



Fundação Nacional de Saúde

CADERNO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA

4^o

Fundação Nacional de Saúde

**4º Caderno de Pesquisa em Engenharia de
Saúde Pública**

Estudos e Pesquisas

Brasília/DF, 2013

Copyright © 2010 Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde.
Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é da área técnica. A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde: <http://www.saude.gov.br/bvs>

Tiragem: 1ª edição – 1ª reimpressão – 2013 – 3.000 exemplares

Elaboração, distribuição e informações:

Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde
Departamento de Engenharia de Saúde Pública
Coordenação-Geral de Cooperação Técnica em Saneamento
Coordenação de Desenvolvimento Tecnológico em Engenharia Sanitária
Setor de Autarquias Sul, Quadra 4, Bloco N, 6º andar, Ala Sul
CEP: 70070-040, Brasília – DF
Tel.: (61) 3314-6278/6518
Home page: <http://www.funasa.gov.br>

Editor:

Coordenação de Comunicação Social
Divisão de Editoração e Mídias de Rede
Setor de Autarquias Sul, Quadra 4, Bloco N, 2º andar, Ala Norte
CEP: 70070-040, Brasília – DF
Tel.: (61) 3314-6440/6525

Impresso no Brasil/*Printed in Brazil*

Ficha Catalográfica

Brasil. Fundação Nacional de Saúde.
4º Caderno de pesquisa de engenharia de saúde pública / Fundação Nacional de Saúde. –
Brasília: **Funasa**, 2013.
228 p. : il

1. Engenharia de saúde pública. 2. Saneamento básico. 3. Saneamento ambiental. I. Título.

CDU 614

Títulos para indexação:

Em inglês: 4º Book Research Public in Health Engineering
Em espanhol: 4º Cuaderno de Investigación de Ingeniería en Salud Pública

Sumário

Apresentação	5
Programas municipais de coleta seletiva de lixo como fator de sustentabilidade dos sistemas públicos de saneamento ambiental na região metropolitana de São Paulo – Coselix	7
Implantação de um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos no Arraial de São Francisco da Mombaça	35
Avaliação da relevância da supervisão da Funasa no desempenho de estações de tratamento de água operadas por autarquias municipais no estado de Minas Gerais	67
Proposta de melhorias no sistema de manejo e disposição dos resíduos sólidos para pequenas comunidades – Proresol	101
Tecnologias de sistemas condominiais de esgotos: Uma avaliação de sua aplicação em cidades de diferentes portes	137
Tecnologias para otimização do uso da água no domicílio	179



Apresentação

A Fundação Nacional de Saúde (**Funasa**), fundação pública vinculada ao Ministério da Saúde, tem como missão promover a inclusão social por meio de ações de saneamento e de atenção integral à saúde dos povos indígenas, em consonância com os princípios e diretrizes do Sistema Único de Saúde.

As ações de inclusão social desenvolvidas pela área de engenharia de saúde pública envolvem a garantia dos direitos humanos fundamentais de promoção da saúde por meio de ações de pesquisa, concepção, projeto, construção e operação de obras e serviços de saneamento ambiental.

A partir de 1999, a **Funasa** instituiu o Programa de Desenvolvimento Científico Tecnológico, desencadeando um processo pró-ativo, visando encontrar soluções para resolver os problemas que limitavam suas ações, bem como para desenvolver técnicas que ampliassem a sua capacidade de atuação. O programa proposto compreende as áreas de engenharia de saúde pública, epidemiologia e saúde indígena, além das pesquisas a serem desenvolvidas pelas áreas descentralizadas da **Funasa** e Ministério da Saúde, incluindo o Instituto Evandro Chagas e Fundação Oswaldo Cruz.

O Programa de Pesquisa em Saneamento e Saúde publicou quatro Editais de Convocação em 2000, 2001, 2003 e 2007 com financiamento 67 projetos de pesquisa que objetivam desenvolver e aperfeiçoar tecnologias nas áreas de atuação da **Funasa**: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos urbanos, melhorias sanitárias domiciliares, melhoria das habitações rurais para controle de doenças de Chagas, gestão em saúde pública, ações de saneamento e edificações de saúde e ações de saneamento em áreas indígenas.

Os editais de convocação foram elaborados com sugestões recebidas de técnicos da **Funasa**, de profissionais da área de engenharia de saúde pública e com a aprovação do Comitê Científico.

O Comitê Científico tem como finalidade selecionar e avaliar os projetos de pesquisa financiados pela **Funasa**, formado por representantes das instituições vinculadas ao setor saúde e saneamento e técnicos da **Funasa**. O Comitê Científico é subsidiado, nas suas decisões, por pareceres de técnicos da **Funasa** e de consultores *ad-hoc*.

Como resultado dos Editais de Convocação 2000, 2001, 2003 e 2007, 67 projetos de pesquisa foram conveniados, no valor total de R\$ 4.342.829,44 e 49 estão concluídos.

O Caderno de Pesquisas 4 apresenta resumos executivos de 6 (seis) pesquisas financiadas pela **Funasa**.

Os Cadernos de Pesquisa e os Relatórios Finais completos e concluídos estão disponibilizados no site da **Funasa** <http://www.funasa.gov.br>, no *link* Biblioteca virtual/ Estudos e Pesquisas.

Programas Municipais de Coleta Seletiva de Lixo como Fator de Sustentabilidade dos Sistemas Públicos de Saneamento Ambiental na Região Metropolitana de São Paulo (Coselix)

Participantes: Helena Ribeiro (coordenadora), Wanda Maria Risso Günther, Pedro Roberto Jacobi, Jacques Demajorovic, Gina Rizpah Besen, Mariana Viveiro, Alexandre A. Rathsam, Marco Antonio R. Oliveira Jr., Flávio Gomes da Silva, Fernanda Cristina Silva de Campos Luiz, Nicholas Tung Yuen

Proponente e Executora: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo- FSP-USP

Resumo

A pesquisa desenvolveu-se na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), responsável por 13% dos resíduos sólidos domiciliares coletados no Brasil. Analisou programas municipais de coleta seletiva em parceria com catadores organizados. Estes programas vêm se tornando modelo de política pública de resíduos sólidos, com inclusão social e geração de trabalho para população de baixa renda. **Objetivo:** identificar e estabelecer critérios de avaliação desses programas, na perspectiva de sua sustentabilidade socioeconômica e ambiental. **Metodologia:** consistiu em **1.** Levantamento bibliográfico e de dados sobre os municípios da RMSP e suas condições de saneamento, de experiências nacionais de programas de coleta seletiva em parceria com catadores organizados e de indicadores socioeconômicos e ambientais; **2.** Entrevistas com aplicação de instrumento de pesquisa a técnicos municipais responsáveis por 11 programas municipais de coleta seletiva e a representantes de 32 organizações de catadores. **3.** Tabulação dos dados levantados pelos questionários no programa EPI INFO versão 6. **4.** Análise e discussão dos resultados e elaboração de indicadores e índices de sustentabilidade dos programas e das organizações de catadores. **Resultados:** Dos 39 municípios que integram a RMSP, 23 municípios tinham programas de coleta seletiva, 19 desenvolvidos em parceria com organizações

de catadores. Há tendência crescente de adoção destes programas pelos municípios brasileiros. Em 2005, 1273 trabalhadores estavam envolvidos nas organizações de catadores dos 11 municípios estudados. A cobertura dos serviços de coleta seletiva ainda era baixa na maior parte dos municípios, cujo atendimento chegava a 30% dos municípios em 63,7% das cidades. A renda auferida pelos membros das organizações de catadores variava de R\$125,00 a R\$600,00 e a rotatividade era alta. A origem dos membros era predominantemente de ex-catadores dos lixões, ex-catadores autônomos, desempregados e donas de casa. O uso de EPIs (equipamentos de proteção individual) era reduzido e havia ocorrência significativa de acidentes de trabalho. Os principais problemas apontados na gestão das organizações de catadores foram: falta de participação da população, falta de capital de giro, insuficiência de formação técnica e capacitação, competição de catadores autônomos. De acordo com a metodologia empregada, nenhum dos programas e só duas organizações atingiram alto índice de sustentabilidade. A maioria apresentou índice médio. **Conclusões:** As organizações de catadores ainda se encontravam em grande dependência das prefeituras, cujos programas não alcançavam eficiência e apresentavam baixa eficácia. As prefeituras investiam recursos, não remuneravam os catadores pelos serviços prestados e não utilizavam indicadores para avaliação e melhoria dos programas municipais. Havia insegurança das organizações quanto à continuidade dos programas e à garantia de sua sobrevivência, principalmente quanto à renda para os membros. Os programas apresentavam aspectos de inclusão social, formação de capital social e geração de postos de trabalho a baixo custo. Entretanto, muitos aspectos precisavam ser fortalecidos.

Palavras-chave: coleta seletiva, organizações de catadores, sustentabilidade, Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Abstract

This research was developed in the Metropolitan Area of São Paulo (RMSP), which accounts for 13% of the total domestic solid waste collected in Brazil. It analyzed municipal programs of selective collection in partnership with organized scavengers. These programs have been turning into a model for public policy of solid waste with social inclusion and employment generation for the low income population. **Objective:** Identifying, and establishing criteria to evaluate these programs under the perspective of their social, economic, and environmental sustainability. **Methodology:** It consisted in: **1.** Bibliographic survey and also of related data from RMSP municipalities, including sanitation conditions; Brazilian experiences with selective collection programs in partnership with organized scavengers, and socioeconomic, and environmental indicator conditions. **2.** Field work, including telephonic interviews with municipal representatives (technicians, usually) accounted for the programs; in a second stage, application of semi structured questionnaires to municipal technicians in a selected sample of 11 municipalities, and to 32 scavenger organization representatives. **3.** Data tabulation in program (software) EPI INFO release 6. **4.** Result analysis, and discussion made it possible to elaborate program, and scavenger organization sustainability indicators and indexes. **Results:** Of the 39 municipalities of S. Paulo Metropolitan area twenty-three municipalities had selective collection programs and nineteen developed programs in partnership with scavenger organizations. There was a growing trend to adopt these programs. In 2005 there were 1,273 workers involved in the organizations of the eleven municipalities studied. Coverage of the services was still low in most of the municipalities; it reached up to 30% of the citizens in 63.7% of the cities. Monthly income of the organization members varied from R\$125.00 to R\$600.00, and there was a high turnover. Members mainly originated from ex-scavengers of solid waste deposits, autonomous ex-scavengers, unemployed people, and housewives. Use of Individual Protection Equipment (IPE) was reduced and there was a significant occurrence of labor accidents. Representatives of most municipalities could not inform the program's costs. Main pointed out problems were: lack of population participation, lack of working capital, insufficiency of technical formation and qualification, competition among autonomous scavengers. None of the programs and only two organizations reached a high sustainability index. Most of them presented an average index. **Conclusions:** Organizations still depended much on municipalities and the programs had low efficacy, and efficiency. Municipalities invested resources, did not pay the organizations for the services rendered, and they did not use indicators as a means to evaluate, and to improve their activities. Organizations felt doubtful about

program continuity, and its revenue guarantee. Programs presented aspects related to social inclusion, social capital formation, and generation of work positions at a low cost. However, many aspects must be strengthened.

Keywords: selective collection, scavenger organizations, sustainability, Metropolitan Area of São Paulo (RMSP).

1 Introdução

No Brasil, a partir da década de 1990, uma modalidade importante de programa de coleta seletiva consistiu em iniciativas nas quais o poder público estabeleceu parcerias com catadores organizados em cooperativas/associações.

Após 15 anos de experiências, constata-se que estes programas multiplicaram-se pelo país e se tornaram um modelo de política pública de resíduos sólidos, com inclusão social e geração de trabalho para população de baixa renda (ABREU, 2001; BRINGHENTI, 2004; MARTINS, 2003; DEMAJOROVIC, 2004; BESEN, 2006; RIBEIRO & BESEN, 2007). Atualmente as experiências estão disseminadas por todos os estados brasileiros (IBGE, 2000; 2002) e os modelos de parceria adotados variam de acordo com as realidades locais.

Em 2005, o estudo Mapa da Reciclagem do CEMPRE/SEBRAE identificou 364 organizações de catadores de material reciclável, atuando no Brasil, responsáveis por 13% do material reciclável encaminhado às indústrias recicladoras (BESEN, 2006).

Este texto apresenta os resultados de pesquisa sobre os programas municipais de coleta seletiva de materiais recicláveis em parceria com catadores organizados na Região Metropolitana de São Paulo.

2 Objetivos

A pesquisa teve por objetivo identificar e estabelecer critérios de avaliação dos programas municipais de coleta seletiva da Região Metropolitana de São Paulo na perspectiva de sua sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

Para atingir este objetivo, estabeleceram-se alguns objetivos específicos:

1. Identificar os programas municipais de coleta seletiva em parceria com cooperativas/associações de catadores de materiais recicláveis nos 39 municípios da Região Metropolitana de São Paulo.
2. Analisar os principais fatores que garantiram sua continuidade e/ou expansão e as razões deste resultado, enfatizando aspectos relacionados à formação de capital social.
3. Verificar os impactos sociais, econômicos, sanitários e ambientais destes programas na perspectiva de sustentabilidade dos sistemas municipais de saneamento ambiental.
4. Recomendar alternativas de aperfeiçoamento dos programas.

3 Metodologia

Primeira fase

- I) Realização de três tipos de levantamentos bibliográficos e de dados secundários de saneamento ambiental dos municípios da RMSP.
 - I.a) Caracterização socioeconômica e ambiental dos municípios da RMSP;
 - I.b) Identificação dos programas municipais de coleta seletiva existentes na Região Metropolitana;
 - I.c) Pesquisa bibliográfica de indicadores socioeconômicos e ambientais.
- II) Entrevistas telefônicas a técnicos municipais responsáveis pelos programas e estabelecimento de critérios para a escolha dos estudos de caso a serem realizados.

Foram selecionados os seguintes critérios para os estudos de caso:

- 1 – Municípios que desenvolvessem programa de coleta seletiva em parceria com cooperativas/associações de catadores;
 - 2 – Municípios cujos programas tivessem se iniciado até o mês de dezembro de 2003, uma vez que para verificar os fatores responsáveis por sua sustentabilidade, estes deveriam ter no mínimo um ano de existência.
- III) Após avaliação dos diversos indicadores existentes, de consultas bibliográficas e discussões no grupo e da análise das variáveis escolhidas foram selecionados sete indicadores quantitativos de referência para embasar a avaliação comparativa dos programas municipais de coleta seletiva em parceria com ex-catadores de materiais recicláveis.

Segunda fase

Para a realização dos estudos de caso foram elaborados dois modelos específicos de questionários semi-estruturados aplicados um a representante do poder público e outro ao presidente das organizações de catadores.

A amostra referida ao poder público totalizou 11 questionários, aplicados a responsáveis de cada um dos municípios, uma vez que de 12 municípios selecionados, um não respondeu à pesquisa. A amostra referente às cooperativas foi composta por 32 cooperativas, com atuação em 12 municípios.

Terceira fase

Consistiu na tabulação dos dados e obtenção de resultados estatísticos. Para a tabulação dos dados foi utilizado o programa EPI INFO versão 6.

A análise e discussão dos resultados permitiram a elaboração de matrizes discursivas, considerando o que o grupo de pesquisadores entende por sustentabilidade de Programa Municipal de Coleta Seletiva, de caráter socioambiental, e por sustentabilidade de Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis, do ponto de vista social, institucional e econômico e de indicadores de sustentabilidade para os programas municipais de coleta seletiva e para as organizações de catadores.

Foram desenvolvidos 6 indicadores de sustentabilidade para os programas municipais e 12 indicadores para as organizações de catadores.

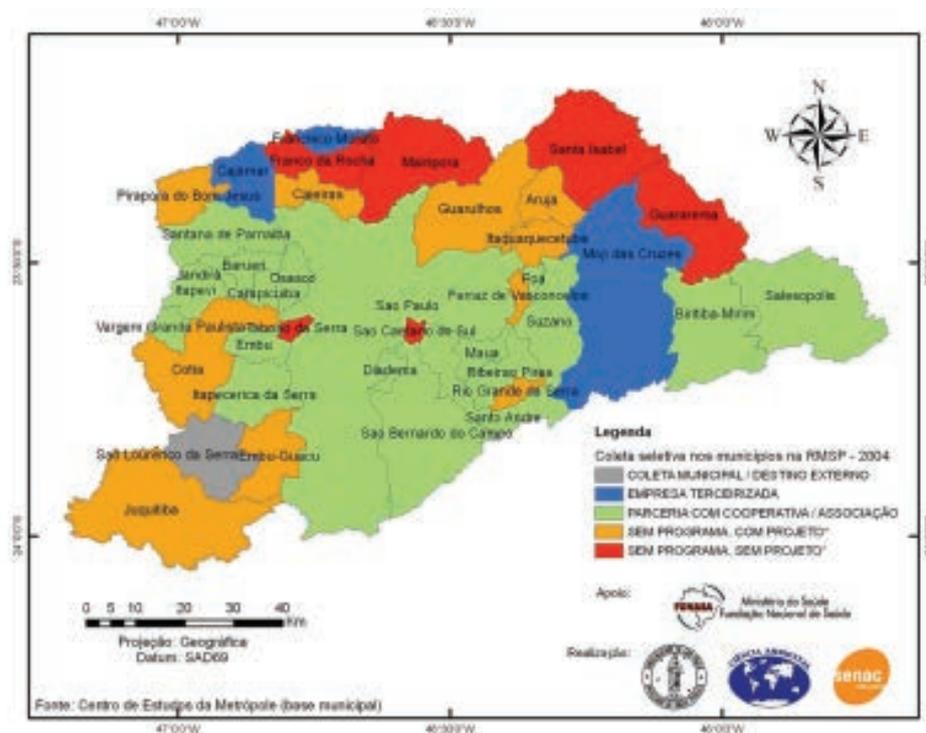
4 Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

A partir do levantamento preliminar, foram identificados 19 municípios que desenvolvem programas de coleta seletiva em parceria com organizações (cooperativas/associações) de catadores na RMSP. Destes, 12 municípios, que haviam iniciado os programas até 2003, foram incluídos na amostra final.

As primeiras entrevistas, realizadas junto aos coordenadores municipais dos programas de coleta seletiva, apresentaram os resultados: dos 39 municípios da Região Metropolitana de São Paulo, 23 (59%) realizavam coleta seletiva de lixo. Dentre os 23 municípios que realizavam coleta seletiva, 19 apresentavam parceria com cooperativa(s), (três) tinham a coleta realizada por empresa contratada pela prefeitura e (um) realizava a coleta, doando seu material para outro município.

A Figura 1 apresenta a distribuição de municípios da RMSP, segundo as cinco modalidades de coleta seletiva consideradas na pesquisa.

Figura 1 – Carta da RMSP com modalidade de coleta seletiva por município



Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Entre os 20 municípios que não tinham programa de coleta seletiva em parceria com cooperativas, 11 possuíam projeto para implantação da parceria até janeiro de 2005, 8 (oito) não possuíam projeto de coleta seletiva e 1 (hum) apresentava coleta seletiva com doação do material para outro município.

Constatou-se que o município de São Paulo possuía parceria com 15 cooperativas de catadores; o município de Diadema com 5 (cinco); Santo André e São Bernardo, com 2 (duas) cada um; e os demais com 1 (hum) cooperativa.

4.1 Resultados da pesquisa realizada junto a representantes do poder público municipal

A amostra consistiu em responsáveis pelo serviço de coleta seletiva de 11 municípios da Região Metropolitana de São Paulo, que tinham parceria com organizações de catadores.

Interessante notar que a expansão dos programas de coleta seletiva acompanha o crescimento significativo do mercado de reciclagem no país. Além de uma parcela da sociedade mais sensibilizada às questões de reciclagem, observa-se que o avanço tecnológico possibilitou a valorização comercial de vários materiais recicláveis neste

período, tais como os casos do PET e Tetrapack, estimulando a multiplicação de catadores autônomos nos grandes centros urbanos, dando maior visibilidade à coleta seletiva. Nesse contexto, de forma crescente, os municípios implantaram programas de coleta seletiva em parcerias com catadores organizados (EIGENHERR, 1996, 2003; CONCEIÇÃO, 2003).

Das prefeituras investigadas, em (cinco) (45%) o órgão municipal responsável pelo programa de coleta seletiva era a Secretaria do Meio Ambiente; em 1 (hum) era o Departamento de Meio Ambiente; em (três) a Secretaria de Serviços e Obras, em um, autarquia e em (um) havia responsabilidade conjunta de 2 secretarias, a de Desenvolvimento Social e Cidadania e a de Habitação e Meio Ambiente.

Verificou-se, então, que além da preponderância da área ambiental, que mostra que há forte correlação da idéia de reciclagem com a de conservação ambiental, a coleta seletiva envolvia as áreas de obras e serviços, em geral executoras dos programas.

As parcerias entre prefeituras e organizações envolviam alguns benefícios cedidos a elas pelas prefeituras. O mais freqüente destes benefícios era o fornecimento de material de divulgação (90,9% dos municípios), seguido da capacitação técnica (81,8% dos municípios) e do pagamento da mão-de-obra dos motoristas para os caminhões de coleta (72,7%) e das equipes de coleta (63,6%).

Em seguida, eram oferecidos benefícios como pagamento de tarifas de luz (54,5%), de água (50%) e isenção de ISS (36,4%). Um número menor de prefeituras oferecia alguns benefícios de apoio social, tais como cursos de alfabetização (36,4%), atendimento médico (27,3%), cestas básicas (18,2%), centro de convivência (18,2%), EPIs (18,2%) e vale transporte (9,1%). Somente uma prefeitura fornecia contador (9,1%) à cooperativa e nenhuma pagava tarifas telefônicas da cooperativa.

Quanto às modalidades existentes de coleta seletiva, nas 11 prefeituras, eram as seguintes:

- porta a porta por funcionários da prefeitura ou empresa contratada: 5 (cinco) municípios
- porta a porta por catadores organizados: 7 (sete) municípios
- postos de entrega voluntária: 6 (seis) municípios
- entrega em pontos específicos: 6 (seis) municípios
- entrega voluntária na central: 8 (oito) municípios

Quanto à freqüência da coleta porta a porta, era realizada uma vez por semana em sete municípios, duas vezes por semana em quatro municípios e três vezes por semana em apenas um bairro, em dois municípios.

Quanto ao critério de escolha dos cooperados para estabelecimento de parceria prevaleceram: a existência prévia do grupo de catadores (quatro municípios); catadores autônomos (quatro municípios); ex-catadores de lixo (oito municípios); desempregados (cinco municípios), ex-presidiários e dependentes químicos (um) município: Diadema. Em alguns municípios conjugaram-se dois ou três critérios.

Das 11 prefeituras envolvidas, nove (81,8%) tiveram iniciativas de capacitação gerencial da organização. A capacitação foi realizada preferencialmente pelo Sebrae (cinco prefeituras); por universidades (três prefeituras); pela Fundação Banco do Brasil (um caso); por ONG contratada (dois casos) e (sete) casos por outras entidades: (três) pela própria prefeitura, (um) por secretaria de estado, (um) por empresa de consultoria contratada, (um) pelo Senai e (um) por instituição religiosa, a Kolping.

Destes 11 municípios, (quatro) (36,4%) depositavam os resíduos não reciclados em aterros sanitários e (sete) (63,7%) em aterros controlados. Portanto, a maior parte dos municípios ainda destinava seus resíduos a aterros controlados.

Os 11 municípios estudados coletavam regularmente os resíduos sólidos de 75 a 100% de seus habitantes. Quanto à cobertura de atendimento da coleta seletiva, em porcentagem de seus habitantes, a frequência encontrada foi a seguinte: 0-10% em três municípios (27,3%); 20 a 30% em 4 municípios (36,4%); 50 a 75% em 1 município; (9,1%), 75 a 100% em 2 municípios (18,2%) e 1 município não soube indicar.

Os municípios pesquisados coletavam volumes de resíduos sólidos, pela coleta regular, que iam de 60 a 8.700 toneladas/dia. Sendo que 6 (seis) deles coletavam até 160 toneladas/dia (56,6%), 4 (quatro) de 250 toneladas/dia a pouco mais de 800 toneladas/dia (36,4%) e a Prefeitura do Município de São Paulo coletava 8.700 toneladas/dia. A tabela 1 mostra as quantidades de resíduos coletados regularmente, pela coleta seletiva, comercializados e a quantidade de rejeito relatada pelos entrevistados. Essa diversidade de volumes retratava as extremas diversidades demográfica e socioeconômica dentre os municípios da Região Metropolitana de São Paulo.

Tabela 1 – Resíduos coletados seletivamente, comercializados e % de rejeito relatada

Município	Coleta Regular		Coleta Seletiva (coletado)	Coleta Seletiva (comercializado)	Rejeito			Índice (%) **
	ton/dia	ton/mês (26 dias)	ton/mês	ton/mês	ton/mês	% *		
São Paulo	8700	226200	2340	1670	670	28,6	alta	0,73
Barueri	160	4160	150	130	20	13,3	média	3,02
Carapicuíba	250	6500	40	não sabe	-	-	não sabe	-
Diadema	802	20852	54	44	10	18,5	média	0,21
Embu	160	4160	62	52	10	16,1	média	1,23
Itapecerica da Serra	93	2418	30	28,5	1,5	5,0	muito baixa	1,16
Jandira	60	1560	não sabe	3	-	-	média	-
Poá	80	2080	25	23	2	8,0	baixa	1,09
Santana de Parnaíba	70	1820	70	45,5	24,5	35,0	muito alta (35%)	2,41
Santo André	628	16328	500	250	250	50,0	muito alta (50%)	1,49
São Bernardo do Campo	625	16250	88	não sabe	-	-	não sabe	-

*Rejeito:

até 5% - muito baixa

5-10% - baixa

10-20% - média

20-30% - alta

acima de 30% - muito alta

** Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis (%):

IR = (coleta seletiva - rejeito) * 100 / (coleta regular + coleta seletiva)

Os volumes de resíduos coletados seletivamente variavam de 25 toneladas/mês a 2.340 toneladas/mês, sendo que 8 municípios coletavam menos que 150 toneladas/mês; um 500 toneladas/mês e São Paulo 2.340 toneladas/mês, uma prefeitura não soube informar o volume coletado.

As respostas sobre a porcentagem média de rejeitos em relação ao material coletado indicaram: até 5% em 2 (dois) municípios (18,2%); 10 a 20% em 5 (cinco) municípios (45,5%); acima de 20% em 2 (dois) municípios (18,2%) e 2 (dois) não souberam responder.

A venda dos materiais gerou rendimentos às organizações que, segundo as prefeituras, variaram de R\$ 1.000,00 (um mil reais) a R\$ 35.000,00 (trinta e cinco mil reais) ao mês. Entretanto, só 3 (três) prefeituras informaram estes rendimentos, 8 (oito) não souberam informar o valor arrecadado pelas organizações.

Responsáveis de sete prefeituras não souberam informar qual o custo mensal dos programas para as prefeituras. Os custos aproximados para as quatro prefeituras que informaram foram de: R\$10.538,00; R\$47.000,00; R\$90.000,00; R\$375.000,00.

Apenas uma, entre as 11 prefeituras, informou que havia uma outra fonte de recursos além da comercialização dos materiais recicláveis.

Seis prefeituras informaram seus investimentos iniciais em infra-estrutura para o desenvolvimento dos programas em parceria. Estes investimentos variaram de R\$26.000,00 a 13 milhões de reais. Em 5 (cinco) delas, o investimento foi de até meio milhão de reais. O investimento mais elevado foi o da Prefeitura do Município de São Paulo, por abranger 15 cooperativas e geração expressiva de resíduos.

Quatro prefeituras informaram não haver cobrança de taxa de lixo no município, 5 (cinco) que a taxa está inclusa no IPTU e 2 (dois) tinham uma taxa específica de lixo (São Paulo e Santo André). Quanto ao percentual do orçamento municipal gasto com a coleta seletiva, foi informado ser inferior a 2% por 6 (seis) prefeituras (54,5%), ser de 2 a 5% por uma prefeitura e 4 (quatro) prefeituras não souberam responder.

Dos onze municípios estudados, só Santo André não tinha planos de ampliação do programa nos 12 meses subseqüentes à pesquisa. No entanto, como o programa já era universalizado a toda população, mas os índices de rejeitos eram muito altos, estava em estudo a modificação do modelo para ampliar a quantidade de material coletado e comercializado e reduzir o volume de rejeito.

Os problemas enfrentados pelos programas, na visão dos responsáveis municipais, estavam relacionados a alguns temas principais:

1. Falta de conscientização da população quanto à importância da reciclagem e sua baixa participação foram destacadas por 6 municípios;

2. Deficiências do programa:
 - a) Falta de capital para melhorias na coleta, nos equipamentos, para compra de materiais de catadores autônomos e de giro foi ressaltada por 10 municípios;
 - b) Carência/insuficiência de organização, de formação técnica e de capacitação dos membros das organizações e sua rotatividade foram indicadas por 9 (nove) municípios;
 - c) Dependência da prefeitura foi indicada por 7 (sete) representantes municipais e mudanças na administração municipal por dois.
3. Competição de catadores autônomos, empresas e entidades que promovem coleta seletiva, em virtude da valorização dos materiais, foi indicada como problema por 8 (oito) municípios, dentre os 11 pesquisados;
4. Aspectos de meio ambiente foram lembrados por 2 (dois) municípios: grande quantidade de rejeitos e falta de controle de sua disposição, depósitos clandestinos de material utilizável.

4.2 Resultados das organizações de catadores de material reciclável

Do total das 32 organizações que compuseram o universo da pesquisa, 15 se situavam no município de São Paulo e 17 nos demais municípios da Região Metropolitana de São Paulo.

Das 32 organizações, 72% constituíram-se juridicamente enquanto cooperativas e 28% como associações, sendo que 81% estavam regularizadas, 12,5% não estavam e 2% estavam em processo de legalização. A maioria possuía regimento interno (84%), 13% não possuíam e 3% tinham regimento em discussão.

Quanto à data de início, apenas 3 (9,4%), iniciaram suas atividades na década de 1990. No ano 2000, 12,5% iniciaram suas atividades, 9,4% em 2001, 15,6% em 2002, 34,3% em 2003 e 18,8% em 2004 (estas localizadas no Município de São Paulo, enquanto componentes do programa que se iniciou em 2003).

Do total da amostra, apenas 25% foram incubadas. Isto revela que a maioria das organizações iniciou suas atividades sem uma capacitação prévia para a prática cooperativista e para sua gestão.

Quanto à formalização da relação com a prefeitura através de convênio, 31,3% responderam afirmativamente, enquanto 56,3% não possuíam convênios firmados e 12,5% não sabiam. As respostas revelam o grau de indefinição na relação entre as organizações e o poder público. Os convênios, mesmo que frágeis como instrumentos legais estabelecem algumas diretrizes quanto aos direitos e deveres entre as partes na consecução dos programas.

As organizações variavam na sua composição entre um número mínimo de 5 (cinco) participantes e um máximo de 97 (noventa e sete). No total, informaram envolver 1.170 membros. Observa-se que 26 das 32 organizações cresceram (81,2%), 5 (cinco) reduziram (15,6%) e 1 (hum) permaneceu estável (3,1%).

Verificou-se que 51,4% dos membros das organizações eram do sexo masculino e 48,6% do feminino.

Em relação à rotatividade, 13 das 29 organizações que responderam tiveram uma rotatividade anual de 1 a 10 membros (44,8%), 7 (sete) de 11 a 20 membros (24%), quatro de 21 a 30 membros (13,7%), 2 (dois) entre 31 e 40 membros (6,8%), 1 (hum) de 50 membros (3,4%) e 2 (dois) de 100 membros cada uma (6,9%)

Esta constatação já permitiu concluir que existe a necessidade de redução dos altos índices de rotatividade, uma vez que esta prejudica o funcionamento e a eficácia das organizações. A alta rotatividade implica na necessidade de permanente capacitação para as questões operacionais e para a prática cooperativa. O principal desafio é garantir a permanência dos cooperados, através de critérios de admissão mais consistentes e de uma gestão que possibilite garantir rendimentos mais equilibrados.

