomésticos com Selo de Economia de Energia.
- FAZ FARIA - Evitar cozinhar os alimentos em excesso.
- FAZ FARIA - Evitar deixar a porta da geladeira aberta por tempo prolongado.
- FAZ FARIA - Regular o termostato da geladeira.
- FAZ FARIA - Tomar banhos rápidos.
- FAZ FARIA - Tirar aparelhos da tomada quando não estão sendo usados.
- FAZ FARIA - Apagar as luzes de cômodos que não estão sendo usados.
- FAZ FARIA - Evitar acender lâmpadas durante o dia.
- FAZ FARIA - Evitar ligar o ferro de passar com frequência.
- FAZ FARIA - Usar a lavadora de roupa só quando ela estiver cheia.

49. Ao comprar um produto para sua residência, o que você mais leva em consideração?

- Aparência Durabilidade Economia de energia e/ou água
- Funções Impacto ambiental Marca
- Preço Tecnologia

50. Ao comprar uma lâmpada, o que você mais leva em consideração?

- Cor Durabilidade Economia de energia
- Impacto ambiental Marca Preço
- Segurança

51. Que ambiente(s) você aceitaria usar em conjunto com a vizinhança?

- Nenhum Banheiro Cozinha
- Escritório Lavanderia Outro

52. Que produto(s) você aceitaria usar em conjunto com a vizinhança?

- Nenhum Automóvel Caixa d'água Chuveiro
 Freezer Geladeira Lavadora de louças Lavadora de roupas
 Secadora de roupas Tanque Vaso sanitário

53. Você participa de alguma atividade na sua comunidade em prol do meio ambiente?

- Sim Não

54. Você acha que o número de moradores na sua residência vai mudar nos próximos anos?

- Não sei Sim, vai aumentar Sim, vai diminuir Não

55. No que você pretende investir nos próximos anos?

- Academia Ampliação da residência Carro Educação
 Eletrodomésticos Lazer Moto Móveis
 Reforma na residência Outro

56. Em sua opinião, que equipamento consome mais energia elétrica em sua residência?

- Aquecedor Ar condicionado Computador Chuveiro
 Climatizador Ferro Freezer Geladeira
 Lâmpadas Lavadora de louça Lavadora de roupas Secadora de roupas
 Televisão Ventilador Outro

57. Em sua opinião, que equipamento consome menos energia elétrica em sua residência?

- Aquecedor Ar condicionado Computador Chuveiro
 Climatizador Ferro Freezer Geladeira
 Lâmpadas Lavadora de louça Lavadora de roupas Secadora de roupas
 Televisão Ventilador Outro

58. Que tipo de fonte de energia você acha mais adequada ao meio ambiente?

- Eólica (vento) Gás Hidroelétrica Nuclear
 Solar Outra Não sei

59. Que tipo de fonte de energia você acha mais econômica?

- Eólica (vento) Gás Hidroelétrica Nuclear
 Solar Outra Não sei

60. Que tipo de lâmpada você acha que gasta menos energia?

- Fluorescente tipo palito Fluorescente compacta Halógena Incandescente
 LED Outra Não sei

61. Conhece pessoas que fazem ligações clandestinas (“gato”) de luz?

- Muitas Poucas Nenhuma

62. Você acha aceitável fazer ligações clandestinas (“gato”) de luz?

- Sim Não Não sei

63. Conhece pessoas que fazem ligações clandestinas (“gato”) de água?

- Muitas Poucas Nenhuma

64. Você acha aceitável fazer ligações clandestinas (“gato”) de água?

- Sim Não Não sei

65. Em sua opinião, que atividade consome mais água em sua residência?

- Beber Cozinhar Dar banho em animal de estimação
 Descarga do vaso sanitário Escovar os dentes Lavar as mãos
 Lavar carro/ motocicleta Lavar louça Lavar roupa
 Limpar a casa Molhar plantas Tomar banho

66. Em sua opinião, que atividade consome menos água em sua residência?

- Beber Cozinhar Dar banho em animal de estimação
 Descarga do vaso sanitário Escovar os dentes Lavar as mãos
 Lavar carro/ motocicleta Lavar louça Lavar roupa
 Limpar a casa Molhar plantas Tomar banho

67. Você está satisfeito(a) com o nível de iluminação em sua residência? Sim Não

68. Se não, por quê? Há falta de iluminação Há excesso de iluminação

69. Você sente (calor/ frio) em sua residência em alguma estação do ano? Sim Não

70. Se sim, qual o problema? Calor Frio Calor e frio

71. Você gostaria de ter informações sobre a quantidade de energia/ água consumida em cada aparelho de sua residência? Sim Não

72. Você aceitaria continuar participando desta pesquisa sobre hábitos de consumo de água e energia, com entrevista, filmagem e outras atividades complementares? Sim Não

73, Se sim, por quê?