Podem se indicar quatro razões que provocam elevada rotatividade: 1) dificuldade de adaptação de algumas pessoas às práticas cooperativistas, 2) problemas de relacionamento entre os membros decorrentes de fragilidade organizacional, 3) instabilidade da renda, e 4) visão dos membros de que não se trata de uma atividade permanente, e que a possibilidade de emprego formal é sempre mais atraente.

Quanto à origem dos membros das organizações, do total da amostra das 32 organizações, as múltiplas respostas indicavam o seguinte perfil de seus membros: ex-catadores de lixão (em 34,4% das organizações), ex-catadores autônomos (em 62,5% das organizações), catadores que integravam algum grupo organizado (em 65,6% das organizações), desempregados (em 62,5% das organizações), donas de casa (em 53,1% das organizações), outros (em 12,5% das organizações) e apenas 3,1% não souberam responder.

A maioria das organizações tinha suas instalações de triagem cedidas pelas prefeituras (90,3%), duas alugadas pela cooperativa (6,5%) e uma tinha outra solução

(3,2%). No município de São Paulo, todas eram cedidas pela prefeitura, como parte do Programa de Coleta Seletiva Solidária.

Quanto aos equipamentos utilizados, a maioria das organizações possuía prensa (85%), mas apenas 15% eram próprias.

Quanto aos veículos, 58,9% dispunham de caminhões tipo gaiola, em geral cedidos (89%); 17,6% de caminhões tipo baú cedidos, e 21,8% tinham outro veículo, na sua maioria próprio. Em relação aos carrinhos, o quadro era muito variado: 7 das 17 organizações (41%) não possuíam. Das 10 que possuíam, apenas três eram próprios, e os demais eram cedidos.

Quanto ao recolhimento de recursos destinados a Fundos, 20 (62,5%) afirmaram recolher, 12 das organizações não recolhiam (37,5%). Já, em relação ao Fundo de Reserva (um recolhimento obrigatório de 10% das sobras de atividades das cooperativas), entre as 23 cooperativas, 13 delas (56,5%) o recolhiam. No que se refere ao recolhimento de INSS, do total de 32 que responderam, apenas 7 pagavam INSS (21,9%) de seus membros.

Quanto ao pagamento de outras despesas realizadas pelas organizações: contas telefônicas: 24 pagavam (75%); conta de luz: só 5 (cinco) pagavam (15,6%); conta de água: só 3 (três) pagavam (10,3%). Poucas pagavam vale transporte e alimentação.

Observou-se que a maior parte das organizações estava desenvolvendo atividade de coleta, triagem e comercialização de materiais recicláveis e divulgação dos programas nos municípios. Muito poucas faziam beneficiamento e reciclagem de algum tipo de material.

Vinte e três organizações faziam coleta porta a porta e 22 coletavam em PEVs - postos de entrega voluntária. Em 20 organizações a central de triagem funcionava como PEV.

A quantidade do rejeito funciona com indicador da eficiência do sistema de coleta e da qualidade da separação do material na fonte geradora e na central de triagem. Cabe enfatizar que os dados obtidos indicam que a maior parte das organizações não pesava o material coletado, portanto, a quantidade de rejeito foi estimada. Apenas 13 organizações (40,6%) definiram com exatidão o índice de rejeito.

Numa primeira faixa, de produção de até 5% de rejeito, nível considerado excelente, situavam-se 8 (oito) organizações (25%); com índice entre 6 e 10% havia 2 (dois) (6,3%); entre 11 e 20% havia 9 (nove) (28,1%); acima de 21% havia 12 (37,5%); e 1 (hum) não soube responder. Destacou-se o grande número de organizações que apresentavam alto índice de rejeito, acima de 20%.

O número de itens comercializados variava entre um mínimo de 15 e um máximo de 72, sendo a média em torno de 35 itens.

Os valores médios mensais arrecadados pelas organizações variavam entre R\$1.000,00 e R\$56.000,00. Do total, 27 organizações responderam a essa questão. 10 (dez) delas declararam renda mensal até R\$10.000,00 (37%), 8 (oito) de R\$10.000,00 a R\$20.000,00 (29,6%), 5 (cinco) de R\$20.000,00 a R\$30.000,00 (18,5%) e 4 (quatro) acima de R\$30.000,00 (14,8%). A renda das organizações está relacionada à abrangência do sistema de coleta e ao número de membros.

Quanto ao valor arrecadado *per capita*, observou-se que a média mensal, de acordo com as informações dos presidentes das organizações, girava em torno de R\$405,00 e a mediana era de R\$387,20. O valor mínimo era de R\$125,00 e o máximo de R\$941,44.

Considerando-se que o salário mínimo na ocasião da pesquisa era de R\$300,00, a média de receita dos membros superava este valor em aproximadamente 35%.

A renda por hora trabalhada variava entre R\$0,56 e R\$4,43, de acordo com a resposta das 30 organizações. O perfil de renda por hora trabalhada dos membros das organizações era o seguinte: 3 (três) entre R\$0 e R\$1 (10%), 9 (nove) se situavam entre R\$1 e R\$2 (36,7%), 13 entre R\$2 e R\$3 (40%), 3 (três) entre R\$3 e R\$4 (6,7%) e 2 (dois) entre R\$4 e R\$5 (3,34%).

As condições de saúde dos trabalhadores das organizações foram avaliadas de forma indireta, considerando-se o uso de EPIs e relato de acidentes de trabalho nos 6 (seis) meses anteriores à pesquisa.

Em relação aos EPIs disponibilizados pelas organizações aos trabalhadores, das 31 organizações que responderam, a partir de respostas múltiplas, 93,5% dispunham de luvas, 83,8% de botas, 80,6% de óculos e 58% de máscara e 40,6% de protetor auricular, e 2 não ofereciam equipamentos. Observou-se, portanto que, em geral, as organizações ofereciam condições básicas adequadas aos membros para o exercício de suas atividades.

Quanto à utilização dos EPIs, 30 organizações responderam. O uso de luvas por seus membros era praticado em 28 organizações (93,3%), de botas em 23 (76,7%), de óculos em 19 (63,4%), de máscaras em 12 (40%), de protetor auricular em 7 (23,4%) e 2 não utilizavam equipamentos.

Quanto aos acidentes de trabalho registrados nos seis meses anteriores à pesquisa, das 32 organizações, 20 (62,5%) relataram ocorrência de acidentes. A maioria era resultante de cortes com vidro como mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Acidentes de trabalho relatados nas organizações de catadores

Equipamentos	Cooperativas	% Possui	Cooperativas	% Utiliza
Luvas	30	96,8	28	93,3
Botas	26	83,9	23	76,7
Óculos	25	80,6	19	63,3
Máscara	18	58,1	12	40,0
Protetor auricular	13	41,9	7	23,3
Não possuem	2	6,5	2	6,7

Apesar de quase 95% das organizações entrevistadas afirmarem utilizar luvas, constatou-se um número significativo de acidentes de trabalho causados por cortes e pela falta de uso adequado de EPIs. No município de São Paulo, a alta incidência de acidentes, por prensagem, indica uma provável falha de orientação para o uso do equipamento. É importante destacar que 31,3% das organizações registraram mais de um tipo de acidente de trabalho.

Estes resultados mostram que é necessário realizar campanhas de prevenção e vacinação junto aos catadores em relação ao tétano e hepatite.

A observação da área de trabalho na maioria das organizações mostrou condições de precariedade no que se refere à limpeza, e em muitas, a presença de fortes odores, insetos e roedores. A pesquisa não abordou diretamente esta questão com os entrevistados, e baseou-se nas observações dos entrevistadores, mas seria importante aprofundar esta questão da maior relevância para as questões de saúde.

Considera-se, portanto, necessário aumentar a fiscalização em centrais de triagem e locais de armazenamento de materiais para evitar a proliferação de vetores de doenças e controlar uso de EPIs pelos membros.

O turno de trabalho de 23 organizações (74,2%) variava entre 4 e 8 horas, de 8 (oito) variava entre 8 e 12 horas, e 1 (hum) não respondeu.

Os resultados mostraram que, de fato, os membros das organizações estavam muito pouco assistidos por elas. Isto revelou a precariedade do funcionamento destas organizações no sistema cooperativista, cujo objetivo é promover o bem-estar dos membros e o acesso a benefícios. Vale ressaltar que o benefício mais recorrente era o de férias remuneradas e, mesmo assim, só um terço oferecia a garantia desse benefício.

As organizações entrevistadas indicaram nove tipos de parceiros, em respostas de múltipla escolha. As indústrias eram parceiras de 19 organizações (59,4%); 6 (seis)

mencionaram as ONGs (18,7%), 3 (três) o Poder Público Estadual (9,4%), 3 (três) o Poder Público Federal (9,4%), 5 (cinco) incluíram as entidades religiosas (15,6%), apenas 1 (hum) referiu-se à entidade filantrópica (3,1%), 1 (hum) tinha parceria com o Movimento Nacional dos Catadores (3,1%), 1 (hum) com Associação de Bairro (3,1%) e 5 (cinco) não tinham parcerias (15,6%).

As parcerias consistiam em diversas atividades de apoio: doação de equipamentos, capacitação, alfabetização, doação de materiais e doação de materiais de divulgação. sete organizações receberam doação de equipamentos (21,8%), 10 tinham parceria em atividades de capacitação (31,2%), 7 tinham apoio para alfabetização (21,8%), 18 recebiam doação de materiais recicláveis (56,5%), 10 recebiam doação de materiais de divulgação (31,2%), 2 recebiam outros tipos de apoio (6,2%) e 7 não tinham parcerias.

Do total das organizações, 4 afirmaram que a divulgação do programa só ocorreu no seu início (12,5%), 21 tinham divulgação periódica, uma vez a cada três meses (65,6%), sendo que deste total, 57,2% eram cooperativas do município de São Paulo e 42,8% de outros municípios. Apenas 5 (cinco) mencionaram tratar-se de atividade periódica, uma vez por ano (15,6%).

Todas as organizações responderam à questão referente à participação de seus membros em reuniões, mediante escala de avaliação qualitativa. Apenas 2 (dois) disseram que não havia participação nenhuma (6,3%), 19 consideravam-na muito baixa (59,4%), 6 (seis) consideravam baixa (18,8%) e 5 (cinco) consideravam regular (15,6%). Nenhuma considerou alta ou muito alta.

Existia pouca visibilidade da atuação das organizações, o que tornava mais restrito o apoio e interesse da população. Considerando-se tratar de atividades que geram emprego e renda e, que em geral, têm aceitação na sociedade, podem parecer contraditórios a baixa participação da população e o relato de alta porcentagem de divulgação dos programas de coleta seletiva.

Quanto aos problemas enfrentados pelas organizações três eram os mais apontados: precariedade na infraestrutura de trabalho, problemas de relacionamento entre os membros e de organização interna, falta de capacitação para empreendedorismo/profissionalização. Outros aspectos foram destacados: queda na quantidade de material reciclável, falta de conscientização da população, problemas na divulgação do programa, falta de capital de giro e falta de apoio da prefeitura. Outros aspectos mencionados com bastante destaque eram associados a problemas de relacionamento e à falta de experiência na prática cooperativista. Quanto à falta de material reciclável ou queda na quantidade coletada, 17 organizações (41,1%) relataram o problema. Já a maioria das 15 organizações do município de São Paulo não sentia a queda na quantidade de material.

Do total das 32 organizações, 10 (dez) consideravam que o programa estava consolidado no município (31,3%), 17 que não estava (53,2%), 2 (dois) que estava parcialmente (6,2%), 1 (hum) não soube dizer (3,1%) e 2 (dois) não responderam (6,2%).

A justificativa da não consolidação dos programas era atribuída à falta de informação/divulgação e carência de educação ambiental (41,1%).

Dentre as que responderam afirmativamente, a ênfase era que o nível de conscientização da população permitiria exigir da prefeitura a continuidade dos programas (30% das organizações) e fidelidade das parcerias (6,2%). As demais apontaram as seguintes razões da consolidação: rendimento estável dos cooperados, divulgação do programa pela cooperativa, reconhecimento nacional e internacional, importância para a vida útil do aterro e valorização do trabalho.

4.3 Índices de sustentabilidade para programas municipais de coleta seletiva e para organizações de catadores de materiais recicláveis

Desenvolveram-se as seguintes matrizes discursivas de sustentabilidade que embasaram a seleção dos indicadores. Sustentabilidade de um programa socioambiental de coleta seletiva foi definida pela equipe da pesquisa como a capacidade de desenvolver suas atividades com garantia legal e de recursos e com a meta de universalização dos serviços e obtenção de resultados ambientais e sociais crescentes. Sustentabilidade socioeconômica e institucional das organizações foi definida como a capacidade de desenvolver suas atividades, com a garantia de regularização institucional e a realização de trabalho e geração de renda em condições adequadas aos membros da organização.

A partir dos 6 (seis) indicadores dos programas e 12 (doze) indicadores das organizações de catadores considerados na presente pesquisa foram estabelecidas matrizes de sustentabilidade tanto para os Programas quanto para as Organizações que permitiram a atribuição de um valor numérico a cada programa ou organização estudada, a comparação entre estes e a sua hierarquização.

Indicadores de sustentabilidade dos programas:

1. Sustentabilidade econômica;
2. Marco legal;
3. Parcerias do programa de coleta seletiva;

4. Cobertura da coleta;
5. Índice de recuperação de materiais recicláveis – IRMR;
6. Índice de rejeito – IR.

Categorias e indicadores de sustentabilidade das organizações de catadores:

Dimensão política e institucional

- Indicador 1 - Regularização da organização;
- Indicador 2 - Instrumento legal da parceria.

Dinâmica socioeconômica e organizacional

- Indicador 3 - Rotatividade anual dos membros;
- Indicador 4 - Capacitação dos membros;
- Indicador 5 - Renda mensal por membro da organização;
- Indicador 6 - Participação dos membros.

Infraestrutura e equipamentos

- Indicador 7 - Condição da instalação;
- Indicador 8 - Equipamentos/Veículos.

Condições de trabalho

- Indicador 9 - Horas trabalhadas/dia/membro;
- Indicador 10 - Benefícios para os membros;
- Indicador 11 - Uso de Equipamentos de Proteção Individual - EPIs.

Rede de apoio das organizações

- Indicador 12 - Número total de parcerias das organizações.

Considerou-se que cada valor + (mais), atribuído ao indicador em análise, valeria 1 ponto; cada valor +/- (mais ou menos) valeria 0,5 pontos e cada valor – (menos) não somaria nenhum ponto. A somatória dos valores numéricos levou a um número que representava o índice de sustentabilidade do programa ou organização.

Ainda, para melhor visualizar a sustentabilidade, a equipe técnica considerou importante estabelecer graus de sustentabilidade, decodificando o valor numérico atribuído aos programas (Tabela 3) e às organizações (tabela 4) nas categorias: alto, médio e baixo graus de sustentabilidade.

Tabela 3 – *Ranking* de sustentabilidade dos programas municipais de coleta seletiva

Municípios	Ind. 1	Ind. 2	Ind. 3	Ind. 4	Ind. 5	Ind. 6	Índice de sustentabilidade	Grau de sustentabilidade
São Paulo	+	+	-	-	-	-	2,0	Médio
Barueri	-	+	-	+	-	+/-	2,5	Médio
Carapicuíba	+/-	+/-	+	-	-	NS	1,5	Baixo
Diadema	-	+/-	+/-	-	-	+/-	2,0	Médio
Embu	+/-	+/-	+	+/-	-	+/-	3,0	Médio
Itapecerica	-	+/-	+/-	NS	-	+	2,0	Médio
Jandira	-	+/-	-	-	-	NS	0,5	Baixo
Poá	+/-	+	+	-	-	+/-	3,0	Médio
Santana P.	+/-	-	+/-	-	-	-	1,0	Baixo
Santo André	+	+	+/-	+	-	-	3,5	Médio
São Bernardo	+/-	+/-	+	-	-	NS	2,0	Médio

Os indicadores que, em seu conjunto, mais afetaram negativamente o índice de sustentabilidade dos programas (Tabela 3) foram: inexistência de taxa específica, baixo índice de recuperação de materiais recicláveis e baixa cobertura da coleta. Os indicadores que afetaram positivamente os programas foram: existência de marco legal e parcerias do programa. Já com relação ao baixo índice de rejeito, que é um importante indicador de eficiência do programa, apenas um dos programas estudados apresentou índice próximo da sustentabilidade ($\leq 7\%$), os demais apresentaram grau médio, baixo ou não responderam a essa questão.

Os indicadores que, em conjunto, mais afetaram negativamente o índice de sustentabilidade das Organizações de Coleta de Materiais Recicláveis, conforme mostra a tabela 4, a seguir, foram: inexistência de convênios firmados com as prefeituras, falta de área própria e de equipamentos/veículos próprios e baixa capacidade das organizações de proporcionarem benefícios aos seus membros.

Os indicadores que afetaram positivamente a pontuação foram: situação de regularização das organizações, existência de cursos de capacitação e o fato de seus membros trabalharem mais de 6 horas/dia.

Tabela 4 – *Ranking* de sustentabilidade das organizações de catadores, por município

Organização	Indicadores												Índice	Grau
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1-Reciclagem Veloso Cotrica	+	+	+	+	+/-	+	-	+/-	+	+/-	-	+	8,5	Alto
2-Cooperyara	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+/-	6,5	Médio A
3-Cooperlimpa	+	+	-	+	+/-	+/-	-	+/-	+/-	-	+	-	6,0	Médio A
4-Vila Popular	-	ns	+	-	-	+	-	-	+	+/-	+	-	4,5	MédioB
5-Chico Mendes	-	ns	-	+/-	-	+	-	-	+	-	+	+/-	5,0	Médio B
6-Nova Conquista	-	ns	-	-	+/-	+/-	-	-	+	+/-	+	+/-	4,0	MédioB
7-Bom Viver	-	+	-	+	+/-	+	-	-	+	-	+/-	+/-	5,5	MédioB
8-Coopermape	+	-	+	+/-	+	+	-	-	+	+	+	+	8,5	Alto
9-Acamaris	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+/-	2,5	Baixo
10-Chico Mendes Jand.	+	+/-	-	-	+/-	+/-	-	-	+	+/-	-	+	5,0	Médio B
11-Amigos do meio ambiente	+	+	+	-	-	+	+/-	-	+	+/-	+	+/-	7,5	Médio A
12-Cruma	+	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+/-	+/-	-	7,5	MédioA
13-Avemare	+	ns	ns	-	+/-	-	-	-	+	-	+	-	3,5	Baixo
14-Coopcidade Limpa	+	+	-	+	+/-	+/-	-	+/-	+	+	+/-	+/-	7,5	Médio A
15-Coopcicla	+	-	-	+	+/-	-	-	-	+	-	+/-	+	5,0	Médio B
16-Raio de Luz	+	-	+/-	+	+/-	+	-	-	+	-	+	+	7,0	Médio A

Organização	Indicadores												Índice	Grau
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
17-Refazendo	+	-	+	+	+	+/-	-	-	+	-	+	+	7,5	Médio A
18-Cooperviva	+	-	-	+/-	+	-	-	-	+	-	+	-	4,5	Médio B
19-Cooperação	+	+	-	+/-	ns	-	-	-	+	+/-	+	+/-	5,5	Médio B
20-Tietê	+	-	ns	+/-	+	-	-	-	+	+/-	+/-	+/-	5,0	MédioB
21-Coopere	+	-	+	+/-	+	+	-	-	+	-	-	+	6,5	Médio A
22-Santo Amaro	+	-	-	+/-	-	+	-	-	+	+/-	+/-	+	5,5	Médio B
23-Cooperleste	+	-	+	+/-	+	+	-	-	+	+/-	+	+/-	7,5	Médio A
24-Cooperunião	+	-	+	+/-	+/-	+	-	-	+	-	+	-	6,0	Médio A
25-Vila Prudente	+	-	+	+/-	+/-	+	-	-	+	-	+/-	-	5,5	MédioB
26-Coopercaps	+	-	+	+/-	ns	+	-	-	+	-	+	+	6,5	Médio A
27-Nova Conquista	+	-	+	+/-	+	+	-	-	+	+/-	+/-	+/-	7,0	Médio A
28-Pirituba	-	-	+/-	+/-	+/-	+	-	-	+	-	+	+/-	5,0	Médio B
29-Santo Amaro	+	+	+	+/-	+/-	+	-	-	+	-	+	+/-	7,5	Médio A
30-Sem Fronteiras	+	-	+	+/-	+/-	-	-	-	+	+/-	+	+/-	6,0	Médio A
31-Coopervila	+	+	+	+/-	+/-	-	-	-	+	+/-	+	+/-	7,0	Médio A
32-Vitória da Penha	+	-	ns	+/-	+/-	+	-	-	+	+/-	+	+/-	6,0	Médio A

Legenda – NS – não sabe Médio A – médio alto Médio B – médio baixo

5 Conclusões

Inicialmente, verificou-se que o atendimento da população pela coleta regular de lixo, nos municípios da RMSP, é alto em relação aos demais no Brasil (IBGE, 2002). No entanto, ainda há diferenças espaciais no que diz respeito à percentagem de população atendida nos municípios da RMSP e à adequação sanitária e ambiental da disposição final de seus resíduos sólidos urbanos (SISINNO, 2000).

Verificou-se que mais da metade dos municípios desenvolvia programas de coleta seletiva, a maioria em parceria com organizações de catadores. Os municípios que ainda não tinham, pretendiam implantá-los no curto prazo. Tal fato demonstrou que o modelo de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores estava disseminado na RMSP.

Os municípios mais próximos da cidade de São Paulo eram os que implementaram programas de coleta seletiva em parceria com catadores organizados, assim como geravam maior quantidade diária de lixo. Tal distribuição possibilitou a formulação de algumas hipóteses explicativas. A primeira é que a região mais central congrega população de renda mais alta e um lixo mais rico em materiais recicláveis, o que serve de estímulo econômico à reciclagem. A segunda hipótese é que estes municípios concentrem maior número de indústrias que realizam reciclagem de materiais e que a menor distância a ser percorrida com os resíduos seria uma vantagem econômica. A terceira é que estas áreas possuem maior população, maior área urbanizada e, conseqüentemente, menor disponibilidade de áreas adequadas para disposição final de resíduos em aterros sanitários.

A falta de áreas, de certa forma, pressiona o poder público municipal a desenvolver programas de coleta seletiva para minimizar o volume de resíduos a serem destinados aos aterros, e a opção por fazê-lo em parceria com as organizações de catadores está associada aos menores custos e a uma abordagem de inclusão social e geração de trabalho e renda (NEDER, 1998; MPO, 1998; SINGER, 2002; ROMANI, 2004).

Constatou-se, além disso, que a tendência crescente de adoção desta modalidade de programa de coleta seletiva na RMSP é recente. Em que pese os primeiros programas em âmbito nacional terem começado no início da década de 1990, na RMSP, apenas nos últimos anos eles se disseminaram.

A implementação dos programas começou com continuidade e gradativamente em 1994, mas foi a partir do ano 2000 que se multiplicaram. Isto se deve, principalmente, à adoção por um número crescente de municípios de políticas de inclusão social, da necessidade de redução de custos na coleta seletiva, dos resultados positivos acumulados em experiências de outros municípios brasileiros e também pela pressão exercida pelos movimentos organizados de catadores e pelos fóruns nacionais e regionais.

A pesquisa mostrou que o arranjo institucional era frágil e não contemplava a inserção de catadores de forma sustentável nos sistemas municipais de limpeza pública. Existiam problemas de estabilidade e garantia de continuidade do funcionamento das organizações nos sistemas municipais, pois nem todas tinham convênios formais firmados e todas manifestavam insegurança face às mudanças de governo municipal, inclusive aquelas que existiam há mais tempo.

A não remuneração pelos serviços prestados, na maioria dos casos, fazia da comercialização dos recicláveis, a única fonte de renda. O problema da falta de capital de giro, fato comum à maioria das organizações econômicas formadas pelo segmento de renda mais baixa da população, dificultava a adequação tecnológica para atender ao sistema de coleta seletiva e à aquisição de materiais recicláveis coletados por catadores autônomos, que, de certa forma, facilitariam o seu engajamento junto às organizações.

Tanto os coordenadores dos programas, quanto os presidentes das organizações, ressaltaram que um dos principais fatores que afetava a sustentabilidade e continuidade dos programas era a queda na quantidade de material reciclável coletado devido à concorrência dos catadores autônomos e de outros atores que participam da cadeia da reciclagem (DEMAJOROVIC et al., 2006).

Não foi possível avaliar a sustentabilidade econômica dos programas, devido à falta/precariedade de dados disponíveis nas prefeituras. Isto indicou a falta de controle global do programa pelo órgão gestor e o desconhecimento do custo real do sistema.

A comparação das respostas dos representantes do poder público e das organizações revelou discrepâncias importantes, comprovando o fato de que as prefeituras tinham informações imprecisas sobre estes programas. Isto é particularmente grave, num contexto em que todas as prefeituras pesquisadas pretendiam expandir o programa em curto prazo.

Do ponto de vista da inclusão social e geração de postos de trabalho, os programas, tal qual estavam estruturados, eram pouco eficientes. O número de catadores envolvidos era muito pequeno, sobretudo quando se comparava ao total de habitantes da RMSP, ao número de desempregados na região e de catadores autônomos. A alta rotatividade e a falta de formação gerencial e organizacional permanente dos catadores eram fatores que afetavam a sustentabilidade.

Por outro lado, a análise dos custos mensais de 3 (três) programas, informados pelas prefeituras, associados aos números de catadores envolvidos, permitiu calcular os custos mensais por posto de trabalho criado. Estes valores variaram de R\$166,00 por posto criado, em Santo André, a R\$1.285,00, em São Bernardo. Em São Paulo, o valor médio ficou em R\$565,00/mês por posto criado. Considerou-se que a inserção dos catadores no mercado de trabalho se deu sem custos muito elevados, quando o programa era eficiente, trazendo benefícios ambientais e economia na coleta seletiva para as prefeituras.

Os benefícios oferecidos pelas prefeituras às organizações variavam e não chegavam a compensá-las pelo trabalho realizado. A maioria das organizações também não oferecia benefícios aos seus membros.

A existência de cursos de alfabetização, gerenciamento, etc. e de reuniões entre os membros representava ganhos importantes de capital social (JACOBI e TEIXEIRA, 1996; PUTNAM, 1996;) para a população envolvida.

Em termos de sustentabilidade ambiental, os volumes de resíduos reciclados e desviados de aterros por estes programas eram bastante restritos, não chegando a impactar positivamente os sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos municipais. Cabe ressaltar que a maior quantidade de materiais coletados se deve ao trabalho dos catadores autônomos, e assim os modelos que não incorporarem estes catadores correm riscos de não ampliarem seus programas.

Os resultados obtidos pela pesquisa possibilitaram a identificação de fatores que reforçam ou reduzem o potencial de sustentabilidade dos programas. Pode-se afirmar, a partir dos resultados, que nenhum dos programas estudados conseguiu atingir alto grau de sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Com relação às organizações de catadores, apenas duas atingiram alto grau. No outro extremo, três programas e duas organizações apresentaram baixo grau de sustentabilidade e os demais programas e organizações, grau médio.

Não se pode desconsiderar o fato de que o quadro é dinâmico. As mudanças estão, no geral, associadas à vontade política dos governos municipais, à legislação que permita a remuneração destes serviços prestados por organizações de catadores e também às oscilações dos preços de mercado de recicláveis que tanto podem estimular quanto desestimular esta atividade. No entanto, os indicadores desenvolvidos podem ser utilizados como instrumentos efetivos de avaliação e monitoramento destes programas, permitindo seu aprimoramento na perspectiva de maior sustentabilidade social, econômica, sanitária e ambiental.

6 Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa

- Apoiar os programas de coleta seletiva em parceria com catadores organizados;
- Definir metas de implantação e ampliação da coleta seletiva nos municípios;
- Recomendar a cobrança dos custos reais do sistema de gestão dos resíduos sólidos, como forma de incentivar a separação e a entrega de materiais recicláveis às organizações;

- Divulgar os programas para ampliar participação da população e volume de materiais coletados de forma mais adequada, diminuindo concomitantemente os índices de rejeito e aumentando as taxas de desvio de aterro;
- Realizar campanhas de prevenção e vacinação junto aos catadores em relação ao tétano e à hepatite;
- Aumentar fiscalização em centrais de triagem e locais de armazenamento de materiais para evitar proliferação de vetores de doenças e controlar uso de EPIs pelos membros;
- Realizar vigilância da qualidade ambiental dos centros de triagem e da saúde dos trabalhadores;
- Realizar campanhas para aumentar a adesão de catadores às organizações e conseqüentemente aos benefícios que as parcerias podem lhe propiciar;
- Realizar cursos aos membros das organizações associados com a saúde do trabalhador, vigilância ambiental, ambiente de trabalho e qualidade de vida, impactos dos resíduos sólidos na saúde, prevenção de acidentes no trabalho, ergonomia no trabalho, promoção da saúde e educação sanitária e ambiental;
- Apoiar pesquisas de validação de indicadores de sustentabilidade voltados para programas de coleta seletiva e recomendar o uso destes ou de outros indicadores complementares aos programas desenvolvidos em parceria com organizações de catadores.

7 Referências bibliográficas

ABREU, M. F. **Do lixo à cidadania: estratégias para a Ação**. Brasília: Caixa, 2001. 94p.

BESEN, G. R. **Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na Região Metropolitana de São Paulo**. 2006. 195 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Planejamento Urbano. **Avaliação dos serviços de limpeza urbana e avaliação de experiências de coleta seletiva / reciclagem de resíduos sólidos urbanos**. Brasília: Sepurb, 1998.

BRINGHENTI, J. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população**. 2004. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CONCEIÇÃO, M. M. **Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade: análise interdisciplinar das cooperativas de reciclagem**. Campinas: Editora Átomo, 2003.

DEMAJOROVIC, J. et al. Gestão compartilhada de resíduos sólidos – novos atores e conflitos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: PROJETOS SÓCIO-ECONÔMICOS, 7., 2004. **Anais...** São Paulo: ABES, 2004.

DEMAJOROVIC, J. et al. Os desafios da gestão compartilhada de resíduos sólidos face à lógica do mercado. In: JACOBI, P.; FERREIRA L. (Org.). **Diálogos em ambiente e sociedade**. São Paulo: ANPP; Annablume, 2006. p. 389-410.

EIGENHERR, E. **Coleta seletiva de lixo: experiências brasileiras** - n. 1. Rio de Janeiro: UFF/CIRS, 1996.

EIGENHERR, E. **Coleta seletiva de lixo: experiências brasileiras**. n. 4. Rio de Janeiro: UFF/CIRS, 2003.

GONÇALVES, A. et al. **Metodologia para a organização social dos catadores**. São Paulo: Pastoral de Rua, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

JACOBI, P.; TEIXEIRA, M. A. **Criação do capital social: o caso ASMARE**. São Paulo: FGV, 1996.

MARTINS, C. B. **Trabalhadores na reciclagem do lixo: dinâmicas econômicas, socio-ambientais e políticas na perspectiva do empoderamento**. 2003. Tese (Doutorado em sociologia) - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

NEDER, L. T. C. Reciclagem de resíduos sólidos de origem domiciliar: análise da implantação e da evolução de programas institucionais de coleta seletiva em alguns municípios brasileiros. In: VEIGA, J. E. (Org.). **Ciência ambiental: primeiros mestrados**. São Paulo: Annablume; Fapesp, 1998. p. 152-186.

PUTNAM, R. **Comunidade e democracia**. Rio de Janeiro: FGV, 1996.

ROMANI, A. P. **O poder público municipal e as organizações de catadores**. Rio de Janeiro: IBAM; DUMA; CAIXA, 2004. 72p.

RIBEIRO, H.; BESEN, G. R. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas, três estudos de caso. **Revista Interfacehs**, v. 2, n. 4, p.1-5, 2007. Disponível em: <<http://www.interfacehs.sp.senac.br/br>>.

SINGER, P. A. recente ressurreição da economia solidária no Brasil. In: SANTOS, B. S. (Org.). **Produzir para viver: os caminhos da produção não capitalista**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira; 2002. p. 81-126.

SISINNO, C. S.; OLIVEIRA, R. M. (Org.). **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2000. 142p.

Implantação de um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos no arraial de São Francisco da Mombaça

Participantes: Sandra Maria Furiam Dias (coordenadora), Luciano Mendes Souza Vaz, Áurea Chateaubriand Andrade Campos, Arlene Bitencourt de Castro Novaes, José Chaves da Silva

Proponente e executora: Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Resumo

Na Bahia, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2000), 62,0% dos seus municípios possui população de até 20.000 habitantes, concentrando 25% da população baiana que é de 13.067.731 habitantes, gerando cerca de 1.630 toneladas/dia de resíduos (considerando 0,5 kg/habitante/dia). Observa-se que esses municípios bem como as comunidades rurais sofrem com o manejo inadequado de seus resíduos uma vez que a maioria delas é excluída do sistema de coleta dos resíduos sólidos domiciliares. Também, municípios de pequeno porte enfrentam dificuldades financeiras para implantar sistema de limpeza urbana sanitariamente adequado, bem como a baixa capacitação técnica em seus quadros, levando a procedimentos inadequados como o despejo em lixões a céu aberto e cursos de água, causando impactos ambientais e de saúde. Nesse sentido, propostas de manejo dos resíduos sólidos produzidos nessas comunidades devem ser pesquisadas levando em conta os princípios das tecnologias apropriadas e da sustentabilidade. O objetivo da pesquisa foi desenvolver o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos no Arraial de São Francisco da Mombaça, Bahia. O Arraial é uma pequena localidade onde vive uma população de 666 pessoas distribuída em 166 domicílios, localizada a 4 km do município de Conceição do Almeida e 180 km de Salvador, Bahia. A metodologia para a concepção e implantação do projeto é a da pesquisa-ação. A principal característica da pesquisa-ação é que as pessoas envolvidas no processo são consideradas como portadoras de conhecimentos e habilidades para contribuir e agir em todo o processo (diagnóstico, planejamento, ação e avaliação) em estreita interação com

o pesquisador. Assim, em todas as etapas da construção e de implantação do projeto foi considerado o saber das pessoas da comunidade por meio de relatos em reuniões convocadas para atender aos objetivos do projeto. A partir de observações de campo e do planejamento participativo foi elaborado o projeto em que os resíduos orgânicos deverão sofrer o processo de compostagem (doméstica ou solidária), os resíduos secos possíveis de serem reciclados deverão ser comercializados e os restantes, encaminhados para a coleta pública. Parte dos resíduos recicláveis serão matéria-prima para utilização na oficina de papel ou serão reaproveitados em artesanato por pessoas da Associação Comunitária local, parceira no projeto, com o objetivo de gerar renda para os envolvidos. O projeto instalou lixeiras públicas com adesivos educativos que sugere a importância da limpeza pública para a saúde e para o meio ambiente; implantou composteiras domésticas construídas em madeira e composteira solidária com o devido acompanhamento por meio de fichas de avaliação com observações sobre os aspectos sanitários da compostagem. Foram realizadas atividades de educação ambiental com a comunidade e na escola com o objetivo de sensibilizar as pessoas na segregação e entrega dos resíduos secos com mercado nos acondicionadores instalados na sede da Associação Comunitária. Também está sendo implantado o plano de varrição e de coleta de lixo contido nas lixeiras públicas instaladas. O projeto formou um grupo de jovens da comunidade para serem educadores ambientais na região e facilitou a criação do grupo da terceira idade na localidade.

Palavras-chave: resíduos sólidos, saúde pública, compostagem, educação ambiental.

Abstract

In Bahia, according to the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2000), 62.0 % of its urban communities have up to 20,000 residents, which represents 25% of the state's population, that has 13,067,731 inhabitants, producing about 1,630 ton/day (considering 0.5 kg/person/day) of solid waste. It is noticeable that those communities and the rural communities suffer with the wrong management of its waste. In addition small towns have financial problems to implement a proper urban cleaning system, and the lack of technical knowledge of its staff, leads to inappropriate procedures such as the discharge of the garbage in open sky sites and in water courses with no treatment, impacting the environment and people's health. Therein, management proposals of the solid waste produced in those communities may be researched considering the proper technology and the sustainability principles. This research's purpose was to diagnose, to determine and to improve the urban garbage management system in Arraial de São Francisco da Mombaça – BA, besides the implantation of the organic waste treatment for the usage of the community itself. The village is a small place with 666 people living in 166 houses, 4 km far from the district of Conceição do Almeida which is 180 km away from Salvador, capital of Bahia. The methodology used for this project is "action research". The main characteristic for this action research is involving people at the process, taking into consideration their traditional knowledge. Thus, during all the projects construction and implantation the local people have been our partner and mainly collaborator. From field observations, questionnaires applied to the inhabitants, the physical characterization of the solid waste and the participative planning was conceived and elaborated the project where the organic waste would go through composting process (domestic or solidary), the possible recyclable dry waste would be commercialized and the remains would be directed to public garbage collection. Part of the recyclable waste would be raw material for use in the paper workshop or to be transformed into handcrafts by the local Communitarian Association people, in partnership to the involved ones. The project installed public garbage cans with educative adhesives that suggest how important public cleanness is for the health and the environment; it implanted domestic composting process in wood and a solitary composting that was tracked by means of evaluation papers with comments on the sanitary aspects of the composting process; distribution of garbage cans in bars. Activities of environment education were held with the community and the school to sensitize the people in the segregation and delivery of the dry waste with market in the packers installed in the Community Association headquarters. The project is also stimulating the adoption of the plan of the streets cleaning and the collection of the public's garbage cans garbage. The project

formed a youth group from the community to be environment educators in the region and it participated on the formation of a senile group.

Keywords: solid wastes, public health, composting, environmental education.

1 Introdução

O desenvolvimento tecnológico ocorrido nas últimas décadas proporcionou a incorporação de novos produtos no mercado e conseqüentemente uma diversidade de resíduos sólidos de difícil degradação e perigosos ao ambiente e à saúde. As comunidades rurais sofrem com esse fato à medida que a maioria delas é excluída do sistema de coleta dos resíduos sólidos urbanos dos municípios. Também, municípios de pequeno porte enfrentam dificuldades financeiras para implantar sistema de limpeza urbana sanitariamente adequado, bem como a baixa capacitação técnica em seus quadros, o que leva aos procedimentos inadequados como o despejo em lixões a céu aberto e cursos de água, causando impactos ambientais e de saúde.

Em 1998, foi celebrada uma parceria entre Associação Comunitária do Arraial de São Francisco da Mombaça (ACASFMombaça) e a Equipe de Estudo e Educação Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana (EEA/UEFS) para o desenvolvimento de várias atividades técnicas e educacionais relacionadas à questão do lixo. Com o desenvolvimento das atividades, idealizou-se, para solucionar o descarte do lixo no Arraial, o incentivo aos moradores de levarem seus resíduos até o terreno de descarte clandestino, de forma separada: orgânico e seco. O material orgânico deveria ser descartado em uma composteira coletiva e o seco em uma baia, ambas construídas no terreno. Como o lixo ficou confinado em pequeno espaço, foi utilizado o restante do terreno para a implantação de uma praça planejada e implementada pelas pessoas da própria comunidade.

O processo de manejo dos resíduos implantado na forma descrita funcionou satisfatoriamente durante oito meses do ano de 2000. Em avaliação de projetos de Educação Ambiental voltados para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (DIAS, 2003), que teve como um dos objetos de estudo o projeto desenvolvido no Arraial de São Francisco da Mombaça, foram levantados vários aspectos que determinaram a não continuidade do sistema local de manejo do lixo, podendo-se citar: deficiência na infraestrutura e de recursos humanos para o gerenciamento proposto, poucos recursos financeiros disponíveis e descontinuidade da freqüência da coleta pelo poder público.

A presente pesquisa Implantação de um Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no Arraial de São Francisco da Mombaça/BA levou em conta os aspectos levantados e, também, buscou desenvolver, junto à comunidade do Arraial de São Francisco da Mombaça, o gerenciamento dos seus resíduos através de uma solução que contemple os princípios da tecnologia apropriada, ser de baixo custo, adaptável à realidade local, favorecer a autonomia local, utilização de equipamentos de fácil

manuseio e de mão-de-obra local, ser replicável e permitir a gestão comunitária. Para isso, a metodologia utilizada foi a pesquisa-ação onde os sujeitos beneficiados pela ação social são considerados como portadores de conhecimentos e habilidades para contribuir e agir em todo o processo (diagnóstico, planejamento, ação e avaliação) em estreita interação com o pesquisador (BARIER, 1985 e THIOLENT, 2000).

2 Objetivos

O objetivo geral do projeto foi de avaliar, diagnosticar e aprimorar o sistema de gerenciamento dos resíduos domiciliares e públicos adotado no Arraial de São Francisco da Mombaça – Bahia, além de implantar o tratamento de seus resíduos orgânicos para utilização da própria comunidade.

Como objetivos específicos: Avaliar e Diagnosticar o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da comunidade do Arraial de São Francisco de Mombaça; Elaborar participativamente o Projeto de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos utilizando-se a Educação Ambiental como elemento de transformação e Implantar e avaliar o Projeto de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos.

3 Metodologia

O desenvolvimento da pesquisa teve como base a pesquisa-ação. Segundo Barrier (1985) e Thiollent (2000) as principais características da pesquisa-ação são:

- A implicação do pesquisador no processo de investigação;
- A pesquisa desenvolve-se a partir de questões de ordem prática e é orientada para a solução de problemas;
- Deve ser acompanhada de uma reflexão autocrítica objetiva e de uma avaliação de resultados; destina-se a grupos que desejam tornar-se sujeitos e não objetos da ação social.

As etapas da pesquisa contemplaram o Diagnóstico do Sistema de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos, a construção e implantação do Projeto de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos para Sociedades Sustentáveis.

3.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no Arraial de São Francisco da Mombaça. O Arraial de São Francisco da Mombaça pertence ao Município de Conceição do Almeida, do qual está a uma distância de 4 km. Este município dista 159 km de Salvador, ocupa uma área de 262 km² e está localizado no Recôncavo Baiano.

No Arraial de São Francisco da Mombaça vive uma população estimada de 666 pessoas distribuídas em 166 domicílios. O acesso ao Arraial é feito pela rodovia estadual asfaltada BA-242 que liga Conceição do Almeida a São Felipe.

3.2 Diagnóstico do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos

Para a elaboração de projetos de saneamento ambiental é fundamental o diagnóstico do local onde serão promovidas as melhorias sanitárias. Em projetos de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos o processo de conhecimento local deve promover, desde o início, o envolvimento comunitário por meio de estratégias de Educação Ambiental, onde a população alvo possa falar de seus hábitos, de sua cultura, de suas potencialidades e problemas e do manejo de seus resíduos. Neste contexto, para o gerenciamento de resíduos sólidos não se deve buscar receitas prontas e sim aquela apropriada à realidade local por meio da mobilização e participação comunitária.

Para tanto houve a necessidade de realizar, inicialmente o diagnóstico dos resíduos sólidos gerados na localidade. O diagnóstico contemplou:

1. Observações de campo não estruturadas para observar os diversos fatores relacionados aos objetivos e ao alcance da pesquisa;
2. Estudo qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos gerados no local;
3. Coleta de dados secundários;
4. Aplicação dos questionários pelas Agentes Comunitárias de Saúde com vistas à obtenção de dados sobre os diversos aspectos do Arraial e de seus moradores;
5. Complementação pela comunidade local do diagnóstico realizado pela equipe executora do projeto, por meio do planejamento participativo que também foi utilizado como parte fundamental da mobilização comunitária e que foi realizado por meio de reuniões com a população local.

3.3 Formação e capacitação dos agentes locais de sustentabilidade (ALS)

Para a realização das etapas do projeto foi formado um grupo local do projeto denominado de Agentes Locais de Sustentabilidade, com os objetivos:

- Promover um diálogo entre a equipe responsável pelo projeto e a comunidade local;
- Desenvolver as atividades previstas no projeto;
- Promover a autonomia local na gestão de resíduos;
- Formar educadores para disseminar a resolução da problemática dos resíduos sólidos.

3.4 Construção do projeto de gestão integrada dos resíduos sólidos

Foram promovidas reuniões/oficinas com a comunidade local para a construção do projeto, utilizando-se técnicas do planejamento participativo para elaboração da proposta.

Levou-se em conta na construção do projeto os princípios desenvolvidos por Dias (2003), baseados na Agenda 21, Tratado sobre resíduos e Sachs (2000), abaixo descritos:

Princípio de precaução na adoção de qualquer nova tecnologia para a produção de produtos para o consumo, pois é mais sábio prevenir de que remediar os impactos negativos sobre o ambiente e sobre a saúde humana;

Princípio da responsabilidade social tanto do ponto de vista do empresário (extração da matéria-prima, produção, circulação, uso e descarte de seus produtos) como do usuário ao comprar e descartar;

Princípio da inclusão social, o que implica na redução da pobreza através da geração de emprego e renda. (possibilidade de utilização do material proveniente do lixo para a geração de renda: reciclagem de papel, utilização de retalhos, confecção de embalagens);

Princípio da participação popular na decisão sobre o gerenciamento de resíduos, não devendo estar sob controle exclusivo das autoridades e de técnicos;

Princípio de responsabilidade política através da adoção de regulações nacionais e internacionais que objetivam implementar tecnologias limpas de produção, resgatar os resíduos na sua origem e eliminar as embalagens que não sejam biodegradáveis,

reutilizáveis ou recicláveis, o que é um passo essencial para a criação de novas atitudes sociais e para prevenir os impactos negativos do consumismo ilimitado;
Princípio de utilização de tecnologias apropriadas de processamento de resíduos de acordo com o contexto socioeconômico, cultural e ambiental local;

Princípio da sustentabilidade ecológica e ambiental que consiste na limitação do uso dos recursos não renováveis e na preservação da capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais e da biodiversidade. O solo deve receber somente os resíduos não evitáveis, isto é, as atividades humanas devem gerar o mínimo possível de resíduo, reaproveitar o que for possível, processar, reciclar e tratar, antes da disposição final;

Princípio da universalidade e equidade dos serviços públicos de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos não evitáveis;

Princípio da cooperação entre governo e diferentes segmentos e atores sociais; também solidariedade e parceria entre sociedade, universidades e movimentos sociais (entidades ambientalistas, ONG's, sindicatos, associações de classe e de moradores);

Princípio da sustentabilidade econômico-financeira a qual inclui, conforme Moraes (2002), análises dos custos e possibilidades de recuperação dos mesmos, sistemas de taxas/tarifas/preços públicos baseados em custos reais (de forma a permitir a possibilidade de pagamento) e sistemas possíveis de serem mantidos.

Princípio do conhecimento (Educação Ambiental) de todos os aspectos envolvidos na problemática dos resíduos sólidos, base fundamental para a efetivação de todos os princípios elencados acima.

3.5 Estratégias de educação ambiental para a mobilização social

Formação de parcerias: buscou-se identificar e consolidar parcerias tanto com o poder público como de segmentos empresariais e grupos organizados.

Campanhas de sensibilização: levadas por meio de palestras, reuniões, apresentação de vídeos e material impresso e debates com a comunidade abordando os aspectos da realidade local e global, legislação pertinente, as causas da geração dos resíduos sólidos, como também as conseqüências de seu manejo inadequado para a saúde e para o ambiente.

Planejamento participativo: sendo um dos instrumentos de participação, foi utilizado para detectar potencialidades e problemas e propor soluções. Foi importante para o diagnóstico do manejo dos resíduos sólidos praticados no local. Esses aspectos são facilitadores da autopromoção para direcionar políticas sociais centradas nos próprios interesses e na satisfação de suas necessidades (DEMO, 1999).

Promoção da identidade comunitária: através do resgate da cultura local e estímulo à organização social. A promoção da identidade permite ao grupo sentir-se comunidade e ter vida própria, sendo um agente facilitador da participação.

Utilização de instrumento de marketing: tanto para divulgar informações, como para compor a parte visual da infraestrutura de coleta seletiva (acondicionadores, adesivos, etc.). Foram utilizados os meios de comunicação como carro de som e alto-falante da igreja.

3.6 Implantação e avaliação do sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos

Após a elaboração do projeto, o mesmo foi implantado no Arraial de São Francisco da Mombaça. O desenrolar do processo teve uma avaliação quantitativa dos resultados por meio da caracterização dos resíduos produzidos no local de forma sistemática. Esses dados permitiram visualizar ao longo do processo se houve melhorias na coleta seletiva, sinalizando que a comunidade está respondendo à intervenção educacional proposta. Observações sobre a organização do lixo nos locais de geração e a participação nos eventos (oficinas, reuniões) também foram utilizadas.

Além dessas ações foram utilizadas diversas formas de informação sobre o projeto em locais estratégicos do povoado, realização de oficinas à comunidade local, exposição de materiais produzidos pela Associação.

4 Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

4.1 Diagnóstico socioeconômico do Arraial de São Francisco da Mombaça

O Arraial de São Francisco da Mombaça pertence ao município de Conceição do Almeida, do qual está a uma distância de 4 km. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município de Conceição do Almeida é de 0,642 classificado em 125º lugar dentre os municípios baianos. Salvador tem o melhor IDH do estado 0,805 e o IDH médio do Estado da Bahia é de 0,693.

Conforme dados obtidos pelas entrevistas realizadas pelas Agentes Comunitárias locais que abrangeram 134 famílias, observou-se que a média de moradores por domicílio é de 4,1 pessoas e a maior concentração da população está na faixa etária de 20 a 39 anos (33,2%). A população dita da melhor idade compreende 8,89%.

Observa-se que a atividade agrícola é a maior fonte de renda comunidade (28%), seguida de emprego na fábrica (10,22%), ensino (9,78%). O trabalho na fábrica foi um acontecimento recente na região.

A faixa etária das pessoas que trabalham concentra-se entre 20 a 39 anos o que representa 16,49%; entre 40 e 49 anos o que representa 4,83%; entre 50 e 59 anos o que representa 3,67% da população. Na faixa etária entre 15 a 10 anos as pessoas que trabalham representam 1,74% da população. Não há trabalhadores com idade menor que 15 anos.

A renda familiar dos moradores do Arraial é, na sua maioria, concentrada na faixa de $\frac{1}{2}$ a 1 salário mínimo (61,2%), incluindo as famílias que são contempladas pela bolsa família. As que obtêm renda, exclusivamente da bolsa família, compreende cerca de 3,74% das famílias.

4.2 Caracterização do sistema de gestão de resíduos sólidos

O Arraial de São Francisco da Mombaça é servido pela coleta pública porta a porta de lixo. A frequência de coleta é três vezes por semana, nas terças e quintas-feiras e aos sábados. Observou-se que esse fato é reconhecido pela comunidade, uma vez que a maioria das pessoas (86%) está satisfeita com a coleta de lixo e tem conhecimento sobre a frequência da coleta pública (80%).

O Arraial conta com dois garis, funcionários da Prefeitura de Conceição do Almeida que são responsáveis pela varrição e pela manutenção da praça e do cemitério. Não há rotina nesses serviços e, também, há uma resistência dos garis em adaptar-se a ela. Esse pessoal varre as ruas, colocando os resíduos em carrinho de mão que são depositados em terrenos baldios e em um ponto da praça, fazendo com que, durante a coleta pública, os resíduos sejam depositados no caminhão com auxílio de uma pá. Os serviços de poda e pintura de meio-fio são executados com mão-de-obra fora do Arraial e acontecem próximo ao dia da festa do padroeiro da cidade.

O acondicionamento do lixo realizado pela maioria das pessoas é em saco ou em balde. A destinação do lixo orgânico é: descartado no lixo por 41,89% das famílias e reaproveitado por 57,3% dos moradores. Em relação à percentagem do resíduo orgânico reaproveitado, 41,22% é utilizado diretamente nas plantas, 8,78% é usado na alimentação de animais e 7,43% é utilizado para a compostagem.

Sobre a compostagem doméstica, observou-se pelas respostas obtidas no questionário que 56,72% dos entrevistados já ouviram falar em compostagem contra 43,28% que não ouviram falar sobre a mesma. Das famílias entrevistadas 14,93% delas responderam que fazem compostagem doméstica, 79,85% disseram que não e 5,22% não responderam. Das pessoas que fazem compostagem, 60% a realizam há menos de um ano, 35% há mais de um ano e 5% não respondeu. Foi perguntado para as pessoas que não fazem compostagem, se as mesmas gostariam de fazê-la. Responderam positivamente 36,57%, negativamente 46,27% e não responderam 17,16%.

A comercialização dos resíduos por parte das famílias entrevistadas não é comum (86,96 %). Apenas 2,17% têm incorporado à prática de comércio de plástico, vidro e latas, O comércio do papel é realizado por 5,8% da comunidade.

Sobre o conhecimento de doenças relacionadas ao lixo observou-se pelas respostas dos moradores do Arraial que 59,7% dos entrevistados conhece alguma das doenças, 32,8% não conhece e 7,5% não respondeu.

4.3 Formação de parcerias para implementação das ações de Gestão de Resíduos Sólidos

Um dos princípios da sustentabilidade é a formação de parcerias. No projeto foram firmadas parcerias com a Associação Comunitária do Arraial de São Francisco da Mombaça (ACASFMombaça), instituição que apoiou localmente a pesquisa (convênio publicado no Diário Oficial do Estado da Bahia em 04/09/2004), com a Prefeitura do Município de Conceição do Almeida na qual o Arraial faz parte administrativamente, com a Unidade de Saúde local por meio da enfermeira e das Agentes Comunitárias de Saúde (ACS) e com Escola Municipal Nicolau Coni, única escola local. Também, ao longo do processo, houve a adesão dos donos de bares do Arraial.

Esse fato foi importante, pois permitiu que houvesse na comunidade o ponto de referência do projeto. No local foram realizadas as várias oficinas previstas no projeto além da exposição permanente dos produtos confeccionados nas oficinas de reaproveitamento de resíduos.

A escola disponibilizou espaço físico para a realização das reuniões comunitárias e integrou-se com a equipe para realizar atividades com seus alunos.

4.4 Processo de seleção e capacitação do grupo local de pesquisadores

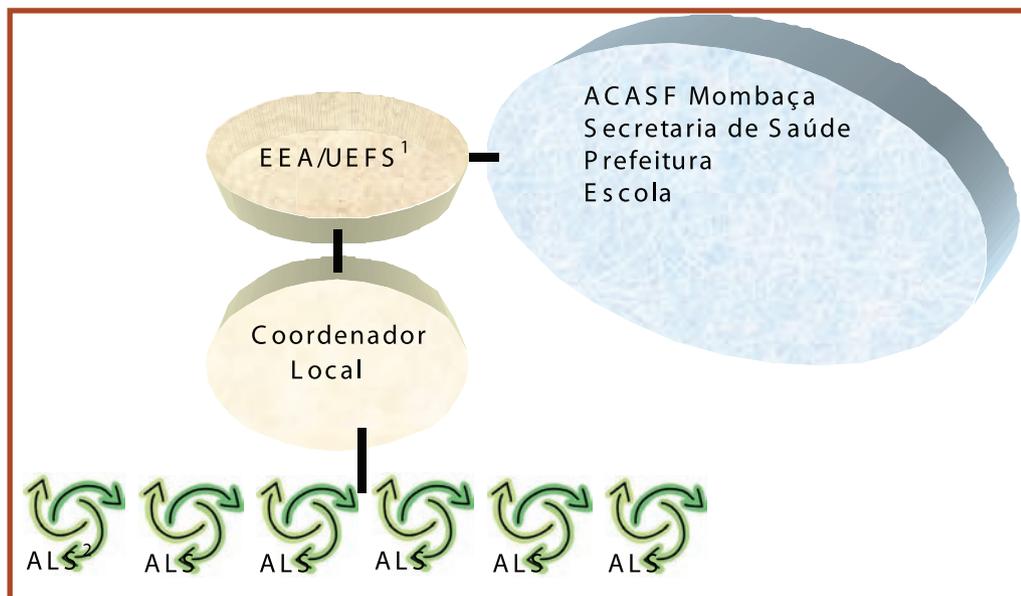
A ACASF Mombaça definiu o perfil para o coordenador local do projeto e para os Agentes Locais de Sustentabilidade. Para a escolha do coordenador, foi convocada uma reunião aberta à comunidade, onde o nome foi definido.

Após a definição da coordenadora iniciou-se o processo de escolha dos monitores. Para isso, foi aberto inscrição para todos os moradores interessados, obedecendo a determinados critérios. Observando os critérios da inscrição e do perfil definido anteriormente, foram selecionados 06 monitores.

A conformação do grupo formado pela EEA/UEFS para trabalhar o projeto encontra-se na figura 1.

O coordenador local e os monitores selecionados foram ao longo do processo capacitados nas diversas questões referentes aos objetivos do projeto. Os temas desenvolvidos foram os referentes à problemática dos resíduos sólidos, metodologia de caracterização dos resíduos e de diagnóstico participativo.

Figura 1 - Organização e articulação entre os parceiros e a equipe de trabalho.



1EEA/UEFS: Equipe de Estudo e Educação Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana.
2ALS: Agentes Locais de Sustentabilidade.

4.5 Caracterização física dos resíduos

A caracterização dos resíduos produzidos no Arraial de São Francisco da Mombaça serviu inicialmente para levantar dados qualitativos e quantitativos dos diversos resíduos produzidos no local. Posteriormente forneceu indicadores de eficiência do projeto proposto. Também foi usado como forma de mobilização comunitária pela forma como foi realizada. A equipe do projeto, devidamente paramentada, coletava o lixo em frente às residências e transportava com o auxílio de uma carroça até a praça da localidade para a devida caracterização. Esse procedimento diferente da rotina (coleta da prefeitura) chamava a atenção dos moradores permitindo que a equipe explicasse os objetivos do estudo e do projeto.

A geração *per capita* obtida indica uma geração de 0,3 kg/hab/dia. Observaram-se índices expressivos de Matéria Orgânica o que corresponde a 64% do total, o que não difere da realidade dos municípios de pequeno porte que, geralmente, atinge os patamares de cerca de 60 % (DIAS E VAZ, 2003). O valor encontrado da matéria orgânica gerada na comunidade corroborou para a implantação de estratégias de processamento biológico a exemplo da compostagem doméstica e a solidária.

Os outros materiais observados, com potencial de reciclagem, apresentaram índices baixos o que pode ser relacionado ao poder aquisitivo e a falta de atividade comercial local (armazéns, mercados, farmácias). Os resíduos plásticos, metal, papel e vidro perfizeram um total de 17%. Em termos de peso a média diária de geração no Arraial foi de 123,1 kg/dia e de recicláveis foi de 29,2 kg/dia.

O método da caracterização construído com os Agentes Locais de Sustentabilidade (ALS) apresentou no decorrer do processo alguns entraves como, por exemplo, o entendimento do processo, precisão nas pesagens e a rotatividade dos ALS.

Podemos inferir que o resíduo plástico apesar da baixa expressão em relação ao peso tem uma ação negativa no cenário do Arraial, pois são descartados nos pontos de lixo e devido a sua baixa densidade são espalhados pelo vento e animais, ocasionando um aspecto desagradável nos locais.

4.6 Mobilização comunitária para diagnóstico socioambiental do Arraial – planejamento participativo

Uma das estratégias na busca da participação comunitária foi por meio de reuniões realizadas nas dependências da Escola local, figura 2. O melhor horário para as reuniões foi obtido por meio de uma enquete realizada com os moradores. Sábado a tarde foi indicado como o melhor dia para as reuniões.

Figura 2 – Reuniões para a realização do diagnóstico participativo



Não houve comparecimento expressivo da população para a realização do diagnóstico, contudo houve representações de moradores de todas as zonas amostradas.

Os problemas relacionados aos resíduos urbanos apontados pelos moradores foram: povo deseducado, a comunidade não respeita o horário de coleta, lixo jogado em terreno próximo à escola, as pessoas jogam animais mortos nos pontos de lixo, individualismo e falta de respeito, lixo queimado, animais rasgam os sacos, compostagem doméstica parada devido a problemas relacionados à segregação, falta de lixeiras públicas, serviço de capinação e varrição deficiente. Os fatores positivos apontados foram: coleta pública três vezes na semana, algumas pessoas realizam compostagem doméstica, escola respeitada e mercado de sucata.

Os problemas indicaram que o projeto deveria contemplar a Educação Ambiental e que a escola deveria ser considerada como parceira. Aspectos operacionais relativos a melhoria da rotina dos serviços de varrição e capinação deveriam ser incluídos no gerenciamento dos resíduos.

Outros pontos observados para a concepção do projeto foram: a possibilidade de separação do lixo na fonte, incentivo à compostagem doméstica, necessidade de campanhas de educação ambiental para a problemática do lixo, formas de comunicação, demanda local por cursos de capacitação, entre outros.

O diagnóstico apontou também outras demandas socioambientais relacionadas ao saneamento básico, à cultura, ao lazer e aos serviços públicos. O diagnóstico foi apresentado ao prefeito e secretários municipais em solenidade pública.

4.7 Reuniões com representações atuantes no Arraial

Foram realizadas reuniões com grupos específicos da comunidade local com o objetivo de mobilizá-los para auxiliarem na execução das atividades operacionais do projeto e também para serem agentes educacionais no seu trabalho. Esses grupos foram as agentes comunitárias de saúde (ACS), os garis que trabalham na localidade e os donos de bares. As ACS, além de divulgar o trabalho, tiveram a tarefa de aplicar um questionário aos moradores locais. Esse questionário despertou interesse na Secretaria de Saúde que convocou todos os ACS da zona rural do município para, além de conhecer o projeto, realizar essa atividade nas suas respectivas áreas de trabalho.

Os garis relataram a rotina de suas atividades e tomaram conhecimento do projeto e da interferência do projeto nessa rotina.

Os donos dos bares, por sua atividade ser geradora de resíduos recicláveis, se sensibilizaram no sentido de o local de seu trabalho ser um ponto de instalação de lixeiras coloridas para acondicionamento do resíduo reciclável.

4.8 Concepção do projeto de gestão de resíduos sólidos no Arraial

Para a etapa de concepção do plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos foram analisados os dados obtidos no diagnóstico inicial (realizado pela equipe) e pelo diagnóstico participativo. Os dados referentes à quantidade média de lixo produzida por dia e os pontos de descarte de lixo a céu aberto foram fundamentais para o delineamento do plano.

Finalizada a concepção técnica do trabalho (Figura 3), bem como, a sua operacionalização foram convidados dois grupos para complementação: a comunidade do Arraial e os garis. Com a comunidade foi apresentado o projeto sendo dada oportunidade para que essa se pronunciasse e opinasse.

Figura 3 - Esquema do gerenciamento dos resíduos sólidos implantado no Arraial de São Francisco da Mombaça/BA



Foram também discutidas e inclusas no projeto as possíveis estratégias de Educação Ambiental, buscando a participação comunitária. Os principais pontos levantados para serem inseridos nas ações de Educação Ambiental estão intimamente relacionados aos hábitos de descarte do lixo a céu aberto, forma de descarte observada comumente em comunidades rurais e cidades de pequeno porte, que foram excluídas, por muito tempo, da coleta pública.

Outro dado levantado que pode ser discutido é de que, apesar da prefeitura coletar o material, três vezes por semana, o que demanda um custo considerável, a comunidade continua a descartar o lixo fora do horário de coleta. Assim, ações de Educação Ambiental continuadas junto à comunidade, devem ser implementadas para a sensibilização das conseqüências desse ato. A falta de lixeiras públicas foi um ponto polêmico levantado e a esta ausência foi atribuída a relação com os resíduos jogados no chão do Arraial.

Munidos de todos os dados e opiniões dos grupos participantes a equipe readequou o projeto inicial e concebeu um plano que abrange as seguintes etapas: Minimização, Acondicionamento, Reaproveitamento e Coleta Pública.

Segregação na fonte dos resíduos orgânicos para a realização da compostagem doméstica. Aquelas pessoas que não desejassem realizar o processo na sua própria casa e fossem vizinhas de um morador que a realizava, poderiam, com o consentimento do mesmo, descartar seu resíduo orgânico na composteira do vizinho. Esse processo foi definido como compostagem solidária.

Os resíduos denominados recicláveis secos, com comércio no Arraial, poderão ser comercializados diretamente pelo gerador ou serem encaminhados para acondi-

dicionadores instalados na sede da Associação, para que a mesma os comercialize. Os resíduos com comércio na localidade são: alumínio, garrafas PET, plástico duro, garrafas de vidro de um litro, garrafas de leite de coco, papel e papelão. Os donos de bares terão essa mesma opção – comercializar diretamente ou entregar à Associação. Poderá ser incentivado, quando o grupo de artesãos que reaproveita retalhos estiver consolidado, que a comunidade entregue os restos de tecidos, que são encaminhados para o lixo, devidamente lavados, para a Associação. Da mesma forma, para o lixo papel que poderá ser reciclado na oficina de papel existente na Associação.