- Apoio à pesquisa Cuidado com o meio ambiente Economia de água
 Economia de energia Recebimento de brinde
 Recebimento de pagamento em dinheiro Outro

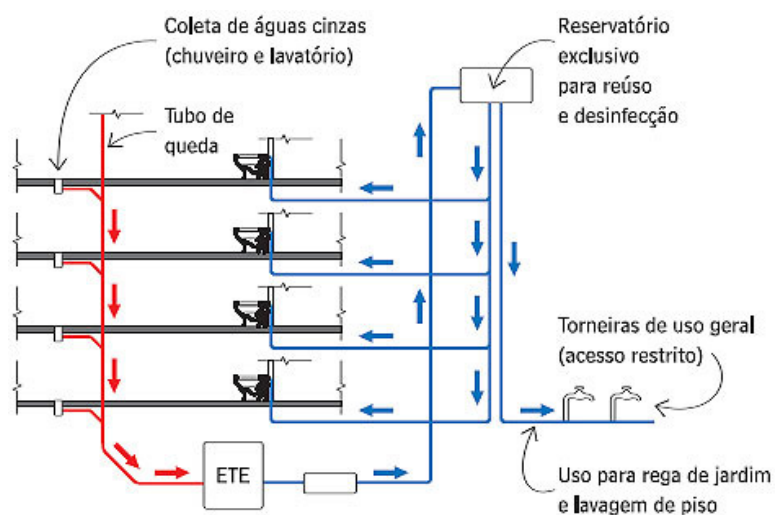
10.3 ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO DE ACEITABILIDADE

PROJETO DE EMPREGO SE UM SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO NA SELEÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

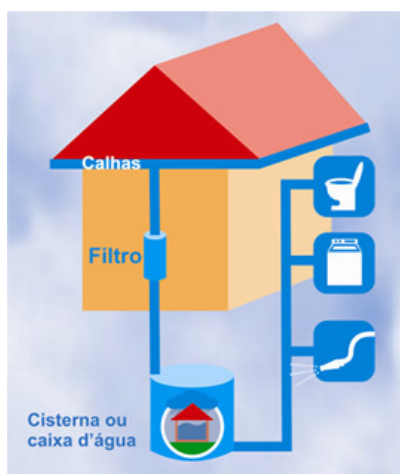
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

OBSERVAÇÃO: As imagens a seguir devem ser apresentadas aos entrevistados antes da aplicação do questionário, tendo caráter ilustrativo durante as explicações referentes às ações de conservação de água a serem avaliadas.

REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA CINZA



APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA



VASO SANITÁRIO COM DESCARGA DUAL



BACIA SEGREGADORA DE URINA



QUESTIONÁRIO

Qual sua opinião em reaproveitar águas cinza (água de chuveiros, máquina de lavar, tanque e lavatório) para uso em descargas de vaso sanitário, rega de jardins e limpeza de áreas comuns da casa após tratamento?

() Aceito () Indiferente () Discordo

Qual sua opinião em relação ao reaproveitamento de águas de chuvas para uso em descargas de vaso sanitário, rega de jardins e limpeza de áreas comuns da casa após tratamento?

() Aceito () Indiferente () Discordo

Qual sua opinião em relação ao uso de bacia sanitária com descarga dual?

() Aceito () Indiferente () Discordo

Qual sua opinião em relação ao uso de bacia sanitária segregadora de urina?

() Aceito () Indiferente () Discordo

10.4 ANEXO 4 – SISTEMAS DE REÚSO NO RESIDENCIAL JABAETÉ: PROJETOS

PROJETO DE INVESTIGAÇÃO DE SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS PARA REÚSO DE ÁGUA CINZA
EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

10.5 ANEXO 5 – SISTEMAS DE REÚSO DO RESIDENCIAL JABAETÉ: ORÇAMENTOS

PROJETO DE INVESTIGAÇÃO DE SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS PARA REÚSO DE ÁGUA CINZA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ESTIMATIVA DE CUSTOS COM MATERIAIS E SERVIÇOS ETAC SISTEMA DESCENTRALIZADO			
ITEM	VALOR UNITÁRIO (R\$)	QUANTIDADE	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO PVC ROSCAVEL EB-892 P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	3,08	3,7	11,40
JOELHO PVC C/ROSCA 45G P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	1,42	7	9,94
TE PVC C/ROSCA 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	1,25	1	1,25
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 25MM	2,01	1,25	2,51
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 32MM	4,58	0,6	2,75
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	7,33	1,15	8,43
JOELHO PVC SOLD 45G P/ AGUA FRIA PRED 25 MM	0,78	1	0,78
JOELHO PVC SERIE R P/ ESG PREDIAL 90G DN 50MM	4,48	1	4,48
JOELHO PVC SERIE R P/ ESG PREDIAL 45G DN 100MM	13,04	1	13,04
TE SANITARIO PVC P/ ESG PREDIAL DN 100X50MM	10,15	1	10,15
RESERVATÓRIO EM FIBRA 150L (AC BRUTA)	91	1	91,00
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	7,33	2,4	17,59
TE PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50MM	6	2	12,00
CAP PVC SOLD P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM	5,71	4	22,84
TUBO PVC ROSCAVEL EB-892 P/ AGUA FRIA PREDIAL 3/4"	4,23	7,1	30,03
JOELHO PVC C/ROSCA 45G P/AGUA FRIA PREDIAL 3/4"	1,83	1	1,83
KIT BOMBA HIDRÁULICA MOVIDA A ENERGIA SOLAR	2039	1	2039,00
CABO DE COBRE ISOLAMENTO ANTI-CHAMA 0,6/1KV 2,5MM2	1,53	4	6,12
ETAC LOCAL em fibra (incluindo instalação por empresa especializada)	4200	1	4200,00
RESERVATÓRIO EM FIBRA 150L (RESERVATÓRIO SUP.)	91	1	91,00
REGISTRO GAVETA 1/2" BRUTO LATAO REF 1502-B	18,58	2	37,16
TORNEIRA CROMADA 1/2" OU 3/4" REF 1126 P/ TANQUE	15,06	1	15,06
COLA CONTATO P/ CHAPA VINÍLICA/BORRACHA	18,15	1	18,15
FITA VEDA ROSCA EM ROLOS 18MMX50M	8,47	1	8,47
MÃO DE OBRA ELETRICISTA	17,13	4	68,52
MÃO DE OBRA AJUDANTE DE PEDREIRO	7,17	4	28,68
TOTAL (R\$)			6752,18
Comparativo com ETAC coletivo (x4)			27008,72

ESTIMATIVA DE CUSTOS COM MATERIAIS E SERVIÇOS ETAC SISTEMA SEMI-DESCENTRALIZADO - SEM RESERVATÓRIO SUPERIOR			
ITEM	VALOR UNITÁRIO (R\$)	QUANTIDADE	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO PVC ROSCAVEL EB-892 P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	3,08	3,7	11,40
JOELHO PVC C/ROSCA 45G P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	1,42	7	9,94
TE PVC C/ROSCA 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	1,25	1	1,25
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 25MM	2,01	1,25	2,51
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 32MM	4,58	0,6	2,75
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	7,33	1,15	8,43
JOELHO PVC SOLD 45G P/ AGUA FRIA PRED 25 MM	0,78	1	0,78
JOELHO PVC SERIE R P/ ESG PREDIAL 90G DN 50MM	4,48	1	4,48
JOELHO PVC SERIE R P/ ESG PREDIAL 45G DN 100MM	13,04	1	13,04
TE SANITARIO PVC P/ ESG PREDIAL DN 100X50MM	10,15	1	10,15
RESERVATÓRIO EM FIBRA 150L (AC BRUTA)	91	1	91,00
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	7,33	22,92	168,00
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	7,33	6,65	48,74
TE PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50MM	6	4	24,00
JOELHO PVC SOLD 45G P/ AGUA FRIA PRED 50 MM	3,55	4	14,20
CAP PVC SOLD P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM	5,71	8	45,68
TUBO PVC ROSCAVEL EB-892 P/ AGUA FRIA PREDIAL 3/4"	4,23	25,77	109,01
JOELHO PVC C/ROSCA 45G P/AGUA FRIA PREDIAL 3/4"	1,83	14	25,62
KIT BOMBA HIDRÁULICA MOVIDA A ENERGIA SOLAR	2039	4	8156,00
CABO DE COBRE ISOLAMENTO ANTI-CHAMA 0,6/1KV 2,5MM2	1,53	27,44	41,98
ETAC COLETIVA em fibra (incluindo instalação por empresa especializada)	7700	1	7700,00
CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO 1000L	258	1	258,00
DEQUE DE MADEIRA (valor aproximado do material)	425	1	425,00
RESERVATÓRIO EM FIBRA 150L (RESERVATÓRIO SUP.)	91	1	91,00
REGISTRO GAVETA 1/2" BRUTO LATAO REF 1502-B	18,58	2	37,16
TORNEIRA CROMADA 1/2" OU 3/4" REF 1126 P/ TANQUE	15,06	1	15,06
COLA CONTATO P/ CHAPA VINÍLICA/BORRACHA	18,15	1	18,15
FITA VEDA ROSCA EM ROLOS 18MMX50M	8,47	1	8,47
MÃO DE OBRA MARCENEIRO (R\$/HORA)	9,89	16	158,24
MÃO DE OBRA ELETRICISTA	17,13	8	137,04
MÃO DE OBRA AJUDANTE DE PEDREIRO	7,17	8	57,36
TOTAL (R\$)			17694,44