O restante do lixo deverá ser devidamente acondicionado e ser coletado pelo serviço público existente.

A poda e o entulho serão coletados pela Prefeitura de Conceição do Almeida.

A localização das lixeiras públicas, bem como o seu *design* e custo, que deveria proporcionar uma boa operacionalização tanto no descarte de lixo quanto na sua coleta, foram determinadas a partir de observações de campo e de catálogos existentes no mercado.

A coleta dos resíduos das lixeiras públicas deverá ser realizada pelos garis. Os garis deverão despejar o lixo existente dentro das lixeiras públicas diretamente para os sacos plásticos acondicionados no interior dos carrinhos de coleta, adquiridos pelo projeto. Esses carrinhos são os mesmos utilizados para acondicionar o lixo da varrição. Esperava-se que com o acondicionamento do lixo público em sacos plásticos para a coleta municipal, fossem totalmente eliminados os pontos de lixo a céu aberto existentes no Arraial.

4.9 Implantação do projeto

Para implantação do projeto foram adquiridas as lixeiras públicas (Figura 4A) e as que receberiam o lixo reciclável que foram instaladas nos bares (Figura 4D) e na sede da Associação Comunitária, Figura 4B. Também as lixeiras educativas, instaladas na Escola Nicolau Coni, Figura 4C.

Foram doadas aos donos dos bares e à barbearia local lixeiras para acondicionamento do lixo plástico e de lixo não reciclável.

Inicialmente, não houve uma adesão total dos proprietários dessa atividade comercial, contudo, após os simpatizantes da proposta receberem seus acondicionadores, houve a adesão dos demais comerciantes. Podemos inferir que o marco físico (acondicionadores) somado ao valor estético (forma e colorido das lixeiras) estimulou a participação dos setores comerciais em programa de resíduos sólidos, sendo fortes aliados na divulgação dos projetos.

Figura 4 – Lixeiras adquiridas para a implantação do projeto: (A) Lixeiras públicas; (B) Recebimento do lixo reciclável instalada na ACASFMombaça; (C) Recebimento do lixo reciclável instalada na Escola; (D) Lixeiras disponíveis nos Bares.



A estratégia adotada pelo projeto, para chamar a atenção da comunidade, quanto à utilização das lixeiras públicas foi a distribuição, de casa em casa, no dia da implantação das lixeiras públicas, de um folheto explicativo contendo informações sobre as lixeiras e sobre o projeto. Também foi veiculado em carro de som, contratado pela Secretaria de Saúde do município, anúncios sobre a questão dos resíduos.

Para atendimento de um dos anseios da comunidade no Diagnóstico Participativo foi desenvolvido um tipo de composteira doméstica confeccionada em madeira. Para tanto, a mesma foi projetada de forma a atender aos requisitos: durabilidade, baixo custo, de fácil transporte e esteticamente aprazível (figura 5A). A operação, para a realização da compostagem doméstica, consiste em colocar o resíduo orgânico gerado na cozinha no interior da composteira e cobrir, logo a seguir, com folhas secas. Quando a composteira estiver cheia, é retirada a armação de madeira, puxando-a para cima (a composteira não tem fundo). A seguir a armação é colocada em outro local. A pilha formada fica em descanso por mais 60 dias, tendo-se o cuidado de revirá-la semanalmente. Cabe ressaltar que moradores do Arraial também estão executando a compostagem doméstica utilizando tijolos para delimitar o espaço da compostagem, figura 5B.

Figura 5 – Composteiras domésticas utilizadas no Arraial de São Francisco da Mombaça: (A) Em madeira; (B) Em tijolo.



Os ALS foram responsáveis pela construção, instalação e pelo acompanhamento do processo da compostagem nas residências que aderiram ao processo. O acompanhamento foi por meio de visitas semanais às residências e o preenchimento de uma ficha contendo aspectos sobre cheiro, presença de vetores e umidade.

Vale ressaltar que o modelo de compostagem doméstica, atualmente proposto, nasceu de pesquisas da EEA e de experiências locais. Inicialmente houve a proposta de compra de recipientes confeccionados a partir de sucata de pneus ou de baldes plásticos vendidos no comércio. A idéia foi abandonada devido aos argumentos dos ALS de que os recipientes poderiam ser utilizados para outras finalidades como “caqueiro” (vaso para plantas). Houve também a potencialização da compostagem denominada pela equipe de Compostagem Solidária que é adotada por moradores. O método consiste de uma iniciativa de um habitante em receber os resíduos orgânicos selecionados por outros moradores vizinhos, ao final do processo o composto orgânico é compartilhado entre os doadores.

Como forma de marcar a coleta seletiva na comunidade atingindo o público infanto-juvenil foi acordado com os professores da Escola que, dentro do planejamento pedagógico, houvesse a incorporação de atividades relacionadas ao lixo. Para isto, foi disponibilizado à Escola um conjunto educativo de lixeiras de coleta seletiva. Para a instalação das lixeiras na Escola local foi realizada uma atividade conduzida pelas professoras e pelos Agentes locais de Sustentabilidade para sensibilização dos alunos.

Em outro momento, foi utilizado o espaço da Escola para uma reunião de pais e mestres a qual atendeu às expectativas, pois a representação da comunidade foi significativa. Foi explanado todo o projeto, bem como, as ações e seus benefícios para a comunidade.

4.10 Material de divulgação

Todo o material de informação foi concebido em oficinas com os monitores locais. Procurou-se levar em conta na sua concepção o preconizado por Trajber e Manzochi (1996):

“os textos em materiais de comunicação utilizados devem contemplar: a contextualização histórica e social do discurso; sobre os efeitos provocados por decisões e atitudes; promover a reflexão que leve a uma consciência do problema; e à apresentação de propostas e soluções”.

Como exemplo, os adesivos elaborados para colocação nas lixeiras têm como texto:

Jogue o lixo na lixeira: Baratas e ratos gostam do lixo e trazem doenças.

Jogue o lixo na lixeira: Lixo na rua polui os rios e nascentes.

Jogue o lixo na lixeira: Mombaça limpa, mais saúde.

Foi elaborado um Manual de Compostagem Doméstica, cujo texto foi produzido em conjunto com o grupo executor local.

4.11 Avaliação geral do projeto

A avaliação do projeto baseou-se nos princípios de sustentabilidade propostos na metodologia. Muitos desses resultados só poderão ser mensurados, após um período maior de implantação, outros indicadores não foram previstos no início do projeto e, portanto não puderam ser comparados. Espera-se, que com a continuidade da pesquisa, possa ser complementada a avaliação dos resultados, bem como obtida a valoração de cada indicador do processo de implantação do gerenciamento integrado de resíduos sólidos.

4.11.1 Princípio da participação popular no processo de gerenciamento de lixo proposto

- a) **Caracterização física dos resíduos:** A caracterização é um método que infere a quantidade e os tipos de materiais gerados em um determinado ambiente, o que pode significar a geração pontual representativa de um único dia ou um período (semana, mês, ano). Pelos dados gerados a partir da quantificação e qualificação dos resíduos observa-se que houve uma redução de 55,4% da massa total inicial, ou seja, antes das campanhas e sensibilização da comunidade (tabela 1). Observou-se uma redução de 50,16 % na produção de material orgânico, o que pode ser reflexo das sensibilizações e estímulo à realização da compostagem doméstica e/ou solidária. Em relação aos recicláveis observou-se uma redução de 74,1 %, o que pode ser explicado pelo estímulo pelo mercado de compra no Arraial (tabela 1). Devido a problemas na operacionalização da caracterização pelos Agentes Locais de Sustentabilidade o material de varrição não foi devidamente caracterizado o que levou a retirada do item nas análises.

Tabela 1 – Demonstração dos resultados da participação comunitária no projeto de gerenciamento de resíduos sólidos implantado no Arraial de São Francisco da Mombaça obtido por meio da caracterização física dos resíduos gerados no local durante o período de junho de 2005 à março de 2006.

Indicador	Antes da implantação do projeto (06/2005)	Após a implantação do projeto (03/2006)
Média de Lixo coletado kg/dia	252,9	112,9
Lixo seco encontrado na massa de lixo (kg/dia)	42,1	10,9
Resíduo orgânico encontrado na massa de lixo (kg/dia)	155,5	78,0
Lixo de varrição (kg/dia)	Não quantificado	Não quantificado

Vale ressaltar que a discussão acima foi feita com base nos dados de peso do material, embora elementos como umidade e época do ano influenciem de maneira decisiva na densidade do material elevando ou diminuindo o peso. Em resumo os dados indicam que houve uma diminuição significativa da massa de lixo no Arraial, contudo, caracterizações mais sistemáticas e mais minuciosas são necessárias para a consolidação do método como um indicador efetivo nas ações de gerenciamento de resíduos sólidos.

- b) **Adesão à compostagem doméstica:** Das pessoas que fazem compostagem doméstica no Arraial, 60% a realizam há menos de um ano e 40% já utilizavam o processo antes da implantação do projeto (observar que a implantação das composteiras doméstica pelo projeto ocorreu há menos de um ano).
- c) **Pontos de lixo erradicados:** 80% dos pontos de lixo foram erradicados.
- d) **Conservação das lixeiras públicas:** houve depredação de apenas uma lixeira.
- e) **Número de pessoas presentes nas reuniões comunitárias:** Durante as reuniões para a elaboração do diagnóstico participativo houve a presença de 28 pessoas. Considerando que na comunidade há 166 domicílios e, que cada pessoa presente representava um domicílio, obteve-se uma representatividade de 16,9% da comunidade nas reuniões para o planejamento participativo.

Outros dados que podem mensurar a participação no gerenciamento e na intervenção educacional proposto são os relativos à subjetividade dos moradores, como: capacidade das pessoas expressarem a problemática do lixo, conhecimento do projeto implantado e capacidade das pessoas expressarem a forma de resolução da problemática.

Quanto a esse último aspecto citado, Borja et al. (2003), discorrendo sobre o caráter objetivo e subjetivo dos indicadores de saúde ambiental, postula que esta última característica do indicador é “influenciada por aspectos culturais e socioeconômicos, os quais são sentidos, principalmente, por quem mora no lugar, variando portanto, no tempo e no espaço”.

Esse dado pode ser obtido, por meio de questionário devidamente elaborado, sendo aplicado antes e depois do início do projeto. No presente trabalho o questionário foi aplicado com a pesquisa em andamento.

4.11.2 Princípio da cooperação

O processo de Implantação do Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos no Arraial de São Francisco da Mombaça, Bahia, foi desenvolvido com recursos da Fundação Nacional de Saúde (Funasa/MS), convênio nº 515/04. Durante o período de dezembro de 2004 a maio de 2006 foram conquistados os parceiros: Prefeitura Municipal de Conceição do Almeida: apoiou com recursos humanos; funcionários da

secretária de saúde (enfermeiras e Agentes comunitárias de saúde) e disponibilização de espaço para o projeto e apoio na caracterização física dos resíduos; Associação Comunitária do Arraial de São Francisco da Mombaça que apoiou o projeto com a estrutura da Oficina de Papel e com mobiliário e também com recursos humanos para organização das atividades de mobilização comunitária; Escola Municipal Nicolau Coni: parceira na realização de atividades referente ao projeto e disponibilizou espaço físico para realização do diagnóstico participativo. Empresas privadas (bares) disponibilizaram espaço para a colocação de lixeiras para coleta diferenciada dos resíduos.

4.11.3 Princípio da universalidade e equidade:

População atendida pela coleta pública: 100%.

4.11.4 Princípio da sustentabilidade econômica

Não foi possível quantificar a possível diferença de custo da coleta pública e da varrição antes e após a implantação do projeto. O número de funcionários envolvidos com gerenciamento dos resíduos: permaneceu o mesmo.

4.11.5 Princípio do conhecimento

Material didático: produção de um manual de compostagem doméstica e de folhetos educativos. Agentes Locais de Sustentabilidade capacitados, empoderados e emancipados. Houve três monitores que se afastaram do projeto em virtude de terem conseguido emprego na cidade.

Foram oferecidas à comunidade local, pelos Agentes Locais de Sustentabilidade, 05 oficinas de papel, com público de 45 pessoas, 05 oficinas de papel machê com 65 frequentadores, duas oficinas de fuxico (reaproveitamento de retalhos) com 27 participantes e 03 oficinas de embalagens com 24 inscritos. A oficina de instrumentos musicais, a partir do reaproveitamento de embalagens, foi oferecida por um músico externo durante dois dias com a participação de 35 pessoas. A forma de demonstrar o resultado dessas oficinas foi por meio de relatos escritos dos participantes. Todos os relatos apontam como positivo o oferecimento de oficinas para comunidade, tanto no sentido de ser uma forma de “lazer” e aprendizado como aumento da autoestima. Os participantes têm também a oportunidade de sugerir mudança para aprimorar esses encontros. Abaixo estão os relatos de três moradores que participaram das oficinas:

“Ninguém me criticou nem me bateu. Olha: eu gostaria que continuassem com a oficina de fuxico ou de fazer flor de pano. Na quarta-feira e na sexta-feira! Foi um máximo, adorei e continuem fazendo mais oficinas, eu adoro” (moradora de 08 anos do Arraial).

“Participei em duas oficinas de papel machê e gostei muito, pois foi muito divertido, eu no 1º dia fiz golfinhos, caracóis, abelhinhas e sapinhos. Já no 2º dia fiz pintar, flores, estrelas, abelhas, luas, caracóis e carinhas de boneca. Eu gostaria de fazer uma reclamaçãozinha, as oficinas teria que ser para crianças a partir de 08 anos, pois algumas crianças ficam perturbando nas oficinas. Como uma das componentes devo pedir obrigado por ensinar todos os passos de como se preparar objetos de decoração com papel machê. Com o papel machê aprendi a fazer objetos lindos como decoração de geladeiras, jarros enfeitados e porta-retrato feito de telhas com os pequenos objetos” (moradora do Arraial com 16 anos).

Figura 6 – Oficinas oferecidas à população do Arraial de São Francisco da Mombaça/ BA e seus produtos.



O projeto também foi facilitador para a composição do grupo da terceira idade da localidade. O grupo está atuante e se relacionando com outros grupos da região. Coordena os trabalhos com esse grupo o presidente da Associação e o coordenador local do projeto.

4.11.6 Princípio da tecnologia apropriada

Foram avaliadas 10 composteiras de madeira inicialmente implantadas. Pelas fichas de avaliação não foi observada a presença de baratas, moscas (domésticas) e de ratos no interior das composteiras. Em cerca de 90% das composteiras observou-se a presença da mosca de fruta “mosquito”. As composteiras não atraíram animais domésticos como galinhas, cachorros ou gatos. Também não foi relatada a presença de minhoca e de esgargot.

O cheiro característico foi, inicialmente, de frutas e verduras ou de folhas. Um dos moradores relata que o cheiro é de fumo. No final do processo, o cheiro característico foi de terra molhada. Em uma das composteiras instaladas, pela ausência de folhas secas, ocorreu durante período de chuva prolongada um encharcamento da mesma, favorecendo a presença de larvas de moscas e o cheiro definido foi de podre. Essa pessoa não quis mais realizar a compostagem doméstica.

O tempo de enchimento das composteiras variou de 04 a 05 meses e a quantidade de composto obtido foi de 5 a 7 kg.

O incentivo à compostagem doméstica atende aos princípios da tecnologia apropriada. Os parâmetros replicabilidade e exequibilidade estão presentes, pois houve uma adesão dos moradores que executaram a técnica e tiveram o composto orgânico pronto, o que estimulou a continuidade do processo e até o incentivo a outros membros da comunidade a aderirem ao processo.

4.11.7 Princípio da inclusão social

A idéia da formação do grupo de jovens capacitados nas questões ambientais foi a de serem responsáveis pelo desenvolvimento do projeto e de serem educadores ambientais na região podendo, no futuro, serem remunerados por esse trabalho. Dos Agentes Locais de Sustentabilidade da primeira seleção 60% do grupo foi absorvido pelo mercado externo e, da segunda seleção, 50%. No desenvolvimento do trabalho, dois monitores capacitados foram inseridos no projeto Esporte no Campo do Ministério dos Esportes, e, conforme seus relatos, a oportunidade surgiu devido à experiência obtida como monitores do projeto de gerenciamento de lixo. Outro ponto marcante foi que um monitor voltou a estudar e outros dois estão fazendo curso preparatório para o vestibular, instigados pelo projeto.

Nas oficinas ministradas pelos Agentes Locais de Sustentabilidade foram despertadas habilidades em três segmentos da comunidade: crianças, jovens e melhor idade. O que mais surpreendeu foi a facilidade e a vontade com que os representantes da Melhor Idade se organizaram e montaram junto com a Associação e Secretaria de Saúde o Grupo da Melhor Idade, este grupo têm se mostrado ativo e, possivelmente, sejam agentes fundamentais para a continuidade do projeto. Essas oficinas de reaproveitamento de materiais poderão instigar a formação de um grupo de artesãos locais com o objetivo obter renda por meio desse trabalho.

A conquista de um espaço público para funcionar como a sede da Associação será um facilitador de ações para realização de oficinas, cursos e também para lazer da comunidade.

4.11.8 Princípio da sustentabilidade ambiental e de saúde pública

O Gerenciamento de Resíduos no Arraial tem como proposta a retirada da massa do lixo dos resíduos orgânicos e dos resíduos secos. Esse fato tem impacto positivo no meio ambiente, tanto em termos de economia de recursos naturais como também, na diminuição de resíduos a serem dispostos no solo. A quantificação desses valores de forma sistemática fornecerá indicadores para demonstração desses resultados, (Minimização dos resíduos para a coleta pública, quantidade de resíduos secos comercializados e/ou reaproveitados, entre outros).

Sobre os dados relacionados ao impacto do Gerenciamento de Resíduos Sólidos na saúde da comunidade não houve uma coleta de dados satisfatória que pudesse subsidiar esse aspecto.

Conforme Heller (1997) citado por Costa et al. (2005)

A maioria dos estudos que avaliam o impacto da melhoria do abastecimento de água e esgotamento sanitário das crianças centra-se em um ou mais dos seguintes grupos de indicadores: Ocorrência de diarreia, presença de parasitos e patogênicos nas fezes, estado nutricional e mortalidade na infância.

Além desses, para o caso de indicadores de melhorias sanitárias devido ao gerenciamento de resíduos sólidos poderiam ser incluídos casos de dengue, presença de vetores relacionados ao lixo em domicílios próximos de pontos de descarte clandestino de lixo. A idéia inicial foi a de georreferenciar os domicílios próximos aos pontos críticos de descarte de lixo relacionando-os à presença de vetores de doença, incidência de parasitoses, incidência de diarreia, dentre outros. Devido a problemas com a confecção do mapa georreferenciado o mesmo não esteve disponível no tempo hábil para atendimento aos anseios do grupo.

5 Conclusões

Levando-se em conta que, “desde o início da construção de um projeto, o mesmo seja estrategicamente pensado sob a vertente do impacto do conhecimento voltado não para o fim, mas para a continuidade e para o processo que poderá desencadear” (SPOSATI, 2001) acredita-se que passos fundamentais para a sustentabilidade do projeto de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos foram dados. Dentre eles destacam-se:

- O projeto teve todas as etapas discutidas e incorporadas pelos participantes, este método de construção valoriza o saber local e a participação fazendo com que o modelo não seja imposto e sim discutido e valorizado pela comunidade;
- Retirada da massa de lixo dos resíduos secos, com mercado no próprio Arraial que são: as garrafas PET, plástico duro, alumínio, metal ferroso e embalagem de vidro de um litro que podem ser comercializados diretamente com o comprador existente no local ou serem entregues nos acondicionadores existentes na sede da Associação. Da mesma forma o papel e o papelão podem ser entregues na Associação para serem reciclados na oficina artesanal de papel;
- Melhoria quanto à forma de descarte do lixo coletado pela Prefeitura. Os resíduos de Coleta Pública devem ser devidamente acondicionados e colocados na frente das residências para serem coletados pelo caminhão da Prefeitura Municipal de Conceição do Almeida, que realiza esse serviço três vezes na semana. Espera-se que com a adesão dos moradores ao sistema de gerenciamento concebido possa haver uma diminuição da frequência da coleta pública, reduzindo custos para o município;
- A revitalização da Associação Comunitária do Arraial de São Francisco da Mombaça na qual houve eleição para a nova diretoria e com seu processo de planejamento finalizado. Espera-se que a Associação utilize o material proveniente do lixo para a geração de renda (reciclagem de papel, utilização de retalhos, confecção de embalagens), o que pode garantir a perpetuação do sistema de gerenciamento de lixo proposto;
- A escolha de uma equipe local para executar as atividades previstas no projeto permitiu a formação de agentes locais com conhecimento específicos sobre a realidade local e em gerenciamento de resíduos sólidos, além de propiciar renda para o grupo e serem a referência da pesquisa no Arraial;
- O incentivo para que o lixo orgânico produzido nas residências sofresse o processo de compostagem doméstica na própria residência geradora. Os

moradores podem optar em fazer a compostagem de forma solidária, isto é, um morador construiria uma compostagem maior e ficaria responsável por receber os resíduos orgânicos de seus vizinhos e monitoraria o processo;

- Mobilização comunitária com o objetivo de buscar subsídios para a concepção do projeto e ouvir dos moradores a visão do local e da perspectiva da inclusão social, por meio da geração de emprego e renda quando é dada aos moradores a oportunidade de falar sobre suas demandas por cursos de capacitação;
- Parceria com a Prefeitura Municipal de Conceição do Almeida para disponibilização de espaço para o projeto que se transformou em um espaço permanente de trabalho para as atividades da Associação.

Conforme Dias (2003) “o tema “resíduos sólidos” pode promover o pensamento sistêmico ao mostrar interdependência entre a ação humana e a degradação do ambiente, e entre o caráter histórico e o social da produção de resíduos, relacionando-os com o atual modelo de desenvolvimento. Também, sendo o lixo inerente às atividades humanas pode suscitar, na discussão de sua problemática, outras questões que afetam a qualidade de vida das comunidades. A mobilização para a resolução do problema imediato – o lixo – pode ser uma forma de percepção do futuro”.

Neste contexto, durante o processo para a Implantação do Gerenciamento de Lixo foram utilizadas várias formas de mobilização comunitária sendo uma delas o diagnóstico e o planejamento participativo. Nesses encontros com a comunidade, onde o lixo foi o tema principal, foi dada a oportunidade aos participantes da reunião de falar sobre suas potencialidades e seus problemas. O resultado obtido que subsidiou a experiência em foco também serviu para a elaboração de um documento, entregue ao Prefeito Municipal e que poderá integrar as Políticas Públicas para a localidade.

Nessas reuniões esperava-se uma participação maior em número de pessoas. A comunicação para a participação nas reuniões deve levar em conta as peculiaridades do local onde se dá a intervenção para melhorias sanitárias. Baseado nas respostas obtidas no questionário aplicado após o encerramento do diagnóstico participativo, recomenda-se que a distribuição de convites para as reuniões comunitárias sejam por escrito e com a pauta da reunião. Evitar que o dia das reuniões coincida com os dias de feira e também utilizar carro de som para reforçar o convite, entre outras.

Sobre a busca da participação comunitária no projeto de gerenciamento de resíduos sólidos, destacam-se:

- A caracterização de resíduos sólidos gerados na localidade. Também, o acompanhamento, ao longo do tempo, da produção de resíduos é um indicador da eficiência e da eficácia da coleta seletiva e pode subsidiar ações de educação ambiental para a minimização e segregação na fonte dos resíduos. Para isso,

a metodologia da caracterização deve ser executada com rigor, com clareza de quais os tipos de lixo que devem ser segregados para a pesagem, correta aferição da balança e pessoal treinado para a execução da tarefa;

- O acompanhamento do processo da compostagem doméstica pelos Agentes Locais de Sustentabilidade foi positivo para criar o hábito da segregação na fonte geradora e para observar os parâmetros que influenciam na compostagem (umidade, aeração) e na intervenção imediata quando a compostagem não estava a contento, evitando os fatores de insucesso como a presença de vetores e mau cheiro. A compostagem doméstica deve ser incentivada em comunidades rurais, principalmente as que não são contempladas pelo sistema de coleta pública;
- Realização de oficinas de reaproveitamento de material proveniente do lixo para a população em que esta se desenvolve projetos de saneamento. Essas atividades são importantes para agregar pessoas, principalmente crianças, que tem poucas opções de lazer em pequenas localidades;
- Os setores comerciais das localidades em processo de intervenção educacional para gerenciamento de resíduos sólidos, podem ser fortes aliados na divulgação das propostas do referido gerenciamento;
- As Escolas inseridas nas comunidades onde são desenvolvidos projetos de Educação Ambiental voltados para o tema Resíduos Sólidos podem ser parceiras importantes no processo de mobilização. Pois, além de difundir os objetivos do projeto, podem trabalhar o tema de forma transversal, suscitando trabalhos interdisciplinares. Recomenda-se uma aproximação maior entre a Escola local e a Associação para que, no planejamento pedagógico, seja inserida a problemática ambiental local;
- A elaboração de material didático e de comunicação, realizado em oficinas com os Agentes Locais de Sustentabilidade, foi importante para agregar nos textos palavras que contemplem a cultura local, possibilitando uma comunicação mais fácil entre a equipe executora e a comunidade local.

Para atingir os objetivos doutrinários de integralidade do Sistema Único de Saúde são fundamentais a promoção e a prevenção das doenças. Nesse contexto, questões como o manuseio indevido e a má disposição dos resíduos sólidos no meio ambiente e a Educação Ambiental estão diretamente relacionadas com a promoção e a proteção da saúde, podendo ser consideradas como indutoras da participação comunitária nas ações de saneamento. Na experiência apresentada, a erradicação de pontos de lixo, a sensibilização da comunidade para o abandono da prática de queima do lixo e do enterramento inadequado dos resíduos nos quintais minimiza as fontes de atração de

vetores, responsáveis por inúmeras doenças e também pela eliminação de odores indesejáveis e de elementos lançados na atmosfera originados pela queima de resíduos.

Pelo observado na presente pesquisa, recomenda-se que os programas de Educação Ambiental, como estratégias para a implantação de processos participativos de gerenciamento de resíduos sólidos, devem continuar após a implantação do projeto. Informações sobre os horários de coleta, forma de segregação na fonte, pontos de entrega voluntária devem ser amplamente divulgadas e constantemente atualizadas.

Deve haver previsão de recursos financeiros para os referidos programas de Educação Ambiental, inclusive com recursos para pagamento de pró-labores para Agentes Locais de Sustentabilidade.

6 Referências bibliográficas

AGENDA 21. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 25 set. 1997.

BARIER, R. A. **A Pesquisa Ação na instituição educativa.** Rio de Janeiro: Jorge Zahas, 1985. 280 p.

BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. Indicadores de Saúde Ambiental com enfoque para a área de Saneamento. Parte I – Aspectos conceituais e metodológicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.1 e v. 2, 2003.

COSTA, S. S. et. al. Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a Associação entre Saneamento e Saúde de Bases Municipais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.10, 2005.

DEMO, P. **Participação é conquista.** 4. ed. São Paulo: Cortez, 1999. 176 p.

DIAS, S. M. F.; VAZ, L. M. Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos: uma etapa preliminar no gerenciamento do lixo. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 8., 2002; Cancun. **Anais...** México: Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002. p.1-8.

DIAS, S. M. F. **Avaliação de projetos de Educação Ambiental voltados para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.** 2003. 342 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 2003.

FÓRUM INTERNACIONAL DE ONG'S E MOVIMENTOS SOCIAIS. **Tratado sobre resíduos.** Rio de Janeiro, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatística/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo>>. Acesso em: 12 ago. 2002.

MORAES, L. R. S. Gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos urbanos: um outro paradigma. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2002, Gramado, RS. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002. p.1-8.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Daramond, 2000.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **SEI 2002**. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br/anuário.asp>>. Acesso em: 13 jan. 2003.

SPOSATI, A. Movimentos utópicos da contemporaneidade. In: SORRENTINO, M. **Ambientalismo e participação na contemporaneidade**. São Paulo: EDUC/FAPESP, 2001. p.11-39.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2000. 108 p.

TRAJBER, R.; MANZOCHI, R. Avaliando materiais impressos de educação ambiental: o Projeto. In: TRAJBER, R. E.; MANZOCHI, L. H. **Avaliando a educação ambiental no Brasil**: materiais impressos. São Paulo: Gais, 1996. p. 138-152.

Avaliação da relevância da supervisão da Funasa no desempenho de estações de tratamento de água operadas por autarquias municipais no estado de Minas Gerais

Autores: Marcelo Libânio e Vanessa Cristina Lopes

Proponente: Fundação Christiano Ottoni

Executora: Universidade Federal de Minas Gerais

Resumo

A pesquisa avaliou o desempenho das estações de tratamento integrantes do universo amostral fiando-se nas características físicas e nos dados operacionais diários destas unidades. Estes dados contemplaram três meses do período chuvoso e de estiagem. Utilizou-se a turbidez da água filtrada como balizador desta avaliação da eficiência, como indicador da remoção de patogênicos e, mais especificamente, de protozoários. Em paralelo, elaborou-se uma hierarquização dos 19 parâmetros intervenientes no desempenho de estações de tratamento de água por meio da metodologia Delphi. Por fim, avaliou-se o impacto da supervisão da Fundação Nacional de Saúde no desempenho das estações de tratamento de água em relação às autarquias municipais que não contaram com tal suporte técnico. Apesar das limitações do tamanho da amostra, a pesquisa concluiu principalmente que: (i) a performance das estações não está relacionada ao índice de sobrecarga, (ii) a avaliação do desempenho é mais acurada no período chuvoso do ano e (iii) não se pode afirmar que a supervisão da Funasa tenha sido fator determinante na performance nas estações.

Palavras-chave: Tratamento de água, avaliação de estações de tratamento de água, turbidez da água filtrada.



Abstract

This research has evaluated the performance of the water treatment plants based on the physical characteristics and daily operational data. These data involved three months concerning rainy and dry seasons. The filtered water turbidity was used as the indicator of pathogenic removal, specially cysts and oocysts of protozoa. At same time, there was elaborated a hierarchy concerning the intervenient factors in the performance of conventional water treatment plants by means the Delphi methodology. Finally, there was assessed the impact of the supervision realized by Funasa in the performance of these plants. The research has concluded: (i) the plant performance is not necessarily correlated with hydraulic overload, (ii) the performance evaluation is more accurate in the rainy season, and (iii) the Funasa's supervision was not a determinant factor in the plants performance.

Keywords: Water treatment, water treatment plant evaluation, filtered water turbidity.



1 Introdução

De acordo com dados do IBGE, relativos a 2000, aproximadamente, 81% dos domicílios brasileiros dispõem de rede de distribuição de água, elevando-se para 90% nas áreas urbanas. Contudo, além da fragilidade intrínseca desta estatística, tais dados não contemplam a qualidade da água distribuída, consoante ao atendimento da Portaria nº 518/2004 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004), e as freqüentes intermitências no abastecimento em inúmeras localidades. Uma das possíveis razões para tais discontinuidades no abastecimento reside no fato de inúmeras estações de tratamento terem sido construídas nos primeiros anos de vigência do Planasa¹ – Plano Nacional de Saneamento, a partir do início da década de 1970. Passados mais de 30 anos, a maioria destas unidades potabilizadoras encontra-se operando com sobrecarga e a crônica carência de recursos no setor de saneamento tem postergado continuamente as tão necessárias ampliações.

A operação dos sistemas de abastecimento de água no País é realizada por intermédio das companhias estaduais de saneamento, dos serviços autônomos – diversos até meados da década de 1990 contaram com a supervisão técnica da Fundação Nacional de Saúde - ou ainda das próprias prefeituras municipais. Mais recentemente, seguindo tendência iniciada no final da década de 1980 no Reino Unido e Austrália, inseriram-se neste contexto empresas privadas, nacionais e estrangeiras, destacando-se entre as capitais os sistemas de abastecimento de Manaus e Campo Grande.

Usualmente, os gestores dos sistemas de abastecimento não dispõem de instrumentos que permitiriam melhor avaliar o desempenho das unidades de tratamento transcendendo ao simples atendimento ao padrão de potabilidade vigente e, como conseqüência, que norteassem as necessárias ampliações das estações de tratamento de água. Em última instância, esta pesquisa visa a preencher, ainda que parcialmente, esta lacuna.

¹Planasa, implementado pelo Governo Federal em fins da década de 1960 – à época por intermédio do Ministério do Interior –, culminou com a criação das companhias estaduais de saneamento que atualmente respondem pela operação dos sistemas de abastecimento de água da significativa maioria das capitais dos estados brasileiros.

2 Objetivos

O objetivo central do projeto consistiu em avaliar o desempenho de doze estações de tratamento de água, operadas tão-somente por autarquias municipais, balizando-se nos dados diários de operação referentes aos anos de 2001 a 2003. A partir dos dados de turbidez da água decantada – como indicador da eficiência da coagulação-floculação – e da água filtrada, idem da remoção de protozoários e patogênicos em geral, tencionou-se hierarquizar os diversos fatores intervenientes no desempenho das estações de tratamento e fornecer às administrações dos sistemas de abastecimento subsídios para incremento da performance e ampliações das unidades potabilizadoras. Por fim, a pesquisa visou também a avaliar o impacto da supervisão da Fundação Nacional de Saúde no desempenho das estações de tratamento de água em relação às autarquias municipais que não contaram com tal suporte técnico.

3 Revisão da literatura

3.1 Surtos de doenças de veiculação hídrica

Mesmo nos países desenvolvidos verifica-se, ainda que em muito menor monta, a prevalência das doenças de veiculação hídrica (DTH). Embora diversas endemias comuns aos países em desenvolvimento, em especial àqueles situados entre os trópicos, dificilmente sejam registradas nas nações desenvolvidas, outros parasitos mais resistentes às condições do ambiente e à ação dos desinfetantes ainda grassam em muitas regiões do Planeta. Dentre os parasitos usuais em mananciais de abastecimento destacam-se os protozoários presentes mesmo em águas prístinas (HRONCICH, 1999), julgadas até então imunes a quaisquer tipos de deterioração da qualidade por origem antrópica. A forma como os protozoários apresentam-se na natureza, como cistos e oocistos, explica sua prevalência em distintos tipos de ambiente e dificulta o controle nos mananciais empregados para abastecimento. Adicionalmente, verifica-se resistência significativamente maior à ação dos desinfetantes, em especial o cloro cujo mecanismo predominante de inativação consiste na ruptura/oxidação da parede celular do microrganismo. Neste contexto os protozoários consolidaram-se como patógenos emergentes no cenário dos microrganismos indicadores de qualidade de água de consumo humano.

O primeiro relato de um surto de criptosporidíose ocorreu em San Antonio, Texas (EUA), em 1984. Posteriormente, em Carrollton, Georgia (EUA), um segundo surto infectou aproximadamente 13 mil pessoas em 1987. No ano seguinte, na Inglaterra em Ayrshire, uma infiltração de dejetos de bovinos utilizados como fertilizantes contaminou

o reservatório de abastecimento da cidade, acarretando aproximadamente 44 % de internações, indicando uma maior virulência daquela cepa (DANIEL et al., 1996).

No período de 1971 a 1985, registraram-se nos EUA 502 surtos envolvendo 111.228 casos de DTH. Aproximadamente na metade dos casos foi identificado o parasito e, deste montante, um total de 92 surtos - acometendo 24.365 indivíduos -, foi atribuído ao protozoário *Giardia lamblia* (DUBEY et al., 1990). Vale mencionar que parcela significativa dos casos relatados originou-se de sistemas com operação deficiente das estações de tratamento convencionais ou desinfecção ineficaz, por vezes apresentando ausência de cloro residual nas redes de distribuição. Esta espécie de protozoário constitui-se individualmente no agente etiológico identificado mais freqüentemente nos surtos de DTH nos EUA.

A influência das precipitações foi objeto de um estudo epidemiológico descritivo de uma série temporal de 449 surtos de DTH ocorridos nos EUA de 1971 a 1994. As epidemias foram categorizadas por ano, mês, Estado, área, tipo de abastecimento de água - coletivo e individual -, etiologia e fonte de água. Dessas epidemias, 108 foram associadas aos mananciais de superfície, 306 aos mananciais subterrâneos. Em 35 surtos, a fonte de abastecimento de água não foi identificada. Cada epidemia foi plotada temporal e espacialmente mediante a utilização de Sistema Informação Geográfica e correlacionada à pluviosidade medida em um raio de 80 km. Foram calculadas as médias mensais de chuvas, no período de 20 anos, a média no mês de ocorrência do surto, bem como a dos três meses que o antecederam. As epidemias de DTH mais freqüentes provenientes das águas superficiais foram a giardíase e a doença gastrointestinal aguda de etiologia não determinada. A análise estatística demonstrou que de 20% a 40% dos surtos de DTH apresentaram uma associação temporal com as precipitações extremas. Essa relação foi mais aparente nos surtos cujas fontes eram mananciais superficiais. Associação estatisticamente significativa foi encontrada entre a pluviosidade e os surtos de DTH, em ambos os mananciais, mediante a utilização de dados coletados entre 1948 a 1994 (ROSE et al., 2000).

No período entre 1988 e 1993, exames microbiológicos em 347 mananciais superficiais empregados para abastecimento público nos EUA detectaram a presença de *Giardia* e *Crypto* em, respectivamente, 53,9 e 60,2% dos mesmos. Embora os resultados não apontem a virulência da cepa, dificuldades têm sido encontradas no intuito de superar a dicotomia, quando do emprego do cloro e seus compostos como desinfetantes, de elevar a inativação dos protozoários e de evitar a formação de subprodutos da desinfecção. Igualmente, tem sido recomendada a coleta de amostras nas águas dos mananciais e de abastecimento para a detecção de *Giardia*, de forma a avaliar a variação da intensidade de ocorrência do parasito.

Tal constatação agrava-se pelo estudo realizado pela *United States Environmental Protection Agency* (USEPA), no estado do Colorado, estimando em 25 % o percentual

dos surtos convenientemente registrados. No período de 1986 e 1992 ocorreu redução do número de surtos (110) e dos indivíduos afetados (47 mil). A maioria dos surtos reportados deveu-se à ineficácia no tratamento (49 %) e à contaminação no sistema de distribuição (32 %), com significativa parcela decorrente do uso de água subterrânea sem ou com ineficiente desinfecção (LELAND et al., 1993).

A persistência dos protozoários foi avaliada na desinfecção com cloro do efluente de quatro estações de tratamento de esgotos, com distintas tecnologias, da Região Metropolitana de Porto Alegre. Os resultados apontaram para uma concentração média dos efluentes das estações de 1042 oocistos/100L e 431 cistos/100L, e para ausência de correlação com os valores de turbidez, DQO e coliformes termotolerantes e totais. Verificou-se remoção total de cistos e oocistos no efluente de lagoas de estabilização em série, como consequência da adsorção pelos sólidos sedimentáveis. Todavia, estimou-se remoção de cistos de *Giardia* de 60 a 90% e de oocistos de *Crypto* de <10 a 90 % em estações com tratamento secundário. A desinfecção realizada em regime de batelada com tempos de detenção de 110, 61 e 30 min e dosagem de cloro, na forma de ácido hipocloroso, de 6 mg/L confirmou-se como insuficiente para inativação destes patógenos (CARDOSO et al., 2003).

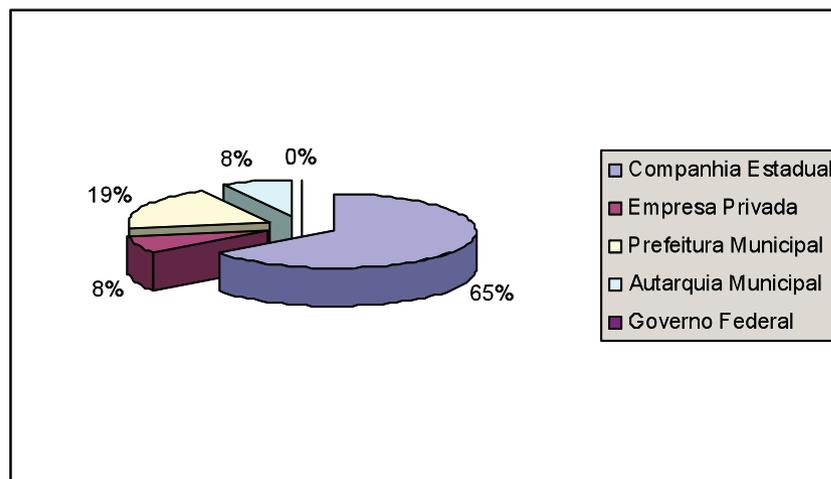
A dificuldade de realização das análises de *Crypto* e *Giardia* culminou com a utilização de parâmetros substitutos, tradução literal de *surrogate parameters* – nos quais a turbidez da água filtrada se insere -, como indicadores da presença de cistos e oocistos de protozoários em águas ainda é controvertida. Na vertente microbiológica, distintas pesquisas realizadas com este intento não apresentaram resultados convergentes, mesmo entre a concentração de *Clostridium perfringens* e cistos de *Giardia* e oocistos de *Crypto*. Estas bactérias têm sido utilizadas como indicador bacteriológico de contaminação fecal, pois sua incidência no meio aquático está constantemente associada a dejetos humanos, sendo sua presença detectada em fezes, esgotos e águas poluídas. Por serem esporuladas, apresentam grande resistência aos desinfetantes e às condições desfavoráveis do meio ambiente. A excepcional longevidade de seus esporos na água é útil na detecção de contaminação fecal remota em situações em que outros indicadores menos resistentes como *E. coli* já não estão mais presentes (VIEIRA, 2002).

3.2 Controle de qualidade da água de consumo

Intrinsecamente relacionada ao controle da qualidade de água de consumo humano, a operação dos sistemas de abastecimento é atualmente realizada por intermédio das companhias estaduais de saneamento, das autarquias municipais - diversas das

quais contaram até fins da década de 1990 com a supervisão técnica da Fundação Nacional de Saúde (**Funasa**) -, das próprias prefeituras municipais e, mais recentemente, de empresas privadas de capital nacional e internacional. Dentre os últimos, seguindo tendência iniciada no final da década de 1980 no Reino Unido, destacam-se os sistemas de abastecimento de Campo Grande/MS e Manaus/AM. A figura 1 denota esta distribuição.

Figura 1 – Distribuição (%) dos distintos modelos operacionais dos sistemas de água brasileiros referentes ao ano 2000.



Uma das mais importantes premissas estabelecidas pela Portaria nº 518 refere-se ao controle e à vigilância da qualidade de água. O primeiro é realizado pela concessionária responsável pela operação do serviço de abastecimento de água, incluindo o controle operacional de todas as etapas do sistema de abastecimento, quais sejam, captação, adução, tratamento, reservação e distribuição. A realização da vigilância cabe ao Ministério da Saúde, por meio das secretarias estaduais, no sentido de verificar se a água distribuída atende às premissas estabelecidas pelo padrão de potabilidade, além de avaliar os riscos à saúde da população abastecida. Vale mencionar que a Portaria nº 518 estabelece que a Secretaria de Vigilância em Saúde deve revisar o padrão de potabilidade vigente em um prazo não superior a 5 anos.

A confirmação da relevância das ações de vigilância de qualidade da água aflorou em pesquisa desenvolvida pela OMS, objetivando determinar a prevalência das doenças de transmissão hídrica em 26 países da Europa no período 1986-96. Foram adequadamente reportados 277 de um total de 778 surtos – dos quais 70 % com identificação do agente etiológico – e mais de 54 mil de um total superior a 64 mil

casos. Esta pesquisa concluiu que nos países onde vigoram padrões de potabilidade e programas de vigilância de qualidade mais restritivos, tais como Inglaterra, País de Gales e Suécia, verificou-se a predominância dos surtos causados por protozoários, em especial *Crypto*. Em contrapartida, países dotados de infra-estrutura sanitária mais frágil, como é o caso do Brasil – em muitos casos com vulneráveis soluções alternativas individuais - apresentaram significativa incidência de doenças de origem bacteriana, também apresentada por países como Croácia, Hungria e República Tcheca (KRAMER et al., 2001).

Em termos de qualidade microbiológica, a tabela 1 proposta pela OMS (WHO, 2004) pode se constituir como parâmetro norteador de avaliação da eficiência pelo responsável pela operação do sistema de abastecimento, a partir dos dados operacionais da água tratada.

Tabela 1– Avaliação do sistema de abastecimento em função da percentagem de amostras negativas para exame de *E. coli*

Qualidade do sistema de abastecimento	Intervalo de população abastecida (hab.)		
	< 5000	5000 a 100000	> 100000
Excelente	90	95	99
Boa	80	90	95
Regular	70	85	90
Ruim	60	80	85

Fonte: WHO (2004)

Interessante salientar que as limitações operacionais dos pequenos sistemas de abastecimento, mesmo nos países desenvolvidos como os EUA, são contempladas nas premissas delineadas na tabela 1. À medida que as ações de controle da qualidade de água começam a serem implementadas pelo responsável pela operação do sistema, torna-se mais simples avaliar seus resultados.

A importância da operação das estações de tratamento de água evidenciou-se por ocasião do surto de *Crypto* ocorrido em *Milwaukee*, no estado americano de *Wisconsin* em 1993, que se estima tenha acometido 403 mil pessoas. Em uma das estações que abastece a área da cidade na qual o surto se manifestou o sulfato de alumínio, que vinha sendo utilizado há quase 30 anos, havia sido substituído pelo cloreto de polialumínio seis meses antes. Com o extemporâneo aumento da turbidez da água bruta captada no Lago Michigan, houve por parte da equipe de operação da estação (vazão da ordem de 4,3 m^{3/s}) dificuldades em definir com acurácia e rapidez as melhores condições para coagulação, concorrendo para que a turbidez da água filtrada variasse de 0,1 a 2,7 uT durante o período do surto, a despeito das baixas taxas de filtração da ordem

de 160 m³/m²-d. Estas dificuldades culminaram com a paralisação do tratamento, dois dias após a detecção do surto, por oito dias. Em decorrência de suas dimensões e da forma encistada, este protozoário mostrou-se menos susceptível às dosagens de cloro utilizadas na estação de tratamento de água, possibilitando o aparecimento do surto. Vale mencionar que a totalidade dos 110 óbitos referiu-se a indivíduos com algum tipo de comprometimento do sistema imunológico (FOX & LYTLE, 1996).

Em relação a indicadores físico-químicos, pesquisa (PATANIA et al., 1995) avaliando a remoção de cistos de *Giardia* e oocistos de *Crypto*, foi realizada em diversas unidades-piloto, totalizando 105 pontos de amostragem, em três estados americanos – Oregon, Washington e Califórnia -, empregando águas naturais com baixa turbidez, inferior a 10 uT, e inoculadas com tais protozoários. Os resultados apontaram baixa correlação entre a remoção de turbidez e a de protozoários. A mesma concluiu também que a remoção de turbidez e partículas - por meio de contagem nos intervalos de tamanhos de 1-2, 2-5 e 5-15 µm, compatíveis com as dimensões dos protozoários - parece subestimar a remoção de cistos e oocistos, para águas naturais de baixa turbidez. Todavia, comprovou que à elevação de 0,1 a 0,3 uT da turbidez da água filtrada esteve associada à redução de 1,0 log na remoção destes microrganismos. Em relação à comparação entre distintas tecnologias, a pesquisa foi inconclusiva, pois, embora as unidades piloto dotadas de sedimentação tenham apresentado eficiência superior quando comparadas às unidades de filtração direta, a remoção de protozoários na decantação variou desde 4,0 e 5,0 log até a remoção nula, reforçando a importância da filtração para este fim.

A ocorrência de cistos de *Giardia* e oocistos de *Crypto* na água tratada também foi avaliada em um estudo realizado em 66 estações de tratamento, localizadas em 14 estados dos EUA e uma província do Canadá. Em relação à água bruta, detectou-se a presença dos mesmos em 81 e 87 %, respectivamente, das amostras oriundas de mananciais superficiais. A ocorrência de cistos e oocistos destes protozoários foi verificada em 39 % das amostras dos efluentes de estações de tratamento de água cuja turbidez média era de 0,19 uT. Em 78 % dos casos de detecção dos protozoários os efluentes apresentavam turbidez inferior a 0,5 uT, verificados no final e no meio do período de duração da carreira de filtração. Embora as estações envolvidas nesta pesquisa apresentassem efluentes com turbidez média de mesma magnitude, a contagem do número de partículas apontou diferenças de até 1000 vezes, fragilizando o disseminado emprego da turbidez como parâmetro de controle da eficiência da potabilização das águas de abastecimento público. A inexistência de correlação entre a tecnologia de tratamento e a eficiência na remoção de protozoários permite inferir uma alta probabilidade da água tratada apresentar cistos e oocistos, quando os mesmos estão presentes nos mananciais de abastecimento (LeCHEVALIER & NORTON, 1997).

A turbidez da água filtrada tem sido questionada em função do progressivo advento dos contadores de partículas. O cerne de tais questionamentos reside na variação mais gradual do número de partículas no início e no fim da carreira de filtração, como também no fato de que valores de turbidez usualmente verificados para água filtrada – principalmente quando inferiores a 0,5 uT – apresentam distintos número e distribuição dos tamanhos das partículas. Reforça, e justifica, o emprego da turbidez como balizador da eficiência a discrepância entre o custo dos respectivos equipamentos e a forte correlação, inferida em pesquisa (LAGE FILHO, 2001), entre os dois parâmetros para a conjunção dos dados de água bruta, decantada e filtrada ($R^2 = 0,98$).

Em contexto semelhante, estudo foi realizado enfocando a confiabilidade analítica, em termos de turbidez, dos efluentes de duas unidades de filtração em escala-piloto. Para tal foram realizadas determinações deste parâmetro com equipamentos de bancada e de escoamento contínuo. A partir dos resultados experimentais foram efetuados testes de confiabilidade e de validade – considerando o turbidímetro de bancada como padrão -, com os pontos de corte definidos consoante com as recomendações da Portaria nº 518/2004 ($< 0,5$ uT) e do padrão americano ($< 0,3$ uT). Por fim, efetuou-se uma análise de variância e determinou-se o intervalo de confiança de 95% para a média dos dados amostrais. Os resultados da análise estatística corroboraram a constatação de que as determinações de turbidez estão condicionadas aos distintos princípios de funcionamento dos equipamentos. Se tal fato é de pequena relevância para água bruta afluyente à estação de tratamento, não o é para a água filtrada pela perspectiva da sucessão de padrões de potabilidade progressivamente mais restritivos. As determinações médias de turbidez com o emprego do equipamento de bancada ($1,0474 \pm 0,3664$ uT) superaram em quase 30% às obtidas com o de escoamento contínuo ($0,8097 \pm 0,2834$ uT). Observou-se, consistentemente, que o turbidímetro de escoamento contínuo gerou valores inferiores aos do de bancada (TEIXEIRA et al., 2004).

Na presente pesquisa considerou-se a turbidez da água filtrada como principal indicador do desempenho – secundariamente a turbidez da água decantada e a duração das carreiras de filtração -, especialmente na remoção de protozoários e balizado nas premissas estabelecidas pela Portaria nº 518/2004, que mantém o limite de 1,0 uT, da anterior Portaria nº 36/1990, e recomenda 0,5 uT em 95 % das amostras mensais com tal intento. Procedimento similar foi adotado por pesquisadores americanos em um estudo enfocando 75 estações de tratamento de água do estado norte-americano da Pennsylvania (LUSARDI & CONSONERY, 1999), no qual se objetivou inferir a importância de diversos fatores no desempenho das estações, entre os quais a taxa de filtração, a idade da estação, o tipo de meio filtrante e a magnitude da população abastecida. Este estudo apontou a supremacia da qualidade da operação, fator tão relevante quanto intangível, em relação aos fatores alinhavados.

3.2 Avaliação de desempenho de estações de tratamento de água

O tratamento de água para consumo humano como um dos pilares do saneamento básico vivencia já há alguns anos nítida dicotomia. Por um lado sucedem-se padrões de potabilidade progressivamente mais restritivos – em termos do crescente número de parâmetros e dos limites aos mesmos relacionados -, por outro a deterioração das características das águas naturais por poluição pontual e difusa decorrente sobretudo das atividades antrópicas.

Conforme mencionado, limites mais restritivos à turbidez da água filtrada fundamentaram-se, em um primeiro momento, na maior eficiência da cloração na inativação de microrganismos e, em um segundo, na perspectiva de fomentar a remoção de cistos e oocistos de protozoários.

Nesta última vertente, diversos trabalhos sinalizam para maior remoção de tais patogênicos associada à produção de água potável com turbidez inferior a 0,1 uT. Como exemplo pode ser citada a pesquisa realizada utilizando-se filtros em escala-piloto e real, como filtração direta e tratamento convencional, monitorados durante dois anos. Demonstrou-se remoção mais consistente de *Giardia* e *Crypto* alcançada com produção de água com baixa turbidez (0,1 a 0,2 uT), embora com coeficiente de determinação não elevado ($r^2 = 0,64$). Quando o desempenho da estação variava com as flutuações de turbidez da água bruta, uma alta variabilidade na concentração de cistos era observada no efluente coletado (NIEMINSKI & ONGERTH, 1995).

Apesar das mencionadas limitações, a turbidez permanece como um parâmetro importante e mais extensivamente utilizado no Brasil e no exterior no controle do processo de tratamento. Funciona bem como um indicador relativo da performance do tratamento e como um indicador grosseiro da qualidade da água.

A perspectiva de avaliação do desempenho de estações de tratamento de água não é recente. Em 1988 iniciou-se, nos Estados Unidos e Canadá, o desenvolvimento de um método de otimização de estações de tratamento de água com respeito à proteção contra patógenos. O *Composite Correction Program* (CCP) permitia que estações fizessem uso efetivo de seus processos e operações unitárias aumentando a eficiência das barreiras contra a passagem de microrganismos. Alguns objetivos foram estabelecidos para definir a performance ótima da decantação, filtração e desinfecção. O efluente de cada decantador deveria atingir turbidez máxima de 2 uT e dos filtros 0,1 uT, sendo tolerado um pico, após a lavagem da unidade filtrante, de até 0,3 uT por no máximo 15 minutos.

Os conceitos de otimização introduzidos pelo CCP foram expandidos para diversas outras atividades de regulamentação e industriais. O programa *Partnership for*

Safe Water, destinado a melhorar o tratamento para obtenção de água com melhor qualidade, utilizou o CCP como base para o desenvolvimento de sua fase III. Este programa foi desenvolvido pela associação de 6 entidades dos Estados Unidos e, em maio de 1998, 217 estações abastecendo 90 milhões de pessoas participavam do programa (USEPA, 1998).

Em 1984 o *Department of Environmental Protection* (DEP) do estado da Pennsylvania para assegurar a qualidade da água distribuída iniciou a implantação do programa *Filter Plant Performance Evaluation* (FPPE) cujo objetivo era determinar a efetividade da estação em remover partículas na mesma faixa de tamanhos dos cistos e oocistos de protozoários. Em 85 das 290 estações avaliadas até 1996, os avaliadores do DEP utilizaram turbidímetros e contadores de partículas conectados a um ponto de amostragem do efluente dos filtros. Estes armazenaram os dados em um computador portátil durante 24 horas permitindo o traçado do perfil de turbidez e contagem de partículas destas estações. Em 1988 mais de 60% dos dados das estações produziam água filtrada com turbidez maior que 0,2 uT, em 1996 este valor reduziu-se para somente 4 %.

Durante os 506 FPPE realizados em 290 unidades até o ano de 1996 foram levantados as dez falhas mais comuns: (1) *Jar test* realizado de forma inadequada ou falta de estratégia de controle do coagulante, (2) operação de mistura rápida inadequada, (3) falta de monitoramento individual dos filtros, (4) tempo inadequado de descarte de água após a lavagem dos filtros, (5) ausência de calibração dos turbidímetros, (6) dosagens inadequadas de coagulante, (7) conhecimentos de operação e manutenção insuficientes, (8) filtração iniciada com o filtro sujo, (9) monitoramento inadequado, (10) utilização somente da duração da carreira de filtração para a determinação do momento de lavagem dos filtros.

Após este período de experiência, alguns conceitos do Programa e do CCP foram introduzidos no FPPE. Passou-se a realizar a avaliação da capacidade de cada unidade do tratamento, além de se utilizar planilhas padronizadas para obtenção de séries temporais para a turbidez da água bruta, decantada e filtrada. Por meio da comparação destes gráficos pôde-se avaliar a capacidade da estação em produzir água de boa qualidade apesar da variabilidade da água bruta.

Programas semelhantes podem ser aplicados ao Brasil, principalmente – embora não só – pelas companhias estaduais de saneamento responsáveis por operarem diversas estações de tratamento nos respectivos estados. Além do atendimento ao padrão de potabilidade, um indicador mais amplo de performance tornaria o critério de seleção das estações mais abrangente.

3.3 Metodologia Delphi

A opção pelo emprego da metodologia Delphi para a definição dos parâmetros mais relevantes no desempenho das estações centrou-se na gama de aplicações desta técnica nas últimas décadas. O conceito do método Delphi pode ser compreendido como o produto de um projeto da *Rand Corporation*, iniciado na década de 1950, a respeito da utilização da opinião de especialistas. O objetivo deste estudo era obter o mais significativo consenso de opinião sobre a seleção de uma meta ótima para o sistema industrial dos Estados Unidos estabelecendo uma estimativa do número de bombas atômicas necessário. Este consenso deveria ser obtido por meio da aplicação de uma série intensa de questionários mesclados com envios de *feedback*.

A partir deste primeiro estudo, o Delphi passou a ser aplicado em uma ampla variedade de projetos nas mais diversas áreas. Por exemplo, podem ser citados trabalhos utilizando esta metodologia para a coleta de dados atuais e históricos que não são exatamente conhecidos ou disponíveis. Exame da significância de dados históricos, para a alocação de orçamentos, para exploração de opções de planejamento urbano e regional, para planejamento de campus universitário, para desenvolvimento de currículos, para delineamento dos prós e contras associados a opções políticas potenciais, para caracterização e esclarecimento das motivações humanas, para interpretação das prioridades dos valores pessoais e objetivos sociais e para a realização de previsões a respeito de diversos temas constituem alguns exemplos.

Não é a natureza da aplicação que determina a conveniência da utilização do Delphi e sim a circunstância particular da necessidade de um processo de comunicação em grupo. Quem pode se comunicar acerca do problema, quais mecanismos alternativos para esta comunicação, o que se espera obter com estas alternativas, são questões cujas respostas podem decidir pelo emprego do método.

A evolução do Delphi deu-se em duas formas distintas. A mais comum é a versão de papel e lápis. Nesta situação, um monitor elabora um questionário a ser enviado a um grupo de respondentes. Quando este é retornado, o monitor sumariza os resultados e baseando-se nestes desenvolve um novo questionário. Ao grupo de respondentes é dado pelo menos uma oportunidade de revisar suas opiniões individuais. Esta forma é também conhecida por Delphi convencional. Na outra forma, denominada conferência Delphi, o monitor é substituído por um programa de computador, este faz a compilação dos dados à medida que os participantes enviam suas respostas e após a última resposta envia o relatório e o novo questionário. Esta ferramenta tem a vantagem de realizar o processo em tempo real.

Independente da forma utilizada, algumas características definem o método em questão: (i) o anonimato, com a finalidade de reduzir fatores psicológicos como, por

exemplo, a possível influência da opinião de participantes com maior grau de especialização sobre os demais ou a resistência de alguns em mudar de opinião durante o processo; (ii) a interação, por meio das várias rodadas de questionários permitindo aos participantes revisarem suas decisões; (iii) o *feedback*, controlado entre duas rodadas de questionários para informar cada membro do grupo da opinião dos demais - geralmente é apresentado em forma de sumário numérico anexado aos argumentos apresentados pelos participantes; (iv) a representação estatística dos resultados, obtida no final do processo quando o julgamento do grupo é expresso por meio, por exemplo, da mediana, e a dispersão da opinião dos painelistas pode ser apresentada como medida do consenso (LINSTONE & TUROFF, 1975).

A metodologia Delphi promove a deliberação acerca de questões polêmicas por meio de um processo sistemático e sequenciado de fornecimento de questionários acompanhados de *feedback* a um grupo pré-determinado de painelistas. As estimativas quantitativas individuais são combinadas com a finalidade de se obter uma média ótima. Por meio da repetição dos questionários, os painelistas podem reconsiderar seus pontos de vista à luz da opinião do grupo. O método Delphi constitui uma forma rápida e eficiente de debater temas polêmicos, principalmente quando tempo e custo são fatores limitantes na promoção de encontros e conferências ou quando os desacordos podem ser minimizados pelo anonimato. No entanto, este pode ser bastante complexo e de difícil administração. Uma das maiores críticas ao processo é a falta de padronização e conseqüente aplicação do método a diversos e diferentes tipos de problemas – como aos relacionados à biodiversidade de florestas, turismo, disputas ambientais, previsões e outros.

Taylor e Ryder (2003) utilizaram a metodologia Delphi para coletar informações de especialistas visando ao plano de gerenciamento de 25 reservatórios de múltiplos usos. Estas informações eram basicamente acerca dos níveis necessários à sobrevivência da ictiofauna. Questionários foram elaborados para cada reservatório e enviados para 26 especialistas, sendo que o número de respondentes por reservatório variou de 2 a 8, podendo um único especialista responder os questionários referentes a mais de um reservatório. O primeiro questionário solicitava aos especialistas que listassem as espécies críticas e o período que cada uma destas espécies eram particularmente sensíveis às variações do nível do reservatório. No segundo questionário, os especialistas reavaliariam suas respostas à luz da opinião do grupo. A pesquisa obteve 85% de retorno dos questionários e alta convergência das opiniões para todos os reservatórios. As informações obtidas constituíram componente significativo para o desenvolvimento de um modelo de auxílio-a-decisão no gerenciamento destes reservatórios. Com isto a pesquisa demonstrou que o método Delphi pode ser utilizado para obter informações importantes para o gerenciamento de questões ambientais complexas.

Embora anterior, provavelmente para o setor de saneamento a utilização mais proeminente desta metodologia deu-se para o desenvolvimento do IQA (Índice de Qualidade da Água). Utilizou-se a metodologia Delphi para estruturar a opinião de um grupo de 142 profissionais da área de qualidade da água. Esta pesquisa foi composta por 3 questionários. No primeiro foi enviada uma lista com 35 parâmetros selecionados arbitrariamente para possível inclusão em um índice de qualidade da água. Os participantes deveriam selecionar para cada parâmetro uma das opções Incluir, Não Incluir ou Indeciso, sendo possível listar outros parâmetros não incluídos nesta primeira lista. Cada parâmetro selecionado com o item Incluir deveria receber um peso variando de 1 a 5. Os resultados desta primeira rodada de questionários foram enviados aos participantes junto com o 2º questionário para que estes comparassem suas respostas com a do grupo e as reavaliassem, também foi solicitada uma lista dos 15 parâmetros mais importantes. No terceiro questionário foi pedido ao painalista que desenhasse, para 9 parâmetros selecionados, curvas que segundo seu julgamento representassem a variação da qualidade da água produzida pelas várias possíveis medidas do parâmetro. As nove curvas utilizadas para o cálculo do IQA constituíram-se nas curvas médias obtidas das respostas de todos os respondentes. Dos 142 painelistas inicialmente convidados, 66 % devolveram o primeiro questionário a tempo de participar da segunda etapa, restando 94 painelistas dos quais 82 % devolveram o segundo questionário (BROWN et al., 1970).

4 Metodologia da pesquisa

4.1 Levantamento dos dados operacionais das estações amostradas

A 1ª parcela dos recursos foi disponibilizada em agosto de 2002, destinada ao custeio das viagens às unidades de tratamento integrantes do universo amostral da pesquisa. A primeira etapa do trabalho de campo, extensível às demais estações, consistiu no levantamento in loco das características físicas e coleta dos dados operacionais de cada unidade potabilizadora. Este levantamento das características físicas de cada estação visou determinar, inicialmente a partir da vazão média afluente, a amplitude de variação dos diversos parâmetros hidráulicos intervenientes no tratamento. Esta etapa foi finalizada em janeiro de 2004, totalizando 15 estações integrantes do universo amostral.