ESTIMATIVA DE CUSTOS COM MATERIAIS E SERVIÇOS - ETAC SISTEMA SEMI-DESCENTRALIZADO - COM RESERVATÓRIO SUPERIOR			
ITEM	VALOR UNITÁRIO (R\$)	QUANTIDADE	VALOR TOTAL (R\$)
TUBO PVC ROSCAVEL EB-892 P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	3,08	3,7	11,40
JOELHO PVC C/ROSCA 45G P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	1,42	7	9,94
TE PVC C/ROSCA 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 1/2"	1,25	1	1,25
TUBO PVC SOLDABEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 25MM	2,01	1,25	2,51
TUBO PVC SOLDABEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 32MM	4,58	0,6	2,75
TUBO PVC SOLDABEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	7,33	1,15	8,43
JOELHO PVC SOLD 45G P/ AGUA FRIA PRED 25 MM	0,78	1	0,78
JOELHO PVC SERIE R P/ ESG PREDIAL 90G DN 50MM	4,48	1	4,48
JOELHO PVC SERIE R P/ ESG PREDIAL 45G DN 100MM	13,04	1	13,04
TE SANITARIO PVC P/ ESG PREDIAL DN 100X50MM	10,15	1	10,15
RESERVATÓRIO EM FIBRA 150L (AC BRUTA)	91	1	91,00
TUBO PVC SOLDABEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	7,33	22,92	168,00
TUBO PVC SOLDABEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	7,33	6,65	48,74
TE PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50MM	6	4	24,00
JOELHO PVC SOLD 45G P/ AGUA FRIA PRED 50 MM	3,55	4	14,20
CAP PVC SOLD P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM	5,71	8	45,68
TUBO PVC ROSCAVEL EB-892 P/ AGUA FRIA PREDIAL 3/4"	4,23	25,77	109,01
JOELHO PVC C/ROSCA 45G P/AGUA FRIA PREDIAL 3/4"	1,83	14	25,62
KIT BOMBA HIDRÁULICA MOVIDA A ENERGIA SOLAR	2039	1	2039,00
CABO DE COBRE ISOLAMENTO ANTI-CHAMA 0,6/1KV 2,5MM2	1,53	27,44	41,98
ETAC COLETIVA em fibra (incluindo instalação por empresa especializada)	7700	1	7700,00
ETAC COLETIVA em fibra – RESERVATÓRIO SUPERIOR (aproximado)	1300	1	1300,00
CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO 750L (aproximado)	211	1	211,00
DEQUE DE MADEIRA (valor aproximado do material)	425	1	425,00
RESERVATÓRIO EM FIBRA 150L (RESERVATÓRIO SUP.)	91	1	91,00
REGISTRO GAVETA 1/2" BRUTO LATAO REF 1502-B	18,58	2	37,16
TORNEIRA CROMADA 1/2" OU 3/4" REF 1126 P/ TANQUE	15,06	1	15,06
COLA CONTATO P/ CHAPA VINÍLICA/BORRACHA	18,15	1	18,15
FITA VEDA ROSCA EM ROLOS 18MMX50M	8,47	1	8,47
MÃO DE OBRA MARCENEIRO (R\$/HORA)	9,89	16	158,24
MÃO DE OBRA ELETRICISTA (R\$/HORA)	17,13	4	68,52
MÃO DE OBRA AJUDANTE DE PEDREIRO (R\$/HORA)	7,17	8	57,36
TOTAL (R\$)			12761,92