No projeto encaminhado à Funasa havia uma relação de 14 estações a serem visitadas, das quais 12 integrariam o universo amostral da pesquisa. A definição das estações amostradas fiou-se na perspectiva de melhor controle operacional para esta-

ções de médio porte, preferencialmente localizadas em cidades nas quais a carência de mão-de-obra não fosse muito pronunciada.

Em função de restrição orçamentária, apesar da amplitude do universo amostral ser mantida, foram visitadas 9 cidades que compuseram inicialmente o espectro de 15 estações de tratamento. Neste contexto, vale mencionar que a estação de Jacareí, ainda que no estado de São Paulo, foi inserida na pesquisa por questão logística – em uma única viagem foram visitadas as cidades de São Lourenço, Lambari e Poços de Caldas, em Minas Gerais, e Jacareí – e pela conhecida fidedignidade dos dados operacionais decorrentes de trabalhos anteriores. Duas estações inseridas na pesquisa não foram objeto de inspeções *in loco*: Unaí e Juiz Fora. Função do conhecimento prévio destas duas unidades de tratamento – que também originaram trabalhos anteriores –, da certeza da disponibilidade e fidedignidade dos dados, optou-se também por inseri-las no universo amostral.

No universo amostral da pesquisa, integrado em primeira instância por 15 estações de tratamento de água, apenas uma unidade de tratamento era dotada de turbidímetro de escoamento contínuo (Ituiutaba), e as demais utilizavam equipamentos de bancada para aferição da turbidez. À exceção da mencionada estação de Jacareí, todas as demais utilizavam medidor Parshall para efetuar a mistura rápida. As características básicas das estações amostradas estão apresentadas na Tabela 2. As estações sublinhadas não contaram com a supervisão técnica da Funasa. Especificamente as estações de Itabira foram também assim classificadas pelo fato do convênio ter-se encerrado no início da década de 1980.

Das estações arroladas na tabela 2 apenas as unidades de Poços de Caldas não enviaram os dados operacionais, embora houvesse o compromisso de tal procedimento² Em relação aos dados operacionais de Uberlândia, seu emprego foi limitado devido à ausência dos registros de vazão afluente, inviabilizando a determinação dos parâmetros hidráulicos intervenientes na potabilização.

O estudo contemplou os registros horários de vazão afluente e turbidez da água bruta e tratada referentes aos anos de 2001 a 2003. A partir das características físicas da estação e da vazão afluente determinaram-se os principais parâmetros hidráulicos envolvidos no estudo, quais sejam, os tempos teóricos de floculação, as velocidades de sedimentação e as taxas de filtração. A magnitude de tais parâmetros pôde ser comparada à recomendada pela ABNT (1990), visando a inferir o grau de sobrecarga de cada unidade. Neste contexto assumiu-se a premissa que não foram realizados ensaios em unidades-piloto, como usualmente ocorre no País, para determinação dos parâmetros hidráulicos de projeto das estações integrantes do universo amostral.

Tabela 2 – Características básicas das estações contempladas pela pesquisa

Cidade	Administração	Vazão média (L/s)	Floculação	Decantação	Filtração
Itabora I	Autarquia	102	Hidráulica	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples
Itabora II	Autarquia	164	Hidráulica	Escoamento horizontal	Ascendente
Itabirito	Autarquia	92	Hidráulica	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples
Jacareí/SP	Autarquia	518	Hidráulica*	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada dupla
Ituiutaba	Autarquia	270**	Mecanizada	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples
Juiz de Fora	Prefeitura	620	Mecanizada	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples
Lambari	Autarquia	91	Hidráulica	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples
Poços de Caldas I	Prefeitura	210	Mecanizada	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada dupla
Poços de Caldas II	Prefeitura	210	Mecanizada	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples
São Lourenço	Autarquia	160	Hidráulica	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples
Uberlândia I	Prefeitura	780	Hidráulica	Alta taxa	Descendente em filtro de camada simples
Uberlândia II	Prefeitura	1100	Mecanizada***	Alta taxa	Descendente em filtro de camada dupla
Unai****	Autarquia	150	Hidráulica	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples
Viçosa I	Autarquia	99	Hidráulica	Escoamento horizontal	Ascendente
Viçosa II	Autarquia	91	Hidráulica	Escoamento horizontal	Descendente em filtro de camada simples

* A estação é dotada de floculador mecanizado com quatro câmaras, mas com os agitadores permanentemente desligados.

** Na realidade são duas estações contíguas, com distintos sistemas de floculação e decantação, e unidades comuns para mistura rápida e filtração.

*** Parte da vazão de água coagulada divide-se para unidades de floculação mecanizada e hidráulica.

**** Os dados utilizados na pesquisa referem-se às características listadas na tabela. Atualmente a estação apresenta modificações nas unidades de floculação e filtração.

Posteriormente, os dados de operação foram analisados mediante algumas técnicas estatísticas disponíveis. Em uma primeira etapa elaboraram-se gráficos de frequência acumulada e de associação entre variáveis, com determinação de médias geométricas – recomendáveis para água bruta, passível de apresentar espectro mais amplo de variação - e aritméticas, medianas e indicadores de variação de cada parâmetro envolvido. Por fim, efetuaram-se diversas análises de correlação envolvendo os parâmetros hidráulicos calculados e os indicadores de performance da estação a turbidez da água filtrada – em primeira instância -, a duração das carreiras de filtração e a turbidez da água decantada.

Os dados foram analisados distintamente em função do período seco (junho a agosto) e chuvoso (janeiro a março) de cada ano. Os parâmetros de eficiência centraram-se no tempo de funcionamento da unidade para o qual a turbidez da água filtrada foi inferior a 1,0 uT, 0,5 uT e 0,3 uT (denominadas eficiências 1, 2 e 3). Os dois primeiros limites concernem às recomendações da Portaria 518 e o último ao padrão de potabilidade vigente nos EUA e Canadá. Somente para as estações de Itabira tal avaliação não pôde ser realizada, pois nos dados operacionais constavam apenas valores de turbidez tratada <1 uT.

4.2 Hierarquização dos fatores intervenientes no tratamento

A hierarquização dos principais fatores intervenientes no desempenho das estações de tratamento de água foi realizada por meio da metodologia Delphi com consulta a 18 especialistas em tratamento de água do País, com formação em 3^o grau, sendo que 16 se mantiveram até o término da pesquisa. Esta amostra abarcou companhias estaduais de saneamento, serviços autônomos de água e esgoto, universidades e empresas de engenharia. O grupo foi selecionado de forma a minimizar a influência de opinião baseada em um único tipo de profissional ou região geográfica do País, conforme mostra a tabela 3.

²As visitas às estações de Poços de Caldas, efetuadas em janeiro de 2004, somente ocorreram após contatos verbais com profissional do Departamento Municipal de Água e Esgoto, no sentido do compromisso do posterior envio dos dados operacionais. Neste contexto, após a realização das visitas e pela demora na remessa dos mesmos, profissional da Diretoria Regional da **Funasa** em Belo Horizonte participou nas gestões visando à obtenção destes dados.

Tabela 3 – Especialistas consultados para definição dos parâmetros intervenientes no tratamento

Perfil Profissional	Região		
	Sul	Sudeste	Centro-oeste
Operador de estação		2	
Projetista	2	2	
Pesquisador	1	6	1
Pesquisador/Projetista		1	
Projetista/Operador		1	
Pesquisador/Operador		1	

Estes painelistas foram instados a conferir pesos para cada parâmetro interveniente no tratamento – do gradiente de mistura rápida à velocidade de sedimentação nos decantadores -, metodologia semelhante à empregada para elaboração do Índice de Qualidade de Água (IQA) no início da década de 1970.

A 1ª rodada da pesquisa teve uma duração total de 4 meses – janeiro a abril de 2004 – apresentando uma abstenção de 11% em relação aos 18 questionários enviados. Durante esta etapa os questionários foram impressos e enviados aos painelistas por meio de carta. Já na 2ª rodada, cuja duração foi de aproximadamente 3 meses – junho a agosto de 2004 –, a abstenção foi 6 % entre os 17 questionários enviados. Nesta, os questionários foram enviados por via eletrônica, devido à necessidade de maior rapidez no recebimento das respostas e à manifestação da preferência de alguns painelistas por esta forma de envio. No primeiro questionário foi enviada aos painelistas uma lista de parâmetros intervenientes no tratamento convencional (tabela 4).

Tabela 4 – Lista de parâmetros intervenientes no tratamento convencional inseridos no primeiro questionário enviado aos painelistas

G_{MR}	Gradiente de velocidade da Mistura Rápida	V_L	Velocidade Longitudinal de escoamento
T_{MR}	Tempo de agitação da Mistura Rápida	Q_L	Vazão linear de coleta de água decantada
Jtest	Realização de ensaios de Jar Test	T_{filt}	Taxa de Filtração

G_f	Gradiente de velocidade da Floculação	Dcarr	Duração da Carreira de Filtração
T_f	Tempo de Floculação	Exp	Expansão do Leito Filtrante
G_p	Gradiente de velocidade nas passagens entre câmaras	Vasc	Velocidade ascensional de lavagem
N_c	Número de câmaras	L_{ar}	Lavagem Auxiliar com Ar
V_c	Velocidade média de escoamento no canal de água floculada	$L_{água}$	Lavagem Auxiliar com Água
G_{com}	Gradiente de velocidade nas comportas de acesso ao Decantador	T_c	Tempo de detenção no tanque de contato
G_{cor}	Gradiente de velocidade através dos orifícios da Cortina de Distribuição de água floculada	N_{ch}	Número de Chicanas no tanque de contato
V_s	Velocidade de Sedimentação ou taxa de aplicação superficial	GI	Grau de instrução da equipe de operação

O primeiro questionário foi composto de três partes. Na primeira elaborou-se uma introdução explicando todas as etapas do trabalho, situando o painelista no processo no qual foi inserido. A segunda apresentou as instruções para o preenchimento e a terceira foi constituída pela lista dos parâmetros inicialmente levantados, os quais deveriam ser julgados por meio das opções incluir, não incluir e indeciso, podendo o participante adicionar novos parâmetros não constantes do questionário inicial. Após julgar os parâmetros, cada respondente atribuiu pesos de até 100 somente para os parâmetros selecionados com o item incluir. Na figura 2 apresenta-se um extrato do questionário enviado aos painelistas.

Figura 2 – Extrato do 1º questionário enviado aos painelistas

Parâmetro				
	Incluir	Não incluir	Indeciso	peso
Gmr (Gradiente de velocidade da Mistura Rápida)	x			100

Comentário:

Após o encerramento da 1ª fase elaborou-se relatório contendo tabela com sumário numérico das respostas de todos painelistas – percentagem de inclusão, média, moda, mediana e amplitude inter-quartílica -, resumo dos comentários listados pelos respondentes, respostas do painalista e uma coluna para reavaliação das respostas. Foi solicitado que, após avaliação sobre as conclusões do grupo, os painelistas revisassem seus pontos de vista mantendo ou modificando as respostas do primeiro questionário.

Após o recebimento dos questionários da 1ª Etapa, com apenas duas defecções, foi elaborado relatório contendo tabela com as respostas não identificadas de cada participante, assim como resumo com os comentários listados pelos respondentes. No mesmo questionário constavam a média aritmética, a moda e a mediana de cada parâmetro a partir dos 15 questionários recebidos. Junto com este relatório, cada respondente recebeu um novo questionário e foi solicitado que refletisse sobre a opinião do grupo e então respondesse novamente o questionário revendo, ou não, suas respostas.

As justificativas e comentários na primeira rodada foram enviados aos painelistas durante a segunda. Estas tinham a finalidade de apresentar ao respondente o ponto de vista dos outros colegas. Nenhum dos parâmetros inseridos na primeira rodada (Tabela 4) foi descartado, e dos incluídos pelos painelistas igualmente nenhum foi adicionado à listagem do 2º questionário, ou por não se considerar as informações referentes a estes de fácil acesso ou por serem muito subjetivos. Por exemplo, foi sugerida a inclusão dos seguintes parâmetros: sinais visíveis de retromistura, estado geral da casa de química, versatilidade da planta, residuais de coagulante e outros. As sugestões de parâmetros referentes à qualidade da água bruta não foram acatadas devido ao índice em desenvolvimento ter como finalidade avaliar tão-somente o tratamento, independente das características da água bruta. Além disso, não houve nenhuma sugestão de novo parâmetro corroborada por mais de três painelistas.

Como já mencionado, os painelistas foram instruídos a pontuarem até 100 pontos os parâmetros selecionados com a opção Incluir. Este sistema de pontuação foi adotado visando facilitar o preenchimento dos questionários, uma vez que, caso se solicitasse distribuir um total de 100 pontos entres os parâmetros, os participantes levariam mais tempo para preencher os questionários e este fato poderia aumentar a taxa de abstinência. No entanto, para o escopo deste trabalho acredita-se ser relevante a importância relativa de cada parâmetro, ou seja, o peso conferido a um parâmetro por cada painalista em relação ao total de pontos distribuídos por ele. Por isto a pontuação de cada parâmetro foi dividida pelo total distribuído pelo painalista, de forma a todos os pesos distribuídos totalizassem 100 pontos.

No emprego da metodologia Delphi nesta pesquisa asseguraram-se as quatro mencionadas premissas básicas: o anonimato, a interação, o *feedback* e a representação estatística dos resultados.

5 Resultados e discussão

5.1 Avaliação das estações

A partir da vazão média e das características físicas das estações foram calculados os três principais parâmetros hidráulicos intervenientes no tratamento, mais facilmente cotejáveis com os limites estabelecidos pela ABNT. Desta forma, pôde-se inferir em quais estações o grau de sobrecarga era mais pronunciado.

As condições de mistura rápida a partir do emprego extensivo do medidor Parshall foram consideradas adequadas para a realização da coagulação no mecanismo da varredura. Estima-se que as referidas estações apresentem tempos de agitação inferiores a 0,5 s e gradientes de velocidade para mistura rápida superiores a 1200 s^{-1} , condições plenamente compatíveis à realização da coagulação. Os parâmetros hidráulicos das estações estão listados na tabela 5 e assinalados em negrito aqueles que não atenderam às premissas estabelecidas pela ABNT.

Tabela 5 – Parâmetros hidráulicos das estações inseridas na pesquisa.

Estação	Vazão média (L/s)	Tempo de floculação (min)	Velocidade de sedimentação (cm/min)	Taxa de filtração (m/dia)
Itabira I	102	26,2	2,42	153
Itabira II	164	42,3	3,31	221
Itabirito	92	39,7	2,84	206
Ituiutaba	270	48	1,78	115
Jacareí	518	25,9	2,29	169
Juiz de Fora	584	33,6	2,70	464
Lambari	91	13,1	2,94	297
Poços de Caldas I	210	37,9	2,98	229
Poços de Caldas II	210	23,4	2,84	261
São Lourenço	160	30,82	2,55	227
Unaí	144	13,6	2,48	235
Viçosa I	99	35,6	2,72	133
Viçosa II	91	35,7	2,52	192

Conforme mencionado, as estações de Uberlândia não tiveram seus parâmetros hidráulicos calculados, tendo sido inseridas nas avaliações em termos de atendimento ao padrão de potabilidade para água filtrada. Paradoxalmente, foi possível calcular todos os parâmetros hidráulicos para as estações de Poços de Caldas, pois as características físicas das estações foram levantadas durante as visitas. Por fim, houve uma terceira estação de tratamento visitada nesta cidade que não foi relacionada na Tabela 2 por empregar a tecnologia de filtração direta em dois estágios.

Da tabela 5 depreendem-se algumas constatações. Apenas uma estação de tratamento apresentou sobrecarga na floculação (Lambari), favorecendo a perspectiva, para as demais, da remoção das partículas na unidade de decantação – desde que a coagulação seja realizada com dosagem e pH adequados. Neste mesmo viés, à exceção da taxa de filtração média da estação de Juiz de Fora, não se verificou sobrecarga significativa para significativa maioria dos parâmetros hidráulicos inerentes ao tratamento, a despeito de várias estações apresentarem idade superior a 30 anos. Ressalva deve ser feita à estação de Lambari, como a única que apresentou sobrecarga nas três etapas do tratamento.

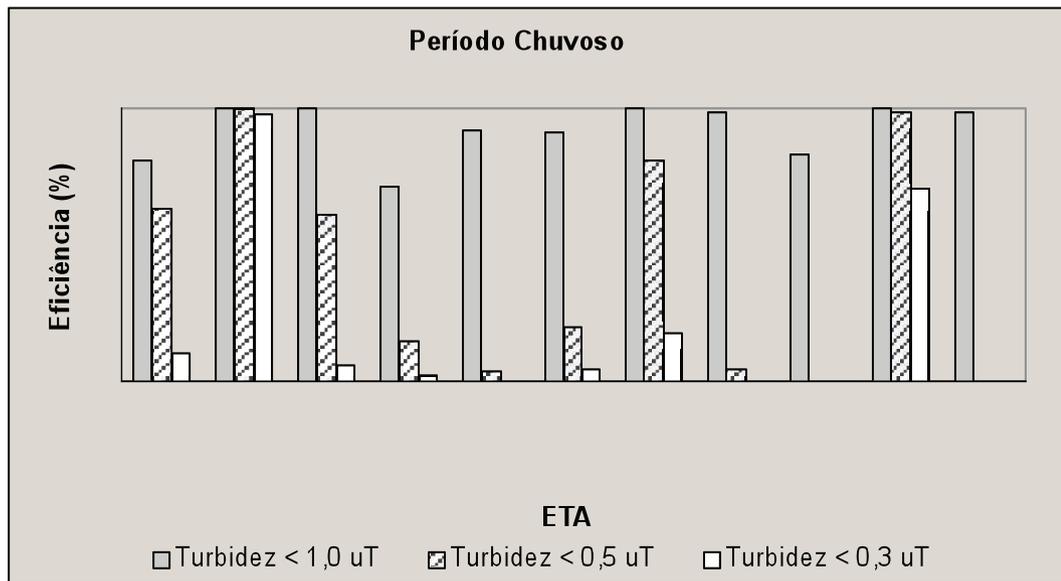
Em relação à performance das estações amostradas, consoante com a metodologia estabelecida de se trabalhar com frequência acumulada, a síntese dos resultados é apresentada na Tabela 6 (eficiências 1, 2 e 3). Os resultados de eficiência reportam-se ao percentual dos dados de turbidez efluente inferior a 1,0, 0,5 e 0,3 uT.

Tabela 6 – Resumo da performance das estações amostradas

Estação de Tratamento de Água	Período chuvoso			Período seco		
	Eficiência 1 (%)	Eficiência 2 (%)	Eficiência 3 (%)	Eficiência 1 (%)	Eficiência 2 (%)	Eficiência 3 (%)
Itabira I	96,4	*	*	99,3	*	*
Itabira II	95,7	*	*	98,8	*	*
Itabirito	91,11	20,00	4,44	97,78	52,22	28,89
Ituiutaba	100,00	100,00	97,78	100,00	100,00	100,00
Jacareí	100,00	61,11	5,56	100,00	33,33	0,00
Juiz de Fora	82,95	0,00	0,00	74,16	0,00	0,00
Lambari	98,36	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
São Lourenço	100,00	98,82	70,59	100,00	100,00	98,89
Uberlândia (Bom Jardim)	100,00	81,11	17,78	100,00	98,88	20,22
Uberlândia (Sucupira)	98,89	4,44	0,00	100,00	74,44	0,00
Unaí	81,11	63,33	10,00	98,89	97,78	88,89
Viçosa I	71,26	14,94	2,30	75,56	0,00	0,00
Viçosa II	91,86	3,49	0,00	36,47	17,65	0,00

A comparação do desempenho das estações para o período chuvoso pode ser realizada por meio da figura 3.

Figura 3 – Performance das estações em função do tempo de funcionamento no período amostrado



A primeira constatação da análise dos resultados refere-se à quase generalizada elevação da performance no período seco do ano quando comparado ao período chuvoso. Pode-se concluir que eventuais limitações operacionais – definição de dosagem, tipo de coagulante, pH de coagulação, entre outros – tendem a se manifestar mais claramente quando à estação afluir água bruta de qualidade inferior. As condições que favoreceram o surto de Milwaukee confirmam esta premissa. Neste contexto, provavelmente houve algum problema na coleta dos dados operacionais de uma das estações de Viçosa, pois na mesma não foi detectado durante a visita nenhum problema operacional que justificasse desempenho inferior no período seco.

Vale destacar o excelente desempenho das estações de Ituiutaba – que se apresenta quase que totalmente automatizada – e São Lourenço, e em menor monta também Uberlândia II, no que concerne a recomendações de produção de água com turbidez inferior a 0,5 uT, a despeito do emprego de equipamentos de escoamento contínuo que tendem a minimizar determinações de turbidez desta magnitude. Aliada ao elevado padrão operacional e ao emprego de polímero não-iônico como auxiliar de coagulação, a estação de Ituiutaba não apresenta nenhuma etapa do tratamento

com sobrecarga. Neste mesmo cenário, a estação de Lambari também apresentou excelente desempenho, constatação valorizada pelo alto grau de sobrecarga submetido à unidade. Provavelmente as elevadas taxas de filtração que se sucedem na estação de Juiz de Fora expliquem a performance inferior quando cotejada às demais.

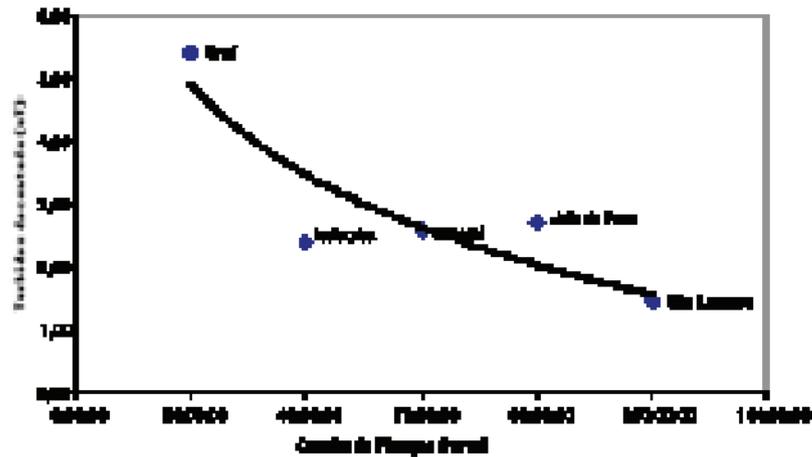
Em relação à rotina operacional, apenas cinco das estações efetuavam o monitoramento da água decantada. Desta forma, as condições de coagulação-floculação – nas quais mais claramente se manifesta a acuidade da operação – acabavam por ser avaliadas apenas por meio da duração das carreiras de filtração. No que tange a coagulação, seguindo tendência verificada no País e mesmo nos EUA, todas estações amostradas utilizavam sulfato de alumínio como coagulante primário, e apenas uma delas empregava auxiliar de coagulação (Ituiutaba). As dosagens de coagulante na maioria das estações eram definidas a partir de ensaios de *Jar Test*, mas, com exceção de quatro unidades, não eram elaborados diagramas de coagulação.

A partir dos mencionados parâmetros hidráulicos e dos dados operacionais foram realizadas análises de correlação que contemplaram, para os períodos chuvoso e seco³: (i) Carreira de filtração x taxa de filtração ($Rc^2 = 0,14$; $Rs^2 = 0,06$) (ii) Turbidez decantada x Turbidez filtrada ($Rc^2 = 0,02$; $Rs^2 = 0,18$), (iii) Turbidez filtrada x Velocidade de sedimentação ($Rc^2 = 0,0$; $Rs^2 = 0,01$), (iv) Tempo de floculação x Turbidez filtrada ($Rc^2 = 0,05$; $Rs^2 = 0,02$), (v) Vazão x Turbidez filtrada ($Rc^2 = 0,05$; $Rs^2 = 0,02$), (vi) Carreira de filtração x Turbidez decantada ($Rc^2 = 0,66$; $Rs^2 = 0,05$), (vii) Turbidez decantada x Tempo de floculação ($Rc^2 = 0,02$; $Rs^2 = 0,05$), (viii) Turbidez da água bruta x Dosagem de coagulante ($Rc^2 = 0,38$; $Rs^2 = 0,26$), e (ix) Turbidez bruta x Turbidez filtrada ($Rc^2 = 0,01$; $Rs^2 = 0,06$). Conforme mencionado, utilizaram-se médias geométricas para turbidez da água bruta e médias aritméticas para água filtrada.

Algumas correlações, inclusive as menos significativas, confirmaram reconhecida tendência na operação das estações de tratamento de água. Como destaque, a despeito do pequeno número de estações passível de ser empregado nesta análise e das distintas taxas de filtração, comprovou-se para o período chuvoso maior duração da carreira para as unidades filtrantes às quais afluía menor concentração de sólidos em termos de turbidez da água decantada (figura 4).

³Os parâmetros Rc^2 e Rs^2 correspondem aos coeficientes de determinação para os períodos chuvoso e seco entre as variáveis envolvidas na análise. Estão destacados os considerados mais significativos.

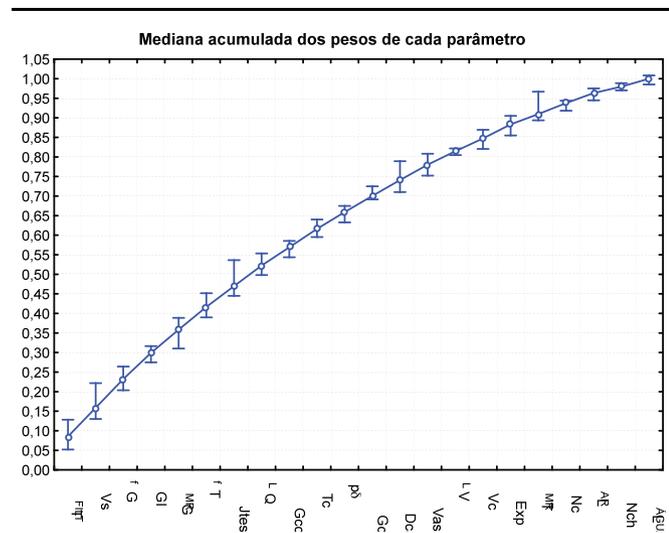
Figura 4 – Relação entre a carreira de filtração e a turbidez da água decantada para o período chuvoso amostrado



5.2 Hierarquização dos parâmetros intervenientes no tratamento

Na figura 5 são apresentadas a mediana dos pesos acumulados dos parâmetros, representada pelos círculos, e a diferença entre o valor mínimo e máximo dos pesos atribuídos a cada parâmetro pelo conjunto de painelistas, representada pela barra vertical.

Figura 5 – Hierarquização dos parâmetros intervenientes no tratamento



Pela observação das barras verticais pode-se confirmar a assertiva de que os parâmetros de maior peso foram justamente os causadores das maiores disparidades nas respostas dos questionários indicando concordância entre os painelistas sobre a importância destes para o desempenho da estação, mas grande discordância acerca do peso destes no processo de tratamento. De acordo com o conjunto dos especialistas, a taxa de filtração confirmou-se como o parâmetro mais relevante, responsável por aproximadamente 9 % do desempenho da estação. Esta assertiva pode ser confirmada pelas tendências dos padrões de potabilidade nacionais e internacionais de privilegiar a redução da turbidez da água filtrada. A velocidade de sedimentação e gradiente de velocidade da floculação, junto com a taxa de filtração, foram considerados responsáveis por aproximadamente 23 % do desempenho da estação. O primeiro representando a importância da garantia da sedimentabilidade dos flocos e o segundo a adequada formação destes.

Após o segundo questionário e diante dos resultados, avaliou-se se outras rodadas de questionários pudessem levar a uma maior convergência dos resultados, porém esta opção mostrou-se inviável devido ao tempo despendido com cada rodada. Além de não se esperar grandes alterações, pois muitos painelistas efetuaram apenas pequenas alterações nos pontos distribuídos e outros mantiveram seus pontos de vista inalterados. Com isso, duas decisões foram tomadas para a definição dos pesos finais: (i) para evitar a influência dos pontos extremos optou-se por definir a mediana dos pontos recebidos – após a já citada transformação - para cada parâmetro, como melhor medida da opinião do grupo; (ii) nenhum parâmetro foi excluído, sendo os pesos multiplicados pela taxa de inclusão, assim os com 100% de inclusão tiveram seus pesos mantidos e os demais tiveram seus pesos diminuídos.

Uma segunda questão reporta-se à unificação de alguns parâmetros. Decidiu-se por pontuar os parâmetros Gf e Tf por par e não individualmente sendo o peso da pontuação do par igual à soma dos pesos individuais de cada um destes. Os parâmetros Lar e Lágua foram transformados em um único parâmetro denominado Laux (Lavagem auxiliar), o peso deste parâmetro foi definido como a mediana de todos os pesos atribuídos a estes. Da mesma maneira foi definido o peso do agrupamento dos parâmetros Exp e Vasc, porém neste caso estes não foram transformados em um único parâmetro. Para cada estação deve-se escolher um dos dois para ser pontuado, ou pontua-se com o valor de Exp ou de Vasc, uma vez que a inclusão de ambos estaria sobrevalorando um mesmo aspecto relacionado à lavagem do meio filtrante. Por fim, uma última transformação foi realizada, dividindo-se cada peso pelo total para que todos somassem 1 e o peso final de cada parâmetro encontra-se na tabela 7.

Tabela 7 – Pesos finais definidos para cada parâmetro

Parâmetro	Peso	Parâmetro	Peso
G _{MR}	0,06	VL	0,04
T _{MR}	0,03	QL	0,06
J _{test}	0,06	T _{filt}	0,09
G _f -T _f	0,14	D _{carr}	0,05
G _p	0,04	Exp/ Vasc	0,04
N _c	0,03	L _{aux}	0,02
V _c	0,03	T _c	0,05
G _{com}	0,04	N _{ch}	0,02
G _{cor}	0,05	GI	0,07
V _s	0,08		

6 Conclusões

A hierarquização dos parâmetros demonstrou haver um consenso sobre os parâmetros mais relevantes, permitindo, ainda com limitações intrínsecas ao método – vinculadas às características do grupo de painelistas – concluir que:

i) a taxa de filtração confirmou ser o parâmetro mais relevante com peso da ordem 9 %, cuja importância coaduna-se com as tendências do padrão de potabilidade nacionais e internacionais de privilegiar a redução dos valores permissíveis para a turbidez da água filtrada;

ii) a adequada formação dos flocos e a garantia da sua sedimentabilidade, permitindo em última instância prolongar as carreiras de filtração, confirmam a relevância dos parâmetros gradiente de velocidade e velocidade de sedimentação, conforme atestaram os painelistas;

iii) por fim, a intangível acurácia da operação da unidade de tratamento foi também contemplada pelos painelistas em função do parâmetro GI.

Em relação à avaliação das estações, apesar da pesquisa não ter contemplado as características da água bruta, a revisão da literatura, as visitas *in loco*, os parâmetros hidráulicos calculados, os dados operacionais e os coeficientes de determinação (R²)

permitem extrair algumas conclusões importantes, consoantes com alguns dos objetivos anteriormente delineados:

i) A avaliação das estações de tratamento no período chuvoso parece mais acurada ou, em outras palavras, quando afluí à unidade de tratamento água bruta de pior qualidade, tornam-se mais evidentes eventuais limitações operacionais ou de outra natureza. Desta forma, estudos similares podem-se fiar nos dados operacionais do período chuvoso;

ii) A performance de uma estação não está necessariamente relacionada à sobrecarga e nesta vertente o desempenho da estação de Lambari é paradigmático;

iii) A maioria das estações pode ter a coagulação otimizada – favorecendo o aumento da duração das carreiras de filtração e melhoria do efluente final – por meio da realização de diagramas de coagulação. Fragiliza-se a definição das dosagens e respectivos pH de coagulação, ainda com emprego do aparelho de *Jar Test*, sem a elaboração dos referidos diagramas. Neste mesmo viés, o monitoramento da turbidez da água decantada torna-se imprescindível e deve ser realizado por todas estações;

iv) Apesar de algumas controvérsias, a turbidez filtrada ainda é considerada um dos parâmetros mais relevantes como indicador da qualidade da água tratada. Nesta premissa, a recomendação da Portaria 518/2004, em termos da produção de água filtrada com turbidez inferior a 0,5 uT, ainda não é obedecida pela maioria significativa das estações amostradas, verificando-se, conforme mencionado, melhoria no período seco dos anos considerados. Como atenuante à assertiva anterior, há o fato de em dois dos anos amostrados (2001 e 2002) vigia a Portaria 36/1990 na qual não constava esta recomendação;

v) A ausência de correlação entre a turbidez da água bruta e filtrada, nos dois períodos, é um bom indicativo da performance satisfatória do conjunto das estações amostradas;

vi) Distintamente do que se verificou na amostragem de 75 estações na Pensylvania (EUA) as estações de maior porte não apresentaram melhor desempenho, pois os coeficientes de determinação entre vazão afluente e turbidez média da água filtrada foram insignificantes. Provavelmente os baixos coeficientes de determinação foram influenciados pela má performance da estação de Juiz de Fora;

vii) A ausência de correlação entre a turbidez da água decantada e o tempo de floculação, a despeito do menor tamanho da amostra, indica a maior relevância da acuidade da dosagem do que as condições de floculação. Reforça esta assertiva a baixa correlação entre o tempo de floculação e a turbidez da água filtrada, e o bom desempenho da estação de Jacareí na qual os agitadores permanecem constantemente desligados e da estação de Lambari que apresenta baixo tempo de floculação;

viii) Por fim, a despeito do bom desempenho de algumas estações, não se pode afirmar que a supervisão da Funasa tenha sido fator decisivo para tal. Estações que não tiveram esta supervisão técnica - Jacareí, Uberlândia, por exemplo – também apresentaram adequada performance.

7 Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12216**: Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro: ABNT, 1990. 18 p.

BROWN, R. M.; MCCLELLAND, N. I.; DEINIGER, R. A.; TOZER, R. G. A water quality index – do we dare? **Water & Sewage Works**, Chicago, v. 117, n. 10, p.339-343, Oct. 1970.

CARDOSO, L. S.; CARLI, G.; DE LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em efluentes biologicamente tratados e desinfetados. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 285-90, dez. 2003.

CONSONERY, P. J.; GREENFIELD, D N.; LEE, J. J. Pennsylvania's filtration evaluation program. **JAWWA**, New York, v. 89, n. 8, p. 67-77, Aug. 1997.

DANIEL, P.; DUMOUNDIER, N.; MANDRA, V.; TAMBO, N.; KAMEL, T. Pathogenic protozoa in raw and drinking water. **Water Supply**, v. 14, n. 3/4, p. 387-401, 1996.

DUBEY, J. P.; SPEER, C.; FAYER, R. **Cryptosporidiosis of men and animals**. Boca Raton: Ed. CRC Press, 1990. 191 p.

FOX, K. R.; LYTLE, D. A. Milwaukee's crypto outbreak: investigation and recommendations. **JAWWA**, New York, n. 9, p. 87-94, Sept. 1996.

GUIDELINES for phase IV: Partnership for safe water. New York: AWWA, 2003.

HRONCICH, J. A. Source water quality management. In: WATER quality and treatment. 5. ed. New York: McGraw-Hill Inc., 1999.

KRAMER, M. H.; QUADE, G.; HARTEMANN, P.; EXNER, M. Waterborne diseases in Europe. **JAWWA**, New York, v. 93, n. 1, p. 48-53, Apr. 2001.

LAGE FILHO, F. A. Fundamentos da contagem de partículas em águas de abastecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

LeCHEVALLIER, M. W.; NORTON, W. ***Giardia and Cryptosporidium in raw and finished drinking water***. In: CRYPTOSPORIDIUM and Water. New York: Ed. AWWA, 1997.120 p.

LELAND, D.; McANULTY, J.; KEENE, W.; STEVENS, G. A. Cryptosporidiosis outbreak in a filtered-water supply. **JAWWA**, New York, p. 34-42, Jun. 1993.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. (Ed.). **The Delphi Method: techniques and applications**. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1975. 620 p.

LUSARDI, P. J.; CONSONERY, P. J. Factors affecting filtered water turbidity. **JAWWA**, New York, n. 12, v. 91, p. 28-40, Dec. 1999.

NIEMINSKI, E. C.; ONGERTH, J. E. Removing *Giardia* and *Cryptosporidium* by conventional treatment and direct filtration. **JAWWA**, New York, v. 87, n. 9, p. 96-106, Sept. 1995, apud LeCHEVALIER, M. W.; AU, K. *Water Treatment and Pathogen Control*. London: WHO, London, 2004. 112 p.

PÁDUA, V. L.; DI BERNARDO, L. Comparação entre turbidez e distribuição de tamanhos de partículas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

PATANIA, N. L.; JACANGELO, J. G.; CUMMINGS, L.; WILCZAK, A.; RILLEY, K.; OPPE-
NHEIMER, J. **Optimization of filtration for cyst removal**. New York: Ed. AWWA, 1995. 153 p.

ROSE, J. B.; DAESCHNER, S.; PATZ, J. Climate and waterborne disease outbreaks. **JAWWA**, New York, v. 92, n. 9, p. 77-87, Sept. 2000.

TAYLOR, J. G.; RYDER, S. D. Use of the Delphi method in resolving complex water resources issues. **Journal of the American Water Resources Association**, New York, v. 39, n. 1, p. 183-189, Feb. 2003.

TEIXEIRA, A. R.; SANTOS, E. C. P.; DI BERNARDO, L.; HELLER, L. PÁDUA, V. L.; LI-
BÂNIO, M. A confiabilidade analítica dos valores de turbidez da água filtrada e seu efeito no cumprimento do padrão de potabilidade. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 66-73, mar. 2004.

UNITED STATES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Optimizing water treatment plant performance using composite correction program. Cincinnati, Ohio: USEPA, 1998. 168 p. (EPA/625/3-87/013).

VIEIRA, M. B. C. M. **Avaliação da eficiência de processos de tratamento de água de abastecimento na remoção de oocistos de *Cryptosporidium* e cistos de *Giardia***. 202. 204 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Surveillance. In: WORLD HEALTH ORGANIZA-
TION. **Guidelines for drinking water quality**. 3. ed. Geneva: WHO, 2004. p. 84-98. Disponível em: <<http://www.who.int>>.

Proposta de Melhorias no Sistema de Manejo e Disposição dos Resíduos Sólidos para Pequenas Comunidades (Proresol)

Viviana Maria Zanta (Coordenadora)

Danilo Gonçalves dos Santos Sobrinho, Clesivânia Santos Rodrigues

Proponente: Fundação Escola Politécnica da Bahia

Executora: Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Resumo

A maioria das comunidades de pequeno porte no Brasil enfrenta desafios para o gerenciamento dos seus resíduos sólidos. Estes desafios compreendem desde a complexidade do manejo de resíduos de produtos industrializados não biodegradáveis à disposição inadequada, como a queima a céu aberto de resíduos ou o comprometimento da qualidade de corpos d'água ou do solo e ar pelos subprodutos da degradação dos resíduos em lixões. O manejo e disposição final inadequados de resíduos sólidos podem ser associados a uma série de doenças, causadas pelo contato direto ou indireto com os resíduos, como verminoses, dengue e leishmaniose, que podem comprometer a saúde da comunidade. Para minimizar estas consequências há a necessidade destas comunidades possuírem planos de manejo, tratamento e disposição final adequados dos resíduos sólidos, construídos com a participação efetiva da comunidade, para assegurar condições mínimas para a continuidade das atividades do Sistema de Limpeza Urbana. Para tanto, se torna relevante conhecer a percepção da comunidade e envolvê-la no processo de tomada de decisão sobre o sistema GISRSU. Neste trabalho, apresenta-se o diagnóstico realizado nas quatro comunidades de pequeno porte do Município de Alagoinhas/Bahia e se descrevem as técnicas utilizadas para identificar a percepção da comunidade sobre: a finalidade do Saneamento Ambiental, enfatizando-se a relação "resíduos sólidos, saúde e meio ambiente", suas demandas e proposições de melhorias do sistema. O diagnóstico realizado nas comunidades estudadas demonstra que os serviços de coleta, varrição, limpezas especiais e de disposição final realizados, apresentam-se, de forma geral,

com algumas deficiências tais como: coleta irregular e disposição final inadequada, traduzindo um quadro similar ao da maioria das comunidades de pequeno porte brasileiras, com um sistema parcialmente organizado e necessitando de soluções mais bem estruturadas. Os resultados obtidos indicam que as comunidades, mesmo com características sociais e econômicas semelhantes, apresentam graus de participação distintos motivados pela percepção da questão ambiental e de resíduos sólidos, bem como, pelo tipo de interação existente entre os setores representativos das comunidades. Nas comunidades com maior organização social foi possível trabalhar-se efetivamente com a questão dos resíduos sólidos envolvendo os aspectos da saúde e meio ambiente, como a discussão de aspectos técnicos do manejo e disposição. Conclui-se, portanto, que é possível e viável trabalhar-se a componente resíduos sólidos com real participação social no processo de decisão visando a continuidade de ações para a melhoria do GISRSU.

Palavras-chave: gerenciamento integrado e sustentável de resíduos sólidos, modelo participativo, resíduos sólidos.

Abstract

The majority of the communities of small size in Brazil faces to challenges for the management of its solid waste. These challenges are since the complexity of handling industrialized non-biodegradable residues to the inadequated disposal, such as the burning of residues at open sky or even to jeopardize the quality of water bodies or the ground and air by the subproducts degradation from waste residues. The improper storage, collection and final disposal of solid waste can be associated to several illnesses which are caused by direct or indirect residues contact, as intestinal worms, dengue and leishmaniasis that can compromise the community health. To minimize these consequences it is necessary that these communities have plans of handling, treatment and proper final disposal of solid waste with the effective community participation to assure the minimum conditions for the continuity of the waste management activities. Therefore, it is mandatory to understand the community situation and its perception to involve it in the process of decision taken on MSW system. This work presents the diagnosis performed in four communities of small size in Alagoins city / Bahia and describes the techniques used to identify the community perception regarding the Sanitation Environment, emphasizing the solid residues relation – health and environmental and to present the results regarding systems improvements. The diagnosis performed in the focus communities demonstrates that services of waste handling, collection, final disposal have, in general, some deficiencies such as irregular waste collection and inadequated final disposal, which presents a similar picture of the majority of small Brazilian cities, witch means a partially organized system and with the need of better structured solutions. The results obtained indicate that the communities, even with similar social and economic characteristics, present distinct degrees of participation which are motivated by the perception of the environmental and solid waste issues, as well as to the type of interaction among the representatives communities sections. In communities with better social organization it was possible to work with the solid waste issues and the health, environment and technology aspects. However, it was observed that it is possible and feasible to work with the solid waste component with active social participation in the process of decision-making focusing on the continuity of action for MSW system improvements.

Keywords: integrated and sustainable management of solid waste; participative model; solid waste.



1 Introdução

O gerenciamento inadequado dos Resíduos Sólidos, desde a etapa de geração até a destinação final, pode acarretar vários problemas prejudiciais à saúde humana, tais como a contaminação do solo, ar e água e a proliferação de vetores.

Estes problemas geralmente são associados às zonas periféricas dos centros urbanos, em áreas de baixo valor econômico, onde reside a população mais carente e mais vulnerável à transmissão de doenças relacionadas ao descarte aleatório de resíduos sólidos. A ausência ou deficiência de acondicionamento e coleta, associada à disposição inadequada dos resíduos sólidos municipais são importantes fatores de risco para a saúde coletiva, também, em pequenas comunidades.

Deste modo, a questão dos resíduos sólidos é atualmente um dos temas centrais para aqueles que se preocupam com o ambiente, na perspectiva de garantir os meios para a existência das gerações futuras (FERREIRA, 2004). A participação da comunidade na identificação dos problemas ambientais e na escolha de ações estratégicas é fundamental para o êxito de planos de gerenciamento de resíduos sólidos. Entende-se como comunidade, o conjunto de atores envolvidos com a questão.

Segundo Zaneti (2002) nos Planos de Gestão Resíduos Sólidos Urbanos (PGRSU), a participação da comunidade deve ser entendida como a busca de uma verdadeira responsabilização de todos os atores envolvidos no processo de gerenciamento.

Ainda, segundo este autor a dimensão participativa deve ser considerada como pré-requisito para a viabilidade das soluções encontradas e para a sustentabilidade dos procedimentos operativos e técnicos escolhidos, tendo em vista que tais aspectos dependem basicamente da capacidade organizativa, mobilizadora e comunicativa dos grupos sociais e instituições envolvidos.

Este trabalho propõe que a participação social seja incorporada em todas as etapas do desenvolvimento do PGRSU ressaltando-se a relação dos resíduos sólidos com a saúde e meio ambiente, a possibilidade de valorização dos resíduos sólidos urbanos e a busca de oportunidades para a geração de renda e emprego.

Deste modo acredita-se que a proposição de ações para a melhoria do manejo e disposição de resíduos sólidos oriundas do envolvimento consciente da comunidade possa fortalecer as relações com os responsáveis pelo gerenciamento de resíduos sólidos bem como com outros parceiros interessados nesta questão da saúde ambiental, possibilitando uma maior sustentabilidade das melhorias indicadas.

2 Objetivos

Os objetivos principais do Proresol são:

1. Propor um sistema de manejo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos segundo uma metodologia de desenvolvimento participativo da comunidade e enfatizando-se a busca de soluções que priorizem a redução na fonte e valorização dos resíduos;
2. Desenvolver a inter-relação de todos os elementos da cadeia de resíduos, vislumbrando as oportunidades de redução na fonte e valorização dos resíduos em todas as etapas do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos;
3. Buscar condições para a sustentabilidade do sistema proposto integrando-se os aspectos técnicos, financeiros, ambientais, sociais, institucionais e políticos;
4. Relacionar as questões pertinentes aos resíduos sólidos com vários aspectos tais como: saúde coletiva, qualidade da água, agricultura familiar, entre outros.

3 Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida no Município de Alagoinhas, especificamente nas comunidades de pequeno porte de Boa União, Estevão, Quizambu e Riacho da Guia cujas distâncias em relação à sede do Município são, respectivamente, 12 km, 11 km, 40 km e 35 km. Segundo o IBGE (2000), o Município possui 129.617 habitantes, entre estes 4.685 hab. residem nas comunidades estudadas, de acordo com a estimativa populacional, calculada a partir do número de ligações de água, para tanto se adotou o índice de 5 moradores por residência (Quadro 1).

Quadro 1 – População estimada por localidade

Localidade	Nº de ligações	População estimada
Boa União	317	1585
Estevão	154	770
Quizambu	207	1035
Riacho da Guia	259	1295
Total	937	4.685

Fonte: SAAE, Alagoinhas

O método empregado de pesquisa-ação envolveu diferentes formas de abordagem dos impactos e manejo dos resíduos sólidos buscando a partir da identificação e análise de situações-problemas gerar novos conhecimentos e instrumentos para a transformação de tais situações.

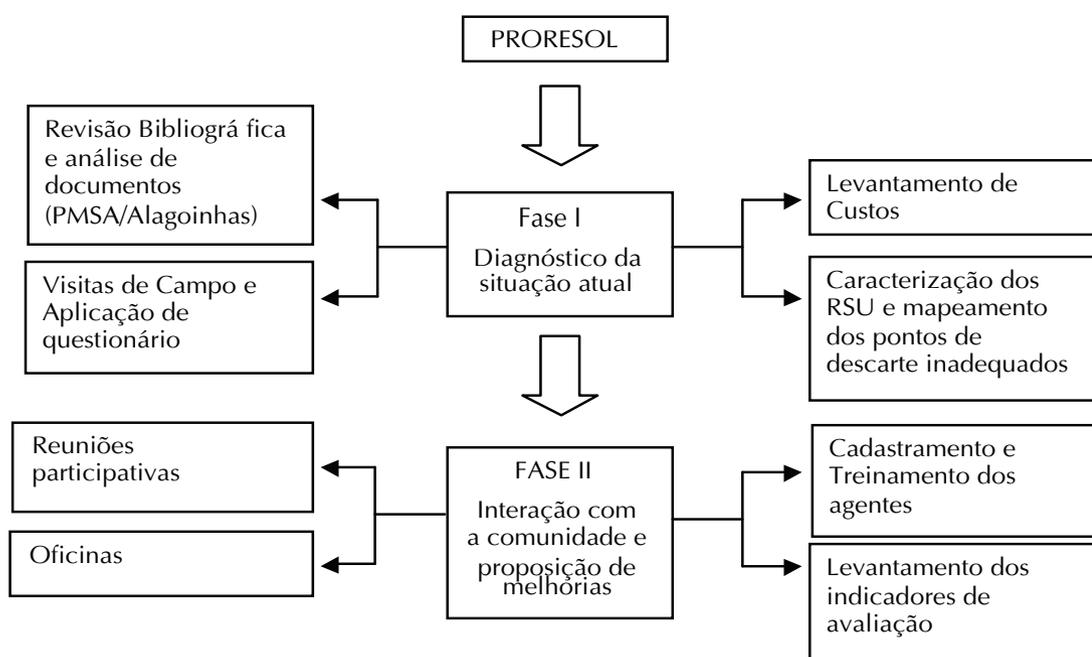
Este método, pesquisa-ação, pressupõe a inserção num determinado ambiente que se pretende investigar, caracterizando-se como uma pesquisa participante, já que envolve uma ação por parte dos pesquisadores e gera uma resposta pelos participantes, a qual é construída por ambos e implica numa cadeia de ações. Assim, os pesquisadores têm papel ativo na resolução dos problemas encontrados, no acompanhamento e avaliação das ações, organizando assim sua ação.

Para desenvolver um processo de pesquisa-ação é necessário gerar conhecimentos que viabilizem, ao mesmo tempo, as ações na pesquisa e as ações da pesquisa.

Neste projeto as atividades dos pesquisadores procuraram, portanto, estabelecer com a comunidade vínculos que facilitassem a consecução dos objetivos, bem como, a promoção e estabelecimento de parcerias entre os atores sociais, as quais são essenciais para a implementação dos programas, atividades e tecnologias propostas.

A figura 1 representa as ações executadas em cada fase do projeto.

Figura 1 – Fases do Proresol e suas atividades componentes



Fase I – Diagnóstico da situação atual

A primeira fase do projeto de pesquisa se iniciou com a revisão bibliográfica necessária para a fundamentação teórica, bem como a obtenção de informações com relação às características gerais e dos sistemas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos das comunidades e da sede municipal por meio de análise de documentos e estudos de planos de gerenciamento de resíduos sólidos já existentes. As ações que compuseram a primeira etapa compreenderam a realização de entrevistas, aplicação de questionários e visita as comunidades envolvidas.

Os procedimentos adotados foram: (1) Identificação dos problemas existentes, o entendimento e a postura coletiva em relação aos resíduos sólidos, como também, aspectos pertinentes ao sistema de saneamento, dados socioeconômicos, entre outros por meio da aplicação de questionário; (2) Caracterização do gerenciamento de resíduos sólidos das localidades; (3) Mapeamento dos pontos críticos de descarte de resíduos e das fontes geradoras; (4) Caracterização dos resíduos sólidos; (5) Apropriação de receita e custos das atividades atuais de gerenciamento de resíduos sólidos em cada localidade.

Fase II – Interação com a comunidade e proposição de melhorias

Na segunda fase, iniciou-se a etapa de mobilização para a participação da comunidade no desenvolvimento da pesquisa. As atividades que compuseram esta fase foram:

(1) Identificação da percepção ambiental da comunidade referente aos problemas existentes, o entendimento e a postura coletiva em relação aos resíduos sólidos por meio de reuniões participativas.

O quadro 2 apresenta as dinâmicas aplicadas e os respectivos procedimentos.

Quadro 2 – Dinâmicas aplicadas e os respectivos procedimentos

(2) Oficinas.

Dinâmica	Objetivo	Material utilizado	Procedimentos
Dos pares.	Apresentação dos atores e o aprofundamento inter-pessoal.	Crachás.	Entrega dos crachás, em seguida apresentação individual informando a sua atividade e profissão.

Dinâmica	Objetivo	Material utilizado	Procedimentos
Das cadeiras.	Despertar a atenção para temas como: solidariedade, integração, participação, entre outros.	Cadeiras e aparelho de som.	Construção de um círculo de cadeiras. O número de cadeiras era reduzido, a cada intervalo de tempo permanecendo os participantes que ficassem em contato físico.
Matriz cromática (adaptada por SILVA, 2000).	Identificar problemas ambientais relacionados aos resíduos sólidos da comunidade e da sede municipal.	Cartolina, papel metro e caneta.	Os participantes identificavam os problemas, associando-os a uma cor indicadora do grau de gravidade e por fim, apresentavam possíveis soluções de caráter individual e coletivo.
Dos balões.	Finalizar de forma lúdica o encontro, e apresentar o conceito responsabilidade compartilhada no cuidado com o meio ambiente.	Balões de borracha.	Os balões representando o meio ambiente eram lançados ao ar. Os participantes deveriam mantê-los no ar e depois de certo tempo, encontrar as palavras inseridas nos balões que formavam a frase: Um Por Todos e Todos Por Um.
Maquete Interativa	Estimular o equacionamento dos problemas relacionados aos RS, identificando-se as oportunidades de melhorias de manejo, tratamento e disposição final.	Isopor, cola e tinta	A maquete construída pela equipe do projeto representava o núcleo urbano de cada comunidade.
Painel Relação: Saneamento Ambiental, Meio Ambiente e Saúde	Incentivar os participantes a pensarem na relação entre atividade humana, resíduos sólidos, meio ambiente e saúde.	Desenhos representativos de elementos que compõem o ambiente e vetores	Construção pelos participantes de um meio saudável, em seguida transformando-o em um meio insalubre. Desta forma, os pesquisadores puderam relacionar as alterações sugeridas pelos participantes aos riscos à saúde envolvidos.

Um dos objetivos da pesquisa era o de trabalhar as possibilidades de minimização dos resíduos gerados de modo a incentivar a adoção de novas práticas.

Após discussão com os moradores e lideranças locais optou-se pela realização de oficinas, abertas aos interessados de qualquer faixa etária e que abordassem assuntos de interesse para a localidade. O Quadro 3 apresenta as oficinas realizadas e os respectivos procedimentos.

Quadro 3 – Oficinas aplicadas e os respectivos métodos

Oficina	Objetivo	Material utilizado	Procedimentos
Aproveitamento de alimentos.	Fomentar o aproveitamento de materiais como: cascas de frutas e verduras, sementes etc..	Texto de apoio: Caderno de receitas (*); Outros recursos: fogão, panela e as sobras de alimentos.	Aula prática de culinária.
Reciclagem de papel.	Demonstrar a fabricação do papel artesanal.	Papel, fôrmas, água.	Demonstração do processo de fabricação de papel artesanal (**).
Brinquedos.	Construção de brinquedos a partir de materiais recicláveis.	Garrafas Pet, tampas plásticas.	Construção de brinquedos (**).
Introdução ao processo de compostagem.	Introduzir na comunidade conceitos básicos de compostagem, visando seu possível uso na agricultura familiar.	Texto de apoio: Manual de Compostagem (*); outros recursos quadro negro, retroprojeter e amostras de composto orgânico	Aulas expositivas.

(*) Elaborado pelos autores. (**) Realizada pela equipe da LIMPURB do Município de Salvador.

(3) Cadastramento e treinamento dos agentes de saúde e comunitários que atuam nas comunidades.

Em atendimento a uma recomendação dos consultores da **Funasa** buscou-se a parceria com os agentes e vigilantes de saúde. Para tanto, produziu-se um material de apoio para treinamento dos agentes e vigilantes de saúde, como também, uma cartilha para ser utilizada como ferramenta de mobilização junto à comunidade. Posteriormente, a cartilha em meio impresso, foi transformada em um mídia eletrônica interativa por se

entender que este recurso facilitaria a sua utilização em escolas municipais ampliando assim o público alvo a ser atingido.

(4) Análise da percepção das comunidades ao final das atividades

Para uma análise das possíveis transformações ocorridas durante o desenvolvimento das atividades deste trabalho selecionaram-se informações levantadas inicialmente na construção da matriz cromática, que foram novamente avaliadas ao final do trabalho por meio de entrevistas com os representantes da comunidade que participaram das diversas ações realizadas ao longo da pesquisa.

Os representantes das comunidades entrevistados foram os responsáveis pela Limpeza Urbana em cada localidade: Gerente, Fiscal e coletor de resíduos sólidos e o diretor da associação de moradores e a Diretora da Vigilância Sanitária.

4 Resultados alcançados e discussão

Os resultados obtidos nesta pesquisa são apresentados para cada fase dos trabalhos. Em relação à primeira fase são indicados os resultados obtidos por meio da revisão de documentos e planos existentes para as comunidades e da aplicação dos questionários e observações “in loco” que complementam as informações levantadas sobre as características gerais e dados relativos ao sistema de limpeza urbana das comunidades e da sede municipal.

Quanto à segunda fase são apresentados os avanços no processo de mobilização e de educação ambiental obtidos, por meio das dinâmicas em reuniões participativas, oficinas e treinamentos, bem como, as proposições realizadas pela comunidade.

Cabe destacar que o processo de construção do modelo participativo, em si, é considerado um importante resultado desta pesquisa, pois consiste numa estratégia de abordagem com a indicação de técnicas e procedimentos que podem ser reaplicados em outras comunidades para promover de forma continuada a inserção do controle social no manejo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Fase I - Diagnóstico da situação atual

O primeiro encontro no município ocorreu com o Titular dos Serviços de Limpeza Urbana de Alagoinhas, a P. M. de Alagoinhas, representada pelo Prefeito Municipal, o Coordenador do Setor de Limpeza Urbana e a Diretora da Autarquia Municipal do Serviço Autônomo de Água e Esgoto, bem como, com os representantes das comunidades no Orçamento Participativo. Nesta ocasião, a proposta da pesquisa foi comunicada oficialmente, bem como, se estreitou a relação com vistas a futuras oportunidades de parcerias.

Como atividade complementar realizou-se visita técnica às comunidades em estudo para um primeiro contato com as lideranças locais, observação das condições existentes relativas ao saneamento ambiental.

Em um segundo momento, para aprofundamento das observações obtidas em campo aplicou-se questionários por meio de entrevistas a amostras da população das comunidades, consolidando-se assim o diagnóstico do sistema de limpeza urbana de Boa União, Quizambu, Estevão e Riacho da Guia.

4.1 Situação do sistema de limpeza urbana das localidades no início das atividades do Proresol

As localidades objeto deste trabalho foram estudadas no Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas, realizado em 2004. Até o momento do início do Projeto, das intervenções propostas no plano, apenas as que se referiam ao uso de coleta alternativa para resíduos misturados nas localidades de Boa União, Estevão e Riacho da Guia e a coleta diferenciada de Resíduos de Serviços de Saúde foram efetivadas pela Prefeitura Municipal. Apresenta-se na seqüência a situação das principais etapas do sistema de manejo de resíduos sólidos das localidades:

(a) Acondicionamento/armazenamento temporário

Nos quatro distritos estudados são utilizados preferencialmente sacos plásticos para o acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais. Estes são dispostos em bombonas de 200 L localizadas basicamente nas proximidades da praça principal de cada comunidade, bem como, em pontos próximos às escolas municipais e alguns estabelecimento comerciais. Para os habitantes que residem em ruas em que não existem estes acondicionadores, os resíduos sólidos gerados são coletados por carroça e dispostos em uma caixa estacionária com 5m³ para posterior coleta pelo caminhão compactador.

(b) Sistema de coleta

A coleta dos resíduos sólidos de origem doméstica e comercial é realizada por meio de carroça com tração animal e armazenada temporariamente em caixa estacionária. Posteriormente, a caixa é esvaziada em veículo compactador e os resíduos sólidos são transportados para o aterro sanitário localizado na sede do município.

(c) Ações de valorização dos resíduos

Nas comunidades estudadas não foram identificadas ações visando tratar ou valorizar os resíduos sólidos coletados. No entanto, durante o desenvolvimento dos trabalhos identificou-se que alguns moradores utilizavam restos de alimentos gerados para criação de animais.

(d) Destinação final

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos coletados nos distritos estudados é realizada em aterro sanitário do tipo convencional, localizado a aproximadamente 11 km do centro do município de Alagoinhas. O aterro possui área em torno de 15 ha.

A operação do aterro foi iniciada em 1998 com vida útil prevista para 20 anos. Atualmente, o aterro está sendo operado pela equipe técnica da Prefeitura Municipal, vale ressaltar as dificuldades enfrentadas pela prefeitura na operacionalidade do aterro acarretaram em problemas, tais como, a presença de macrovetores devida à ausência de cobertura diária e a permanência de catadores nas células de disposição de resíduos.

Identificou-se que em algumas propriedades localizadas nas áreas de estudo os resíduos que não eram dispostos para coleta eram queimados ou enterrados dentro das propriedades ou lançados em determinados locais formando pontos de lixo acumulado.

4.1.1 Particularidades do sistema de limpeza urbana por localidade estudada

Em cada comunidade visitada identificou-se a existência de particularidades no manejo, tratamento e destinação final dos resíduos, mencionadas a seguir.

(a) Boa União

O Distrito tem no seu quadro três funcionários para a limpeza das ruas, roçagem e sacheamento, um responsável pelo cemitério e um carroceiro. No centro do Distrito foi identificado um ponto de armazenamento e comercialização de materiais recicláveis, que atende tanto ao núcleo urbano quanto às redondezas da localidade.

(b) Estevão

Atualmente dois funcionários compõem o quadro funcional do serviço de limpeza local, um responsável pela varrição e o outro, um carroceiro, pela coleta diária dos resíduos gerados. No Distrito verificou-se a existência de um ponto inadequado de descarte de resíduos, localizado atrás do cemitério.

(c) Riacho da Guia

Nesta comunidade o quadro de funcionários conta com três para varrição, um para o cemitério e um carroceiro.

Verificou-se a existência de descartes inadequados de resíduos, localizados ao longo de córregos e nos quintais de algumas residências.

(d) Quizambu

Nesta comunidade existe apenas um funcionário para varrição. Os resíduos gerados são acondicionados em tambores de 200 L existentes nas vias principais para posterior coleta por veículo compactador da empresa terceirizada pela Prefeitura realizada uma vez por semana. A partir de uma demanda da comunidade, obteve-se junto à Prefeitura Municipal que a coleta alternativa de Riacho da Guia fosse estendida a Quizambu uma vez por semana atendendo as ruas sem coleta convencional.

4.1.2 Apropriação de receita e custos das atividades de gerenciamento de resíduos sólidos em cada localidade

Os dados restringem-se aos principais gastos referentes às atividades de limpeza, uma vez que os mesmos não são apropriados rotineiramente pelo setor de limpeza urbana. Os custos destas atividades são apresentados no Quadro 4 com base nas informações levantadas em outubro de 2005

Quadro 4 – Atividades de limpeza pública e custos de operação

Local	Atividade: varrição, capina, limpeza do cemitério – Nº. de funcionários	Custo unitário mensal com encargos (R\$)	Equipamento caixa estacionária (R\$)	Custo unitário mensal (aluguel de caixa estacionária) (R\$)	Custo unitário da tonelada coletada e encaminhada ao Aterro Sanitário na Sede (R\$)	Custo mensal da coleta alternativa (R\$)
Riacho da Guia e Quizambu	5	440,00	1	135,00	59,00	440,00
Boa União	4		1			
Estevão	1		1			

Ao longo do ano são realizados 7 mutirões de limpeza cada um em turno de 8 horas, sendo 3 em Riacho da Guia e Quizambu com uma equipe de 28 funcionários, 2 em Boa União, também com 28 funcionários, e 2 em Estevão empregando 15 funcionários. Essa atividade é terceirizada, sendo executada em conjunto com as demais atribuições da contratada na sede municipal, não tendo sido possível apropriar o seu custo real, entretanto estima-se com base em valores de mão-de-obra e equipamentos que a sua execução custe anualmente R\$ 6.125,73.

A este valor soma-se os custos relativos aos demais serviços mencionados no Quadro 4 que correspondem a um montante mensal de R\$ 8.984,26, totalizando um custo anual de R\$ 114.601,73.

4.2 Identificação da percepção da comunidade por meio de aplicação de questionários.

Os resultados obtidos por meio da aplicação dos questionários abrangem dados socioeconômicos, dados relativos aos componentes do saneamento ambiental, e identificação dos principais problemas ambientais e sua relação com a saúde na percepção das comunidades.

4.2.1 Dados socioeconômicos

A aplicação dos questionários foi direcionada aos moradores dos respectivos distritos com idade igual ou superior a 15 anos. No entanto, os resultados demonstraram que a faixa etária da maioria dos entrevistados de cada distrito, entre 50 a 56%, ficou acima de 35 anos. Com relação ao tempo de residência na comunidade, observou-se que a grande maioria, mais de 60% dos entrevistados, reside nas respectivas comunidades em período superior a 10 anos.

Nas localidades pesquisadas a maioria dos entrevistados, 51 a 59%, informou possuir o primeiro grau incompleto; já aqueles que se consideraram analfabetos ou sem instrução variaram de 16% a 21%, ficando o maior percentual com a localidade de Quizambu. Estes valores estão abaixo dos percentuais encontrados na região nordeste 38,7%, e no Estado da Bahia 36% (IBGE, 2004).

Outro resultado obtido foi quanto à ocupação e a renda familiar do entrevistado. Verificou-se que a distribuição da ocupação da população amostral, possui maiores índices entre autônomos e donas de casa, com destaque para o baixo percentual de desempregados em Quizambu, em torno de 1%. Em relação à renda familiar, 46 a 55% dos entrevistados, informaram possuir renda mensal igual ou inferior a um salário mínimo.

4.2.2 Identificação dos problemas ambientais

Diante do questionamento, **Qual é o maior problema da sua comunidade hoje?**, os 38% e 30% dos moradores de Quizambu e Riacho da Guia, respectivamente, identificaram a saúde como principal problema. Em Boa União a saúde, com 20%, também foi considerada um problema atual, porém o desemprego, com 25%, foi o problema mais citado, já em Estevão, quase a metade, 44%, indicou as dificuldades de acesso à comunidade como problema central.

Verificou-se que em Estevão e Quizambu a grande maioria dos entrevistados informou não existirem problemas ambientais nas comunidades. As comunidades pesquisadas que responderam afirmativamente para esta questão identificaram a poluição dos rios como problema principal.

Com relação aos resíduos sólidos, apenas a comunidade de Estevão demonstrou maior preocupação com a questão, com 8% dos entrevistados, o resíduo é um problema ambiental na comunidade; já para as outras localidades os resíduos sólidos constituem um problema para menos de 1% dos entrevistados.

4.2.3 Dados obtidos sobre demais componentes do saneamento

As comunidades estudadas são abastecidas por meio de poços de captação operados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Os resultados demonstraram que a maioria dos domicílios é abastecida pela rede do SAAE, sendo os percentuais encontrados para Boa União de 85%, Estevão de 77%, Quizambu de 93% e Riacho da Guia de 96%. Em Estevão 16% dos entrevistados ainda utilizam poços domiciliares. Com relação à qualidade da água a maior parte considera a água de boa qualidade.

Com relação ao lançamento de esgoto, em todas as localidades, a maior parcela dos entrevistados respondeu que lançava os dejetos em fossa séptica, e uma pequena parcela, não superior a 10%, informou lançar em fossa séptica ou que possuía apenas caixa de gordura. Nos resultados, verificou-se que alguns moradores também lançam o esgoto diretamente no curso d'água mais próximo e em valas a céu aberto. A maioria dos entrevistados, mais de 70% em todas as comunidades, declarou possuir sanitário na área interna e mais da metade informou a presença da pia ou lavatório dentro ou próximo do mesmo.

No que se refere aos resíduos sólidos questionou-se quanto o conhecimento de assuntos ligados ao trabalho de catadores de resíduos, a maioria afirmou não conhecer.

Quanto ao destino final dado aos resíduos a grande maioria declarou que encaminha para coleta os seus resíduos misturados, porém existe uma parcela que faz à queima com destaque para Quizambu com 25%, seguido de Estevão, 14%, Boa União, 13%, e Riacho da Guia, 4%.

4.3 Caracterização dos resíduos e mapeamento dos pontos de descarte inadequado

4.3.1 Caracterização do gerenciamento de resíduos sólidos

Após identificação da percepção da comunidade por meio dos questionários, buscou-se conhecer a percepção do responsável pelo Sistema de Limpeza Urbana. Para tanto, aplicou-se questionário ao Coordenador do Departamento de Limpeza Urbana de Alagoinhas - BA.

Segundo o responsável entrevistado foram desenvolvidos anteriormente a pesquisa do Proresol, dois planos: Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS), realizado por uma empresa de consultoria, e o Plano Municipal de Saneamento Ambiental (PMSA), desenvolvido em parceria com UFBA. Apenas o PMSA abrangeu em seu estudo as

comunidades de Boa União, Riacho da Guia, Quizambu e Estevão, tendo sido implementadas apenas algumas ações referentes à coleta alternativa de resíduos misturados nas comunidades.

Quanto às necessidades atuais, o gestor destaca a necessidade de planejamento e dimensionamento de pessoal para realização dos serviços congêneres, tanto nas localidades quanto na sede municipal, de maiores investimentos, principalmente para o aumento do quadro de pessoal, de melhorias nos serviços de coleta e de ações de reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos, mencionando a existência de uma cooperativa informal de catadores na sede municipal indicando que existe potencial para a comercialização de recicláveis.

4.3.2 Cadastro das fontes geradoras, pontos de armazenamento temporário e de descarte clandestino de resíduos em cada comunidade

Este levantamento foi realizado por meio de uma inspeção em cada comunidade estudada percorrendo-se toda a região ocupada pelo núcleo urbano identificando-se em planta topográfica os pontos de interesse.

O levantamento revelou que as localidades de Riacho da Guia e Quizambu não possuem pontos de descarte inadequados em terrenos ou ao longo das vias, apenas alguns focos em áreas livres de residências particulares. Já em Boa União diversos pontos foram identificados: na quadra de esporte ao lado da escola Municipal, atrás da igreja, na entrada do distrito e ao longo de algumas vias públicas.

Em Estevão, verificou-se a existência de um grande acúmulo de resíduos ao lado do cemitério municipal. A partir de informações da comunidade foi identificado que grande parte do resíduo estava sendo depositado no local pelo próprio funcionário da limpeza pública.

Este ponto de resíduos foi notificado a Prefeitura Municipal que procedeu a limpeza e a orientação do funcionário, assumindo a comunidade de forma espontânea, a fiscalização da conservação daquela área.

4.3.3 Caracterização dos resíduos sólidos

A caracterização dos resíduos consistiu em identificar a composição gravimétrica, geração *per capita*, umidade e sólidos totais voláteis dos resíduos sólidos das comunidades de Riacho da Guia, Quizambu e Estevão, parâmetros necessários para uma avaliação preliminar sobre seleção de técnicas de processamento de resíduos. O Quadro 5 apresenta a população total das comunidades, a geração *per capita* estimada com base na população amostrada e a quantidade total gerada.

Quadro 5 – População total estimada, geração *per capita*, quantidade gerada

Comunidade	População estimada (Hab.)	Geração per capita (kg/ hab.dia)	Quantidade gerada	
			kg/dia	kg/mês
Estevão	770	0,46	354	10.626
Riacho da Guia e Quizambu	1.295	0,37	480	14.375

No que se referem à composição gravimétrica os resultados demonstraram que tanto na fonte quanto no destino final observa-se que, os maiores percentuais correspondem em ordem decrescente às categorias: matéria orgânica, folhas/terra, plásticos, contaminantes biológicos, papel e papelão; e vidro, louça, couro, trapo, metais, outros e contaminantes químicos. Já em Riacho da Guia e Quizambu os maiores percentuais correspondem, em ordem decrescente, às categorias: matéria orgânica, folhas/terra, plástico, contaminantes biológicos, couro/trapo/madeira, metais, papel e papelão; e vidro, louça e contaminantes químicos.

No momento da realização desta atividade devido a dificuldades de ordem socio políticas enfrentadas para a mobilização da comunidade em Boa União e aos prazos da pesquisa, optou-se por concentrar as atividades de pesquisa ação nas demais comunidades selecionadas.

4.4 Dinâmicas de grupo

As técnicas e atividades lúdicas utilizadas possibilitaram uma maior descontração e dinamismo às reuniões, permitindo melhor interação entre pesquisadores e comunidade, o que conduziu a uma efetiva participação no processo de tomada de decisão quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos. Sendo o modelo participativo um processo contínuo e que está permanentemente se renovando, verifica-se a necessidade da utilização de técnicas que busquem sempre o envolvimento e participação assídua da comunidade em relação à solução dos problemas.

4.4.1 Dinâmicas utilizadas para identificar a percepção ambiental das comunidades estudadas

Os resultados obtidos a partir das atividades para sensibilização e envolvimento das comunidades foram:

Dinâmica das cadeiras

O Quadro 6 apresenta o significado dado pelos participantes para a dinâmica das cadeiras.

Quadro 6 – Significado dado pelos participantes para a dinâmica das cadeiras

Comunidade	Nível de interação	Significado da dinâmica para os participantes
Boa União	Razoável	Participação, competição e união
Estevão	Excelente	União, participação, acolhimento e solidariedade
Riacho da Guia	Bom	União, participação, bondade, companheirismo e prosperidade
Quizambu	Ótimo	União, parceria, companheirismo e solidariedade

Matriz cromática

Nesta dinâmica os participantes indicaram algumas alternativas de soluções para os problemas identificados, tais como a coleta seletiva. A partir destas sugestões aspectos técnicos, econômicos, sociais podem ser trabalhados, auxiliando a comunidade na tomada de decisão. No Quadro 7 são apresentados os resultados obtidos na aplicação da Matriz Cromática.

Quadro 7 – Resultado obtido por meio da matriz cromática.

Comunidade	MatrizCromática		
	Identificação dos problemas		Sugestões para soluções
	Municipais	Locais	
Boa União	Acondicionamento e a disposição inadequada dos resíduos nos rios, ruas e CA, além da proliferação de vetores na CA.	Disposição inadequada dos resíduos nos rios e terrenos baldios.	Programa de EA; contratação de mais funcionários para o SLP e colocação de condicionadores para coleta seletiva em pontos estratégicos.
Estevão	Acondicionamento e o dimensionamento insuficiente da coleta e a falta de um Programa de EA na CA; além da disposição inadequada dos resíduos nos rios, ruas e CA.	Disposição de resíduos atrás do cemitério, a falta de Programa de EA, a poluição do rio e a falta de EPI do carroceiro (responsável pela coleta)	Programa de EA, mobilização da comunidade a fim de buscar parcerias para solucionar os problemas e para construção de um programa de compostagem.
Riacho da Guia	Disposição inadequada de resíduos domésticos e entulho nas ruas e terrenos baldios, a insuficiência de garis e a pouca colaboração da Prefeitura.	O hábito da população de dispor resíduos nas ruas, quintais e córregos.	Programa de EA e coleta seletiva, reflorestamento, alternativas para disposição final de resíduos (enterrar).
Quizambu	Disposição inadequada de resíduos nas ruas, terrenos baldios e CA, além da poluição do rio.	Falta de condicionadores públicos; poluição do Rio; falta de informação sobre coleta seletiva; insuficiência da frequência da coleta e hábito da população de jogar resíduos nas ruas.	Programa de EA; distribuição de condicionadores; maior frequência da coleta e melhor uso para água do rio.

Obs.: Central de Abastecimento (CA); Educação Ambiental (EA); Serviço de Limpeza Pública (SLP); Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

Dinâmica dos balões

O Quadro 8 apresenta o nível de interação obtido dos participantes na dinâmica.

Quadro 8 – Nível de interação dos participantes na dinâmica dos Balões.

Comunidade	Nível de Interação
Boa União	Razoável. A dinâmica foi identificada como uma forma de entretenimento, em nenhum momento a relacionaram com o meio ambiente e/ou com o planeta terra.
Estevão	Excelente. Ligaram diretamente a dinâmica ao planeta terra.
Riacho da Guia	
Quizambu	

A dinâmica dos balões facilitou a compreensão do conceito de meio ambiente, mostrando a nossa integração e interação com o mesmo. Permitiu ainda que fosse abordada a responsabilidade que cada um tem com os resíduos gerados.

4.4.2 Dinâmicas construídas durante a realização do projeto para incluir e ampliar a percepção do resíduo como risco a saúde.

Ao longo dessa pesquisa foram construídas e delineadas técnicas para ampliar a percepção sobre os resíduos sólidos como fator de risco para a saúde nas comunidades estudadas.

Como forma de atender a esta demanda por meio da educação ambiental não formal, construiu-se estratégias com o objetivo de motivar a participação da comunidade buscando-se usar recursos didáticos criativos e lúdicos, para trabalhar as temáticas necessárias de modo a relacioná-las com a realidade das comunidades. As dinâmicas construídas foram:

- Painel relação: Saneamento Ambiental, Meio Ambiente e Saúde

Objetivando iniciar e ampliar percepção do resíduo como risco a saúde, aplicou-se a prática denominada “painel relação: saneamento ambiental, meio ambiente e saúde”. Esta prática foi aplicada em uma das reuniões com a comunidade de Riacho da Guia e Estevão, e permitiu uma ampla discussão sobre as causas e efeitos da falta de saneamento, motivando os participantes a perceberem o saneamento ambiental em sua totalidade. Discutindo e identificando as causas e efeitos da degradação do meio ambiente concluiu-se que os componentes do saneamento não são isolados, havendo uma contínua e ampla inter-relação entre eles, com reflexos importantes na saúde.

- Maquete interativa - Onde temos problemas com resíduos sólidos? Como resolvê-los?

Essa dinâmica foi aplicada nas comunidades de Riacho da Guia e Estevão e teve como finalidade apresentar os problemas já identificados relacionando-os no espaço físico representativo da comunidade (maquete), motivando os participantes a sugerirem formas de equacioná-los. Assim identificou-se temas de interesse para serem abordados posteriormente.

O quadro 9 apresenta os resultados obtidos com essa dinâmica.

Quadro 9 – Apresentação dos resultados da maquete interativa – outubro de 2005

Comunidade	Problemas ou interesses específicos relacionados como os resíduos sólidos.	Sugestões para equacionamento
Estevão	Geração de resíduos orgânicos oriundos do cultivo de hortaliças. Interesse em como aproveitar estes resíduos	Compostagem comunitária/ou doméstica; coleta seletiva e comercialização de materiais beneficiados.
Riacho da Guia	Geração de resíduos potencialmente recicláveis Interesse em como aproveitar estes resíduos.	Coleta seletiva e comercialização de materiais beneficiados.
Estevão/Riacho da Guia	Descarte clandestino.	Remoção pela PMA*; Orientação da comunidade; Fiscalização pela comunidade.
Estevão/Riacho da Guia	Localização de condicionadores	Retirada dos condicionadores pela PMA*; Orientação da Comunidade.
Estevão/ Riacho da Guia	Atração de animais domésticos por resíduos dispostos nos condicionadores.	Retirada dos condicionadores pela PMA* ; Orientação da Comunidade.
Riacho da Guia	Localização da caixa estacionária.	Alocação da caixa para outra área pela PMA*.
Estevão/ Riacho da Guia	Freqüência irregular da coleta.	Plano de coleta e divulgação de horários.
Estevão/ Riacho da Guia	Falta de respeito aos horários da coleta.	Orientação e divulgação dos horários de coleta.

(*) PMA – Prefeitura Municipal de Alagoinhas

- Curso de treinamento sobre saúde, saneamento e resíduos sólidos para vigilantes locais de saúde (VLS) e agentes comunitários de Saúde (ACS) do município.

A inserção na pesquisa ação dos VLS e ACS visou possibilitar uma maior capilaridade e continuidade das ações iniciadas. As comunidades contam com 24 agentes sendo que oito deles estão alocados em Boa União, sete em Estevão e nove em Qui-zambu e Riacho da Guia.

A primeira reunião com os agentes visou a apresentação e discussão do projeto, identificação da percepção dos agentes atuantes em cada comunidade sobre a relação entre resíduos sólidos e saúde e a identificação do perfil do público alvo constituído pelos agentes. Dessa reunião resultou o formato final do treinamento, bem como a orientação geral para confecção dos instrumentos utilizados na mobilização: personagem e slogan a ser utilizado, manual de treinamento e cartilha educativa sobre a relação entre resíduos sólidos e saúde, em mídia impressa e digital.

O treinamento foi sistematizado e organizado conforme o manual, elaborado, de forma participativa, pela equipe do Proresol, profissionais da área de comunicação e programação, e os agentes.

Ao final do treinamento os agentes, de maneira espontânea, deram depoimentos sobre as ações do Proresol, durante o último ano, nas comunidades onde residem e sobre o processo de construção do manual e da cartilha. Foram unânimes, quando expressaram a importância das ações do Proresol para o aumento da percepção da comunidade em relação à temática resíduos sólidos ressaltando a forma participativa de construção do material utilizado para o treinamento.

4.5 Oficinas

As oficinas foram realizadas com o propósito de demonstrar aos participantes a possibilidade de aproveitamento dos resíduos gerados por meio de novos hábitos e práticas, reiterando-se os benefícios para meio ambiente e a saúde. As oficinas foram realizadas para atender ao público alvo das comunidades de Riacho da Guia e Qui-zambu e Estevão.

Na Escola Municipal de Riacho da Guia as oficinas de brinquedo, de papel e de alimentação alternativa aconteceram simultaneamente. Em Estevão as oficinas aconteceram em dois locais: na associação de moradores, aconteceram as oficinas de compostagem, brinquedo e papel; e na casa paroquial, a oficina de alimentação alternativa.

Na oficina de brinquedo, inicialmente foi realizada uma palestra enfatizando a importância da redução, reutilização e reciclagem de resíduos e, posteriormente os participantes, a maioria crianças, aprenderam a construir brinquedos com garrafas PET e outros materiais descartáveis. A receptividade dos participantes foi evidente com os produtos na forma de brinquedos, tais como, carrinhos e bolsas.

Do mesmo modo, preliminarmente foram trabalhados junto aos participantes temas como: a origem e o processo da fabricação do papel, como reduzir o desperdício e realizar a reciclagem e os benefícios advindos destas práticas. Em seguida os participantes aprenderam a transformar papel usado em papel novo. Os participantes mostraram-se interessados nesta oficina, questionando a viabilidade de instalação de uma oficina de papel artesanal na comunidade.

A oficina de alimentação alternativa foi um momento no qual a questão do desperdício foi enfatizada, tendo como exemplo os alimentos. Os participantes, na sua totalidade mulheres, mostraram-se atraídas pela possibilidade de fazer um cardápio rico em vitaminas, de fácil acesso e por um custo muito inferior ao tradicional, utilizando alimentos disponíveis na região.

4.6 Proposição de melhorias no manejo e disposição dos resíduos sólidos

As proposições apresentadas neste item são decorrentes das reuniões, dinâmicas e oficinas realizadas com envolvimento da comunidade e pesquisadores nas quais as ações desenvolvidas de modo cooperativo buscaram identificar sugestões que pudessem aprimorar o manejo e destinação dos resíduos sólidos gerados. Deste modo, elas representam o interesse da população pela estratégia de gerenciamento que teve como base as discussões abordando o potencial de utilização dos resíduos, mercado consumidor e a possibilidade de parcerias.

Cabe destacar que as atividades realizadas partiram do saber existente nas comunidades sobre os resíduos sólidos, bem como, do arcabouço já existente, contido no PMSA (2004), uma vez que o mesmo é um instrumento de planejamento do município aprovado em Lei.

4.6.1 Acondicionamento, coleta domiciliar e armazenamento temporário

Para a coleta dos resíduos domiciliares recomenda-se a separação de materiais na fonte geradora para posterior realização da coleta por meio de carroceiros. Conforme indicado no PMSA (2004), os resíduos sólidos podem ser segregados em resíduos úmidos ou secos, em resíduos contaminados (biologicamente e/ou quimicamente) e inertes descritos como:

- Resíduos úmidos: constituídos pela matéria orgânica presente no lixo, como restos de comida, folhas de árvores e outros;
- Resíduos secos: representa a fração do lixo, constituída de materiais recicláveis. Recomenda-se que no caso de vidros estes sejam armazenados separadamente para evitar riscos de acidente para o coletor;
- Resíduos contaminados - compostos por resíduos como papel higiênico, absorvente higiênico, fraldas descartáveis, tintas, solventes, pilhas, entre outros. Estes resíduos devem ser armazenados separadamente, ou seja, um recipiente para os contaminados biologicamente e outro para os contaminados quimicamente.

Assim, em cada residência, os resíduos deverão ser acondicionados em quatro tipos de recipientes diferentes, devidamente identificados, um para cada tipo de resíduo.

Quanto à frequência de coleta sugere-se que seja adotada para o resíduo úmido a coleta alternada, três vezes por semana, realizada por meio de carroças, e para o resíduo seco, a coleta semanal. Os resíduos contaminados devem ser coletados pelo carroceiro e destinados em caixa estacionária. A carroceria da carroça será adaptada com uma divisória para separar os sacos com resíduos úmidos, secos e contaminados.

4.6.2 Valorização dos resíduos sólidos gerados

A estimativa de produção dos resíduos sólidos para as comunidades de Estevão e Riacho da Guia e Quizambu é de 10.625 kg/mês e 14.375 kg/mês de resíduos sólidos, respectivamente. Destas quantidades, 73 % em Estevão e 80 % em Riacho da Guia, são potencialmente recicláveis considerando o reaproveitamento de materiais e a compostagem.

Para a localidade de Boa União, considerando que as suas características sócio econômicas são similares às demais localidades estudadas, estimou-se a produção mensal de resíduos em 19.140 kg (valor de produção *per capita* de 0,4 (kg/hab/dia) sendo 75% dos resíduos potencialmente recicláveis.

Deste modo, existe um potencial de reintegração ambiental, apresentado no Quadro 10, que conduz a uma produção de rejeitos encaminhados mensalmente ao aterro sanitário de Alagoinhas totalizando 17.122 kg ou cerca de 39% dos resíduos coletados nas quatro localidades. A contribuição mensal de cada localidade é estimada em 4.349 kg de resíduos oriundos de Estevão, 4.785 kg coletados em Riacho da Guia e Quizambu e um total de 7.988 kg provenientes de Boa União.

Quadro 10 – Potencial de reintegração ambiental dos resíduos sólidos urbanos por localidade

Localidade	Material potencialmente compostável (%)	Material potencialmente reciclável (%)	Rejeito inicial (%)	Rejeito total* (%)	Reintegração ambiental (%)
Riacho da Guia e Quizambu	66,25	13,99	19,76	32,30	76,65
Estevão	56,66	13,64	29,70	40,93	67,57
Boa União	61,46	13,82	24,73	36,71	72,52
Média	61,46	13,82	24,73	36,65	72,24

Fonte: Pesquisa de Campo (2005); Ferreira (2004).

(*) rejeito Total = rejeito não absorvido pela Indústria considerando que esta se localize no município + 20% rejeito reciclagem + 15% rejeito compostagem (balanço de massa)

O material reciclável coletado semanalmente pela coleta alternativa deve ser armazenado em contêineres de 5 m³ (adotando-se peso específico de 80 kg/m³) localizados tanto em Estevão como em Quizambu, em área pertencente a Associação de Moradores das respectivas Comunidades.

A própria associação será responsável pelo envio e comercialização dos materiais coletados, que semanalmente podem ser encaminhados para a COMRAL- Cooperativa de Organizadores de Material Reciclável de Alagoinhas existente na sede do Município de Alagoinhas identificada por este estudo como potencial parceira.

Em uma segunda etapa, o resíduo úmido pode ser revalorizado pela compostagem. A compostagem natural é o processo biológico aeróbio por meio do qual os materiais orgânicos encontrados nos resíduos são estabilizados e transformados em um condicionador de solo. O efeito mais notável refere-se à bioestruturação do solo, reduzindo a erosão, aumentando à aeração e a retenção de água.

4.6.3 Destinação final

Conforme detalhado no item 4.1 o destino atual dos resíduos sólidos gerados nas comunidades estudadas é um aterro sanitário do tipo convencional localizado na sede municipal.

Ao longo das ações desenvolvidas com as comunidades, a utilização do aterro sanitário da sede municipal como destinação final dos resíduos foi considerada a melhor opção. Entretanto, foi demonstrado para os moradores participantes das ações do projeto, que a inserção da valorização dos resíduos irá contribuir para o aumento da vida útil do aterro sanitário, causado pelo reaproveitamento de cerca de 60% dos resíduos gerados.

Também há de se considerar que a operação do aterro sanitário iniciada em 1998, está prevista até 2018, este encerramento implicará na necessidade de realizar-se uma nova análise da destinação final dos resíduos, não só das comunidades, mas também da sede municipal. Vale ressaltar, que neste novo momento, em 2018, poderá ser considerada a hipótese de implantação de aterros sanitários simplificados (formado por valas) nas localidades, lembrando-se que tais equipamentos exigem rigor na seleção de áreas apropriadas, bem como no controle operacional para minimizar e evitar os impactos ambientais negativos.

Cabe mencionar, que no decorrer do projeto a interação com a comunidade e representantes da Prefeitura Municipal permitiu além da inserção da coleta alternativa semanal em Quizambu, o atendimento de demandas como a realização de mutirão de limpeza e a retirada de pontos de descarte clandestinos durante a realização da pesquisa.

4.6.4 Custos do sistema após implantação das melhorias

As comunidades estudadas neste trabalho são contempladas por um sistema de limpeza urbana básico, composto por uma quantidade mínima de serviços e de pessoal. Este fato impossibilita reduzir significativamente os gastos atuais do sistema, uma vez que o custo de pessoal e material de consumo corresponde a mais de 70% dos custos do sistema.

Conforme descrito no diagnóstico estima-se que os serviços executados nas localidades, com exceção da atividade de mutirão, custem ao orçamento municipal um montante mensal de R\$ 8.984,26 e anualmente R\$ 108.476,00. No entanto, com as melhorias propostas nesta pesquisa as despesas com o sistema passariam a custar mensalmente R\$ 7.453,21 correspondendo anualmente ao montante de R\$ 95.158,52.

Percebe-se que a maior economia obtida com as melhorias propostas se relaciona com a redução da quantidade de resíduos encaminhada ao aterro acarretando uma diminuição do custo mensal em 17%.

O novo sistema proposto não considera a ampliação do quadro de funcionários atual, mesmo com a inserção da operação do sistema de compostagem e de armazenamento de materiais recicláveis, no entanto serão necessários investimentos que possibilitem a implantação de pátios de compostagem e aquisição de contêineres de 5m³. O custo estimado para o pátio de compostagem é de R\$ 7.422,00 sem a inclusão do terreno. Vale ressaltar que foram propostos 2 (dois) pátios de compostagem 1 (um) para a comunidade de Estevão e outro para as comunidade de Riacho da Guia e Quizambu.

4.6.5 Programa de educação ambiental

Ao longo do projeto foi verificada a carência de informações sobre questões ambientais e mais especificamente relacionadas aos resíduos sólidos nas comunidades. A educação ambiental como instrumento estratégico de promoção, organização e participação comunitária na limpeza urbana deve englobar uma estratégia de ação que contemple a educação ambiental formal e não formal atingindo a comunidade em geral, as escolas públicas e privadas, bem como a equipe da prefeitura e do serviço de limpeza urbana.

A ação de educação não formal foi iniciada pelo PRORESOL, com a realização de reuniões, oficinas e curso de treinamento para agentes e vigilantes de saúde. No aspecto formal os produtos elaborados (manual de compostagem, caderno de receitas, cartilha Lixo e Saúde, e CD interativo) pela sua linguagem simples, podem ser facilmente apropriados por professores da rede pública.

4.7 Avaliação da percepção da comunidade em relação aos problemas relacionados aos resíduos sólidos

Para avaliação das possíveis transformações ocorridas durante o desenvolvimento das atividades deste trabalho, selecionaram-se informações levantadas inicialmente por meio da matriz cromática (Quadro 11), que foram novamente avaliadas ao final do trabalho empregando-se entrevistas com representantes da comunidade e do serviço de limpeza urbana, conforme Quadro 12.

Quadro 11 – Percepção da população sobre problemas e possíveis soluções obtidas pela elaboração da matriz cromática no início da pesquisa.

Comunidade	Problemas destacados	Possível solução
Estevão	Disposição de resíduos atrás do cemitério, a falta de Programa de EA, a poluição do rio e a falta de EPI do carroceiro (responsável pela coleta).	Programa de EA: mobilização da comunidade a fim de buscar parcerias para solucionar os problemas e para construção de um programa de compostagem.
Riacho da Guia e Quizambu	O hábito da população de dispor resíduos nas ruas, quintais e córregos; falta de condicionadores públicos, poluição do rio, falta de informação sobre coleta seletiva, insuficiência da frequência de coleta e hábito da população de jogar resíduos nas ruas.	Programa de EA e coleta seletiva, reflorestamento, alternativas para disposição final de resíduos (enterrar); maior distribuição de condicionadores, maior frequência da coleta e melhor uso para água do rio.

EPI- Equipamento de Proteção Individual

Quadro 12 – Percepção da população ao fim da pesquisa

Comunidade	Síntese dos pontos positivos dos serviços de limpeza pública	Síntese dos pontos negativos dos serviços de limpeza pública
Estevão	Eliminação dos pontos de lixo; maior colaboração da comunidade com a coleta (horário de disposição); início de negociações para possíveis parcerias para programa de compostagem.	Número de funcionários nos serviços de limpeza pública do distrito e falta de autonomia da Associação de Moradores para delegar as tarefas prioritárias aos funcionários da limpeza do distrito (reivindicação da associação).
Riacho da Guia e Quizambu	Ruas mais limpas, maior colaboração dos estudantes; com as últimas chuvas as enchentes foram pontuais, o que é atribuído à diminuição do lançamento de lixo nos córregos e à maior limpeza dos quintais; existência de iniciativas da associação de moradores para a coleta seletiva.	Pouca disposição da comunidade para exercitar o processo de participação, ou seja, é difícil reunir a comunidade para discutir problemas relacionados a limpeza pública.

Pelas respostas obtidas observa-se que os problemas iniciais foram em parte resolvidos, e que o foco das questões alterou-se para a necessidade de se ter uma participação mais efetiva com uma maior intervenção da comunidade na operação do sistema.

5 Conclusão

Este trabalho permitiu por meio da pesquisa ação reconhecer as etapas e ações estruturantes para a proposição de melhorias, a partir da participação da comunidade, no gerenciamento de Resíduos Sólidos em pequenas comunidades.

Para assegurar a promoção das diretrizes de uma gestão integrada e sustentável buscou-se primeiramente a partir do conhecimento da realidade local, a participação social por meio de ações de educação ambiental de modo a motivar e criar um fórum de discussão permanente com a comunidade. Neste fórum a comunidade apresentou a sua vivência sobre a situação do manejo dos resíduos sólidos e expressou sua opinião sobre como melhorar essas condições.

Neste momento, foi iniciada outra ação de educação ambiental visando apresentar alternativas tecnológicas integradas e compatíveis com a realidade local para o manejo dos resíduos sólidos, desde a geração até sua disposição final e os benefícios advindos dessas técnicas para o meio ambiente e para a saúde. Assim, com base no próprio conhecimento da comunidade são trabalhadas as possibilidades de redução da geração, redução dos desperdícios e reaproveitamento dos resíduos por compostagem ou por comercialização de recicláveis.

Em um terceiro momento, considerando todas as discussões realizadas com a comunidade, são propostas melhorias que devem ser negociadas entre todos os atores envolvidos, direta ou indiretamente, com o gerenciamento dos resíduos sólidos na comunidade.

Nas comunidades estudadas as fragilidades do sistema de limpeza urbana se deviam basicamente a falta de planejamento das atividades operacionais e de fiscalização de responsabilidade da Prefeitura Municipal como também a falta de informações da população quanto à relação entre certas práticas de manejo de resíduos e sua associação a problemas ambientais e de saúde pública.

Deste modo, atividades de qualificação profissional para os responsáveis diretos pelos serviços e programas de educação não formal e formal para a comunidade são meios facilitadores para a realização de parte das melhorias indicadas.

As práticas para reaproveitamento de resíduos, como a incorporação da coleta seletiva e de valorização para serem viabilizadas, além dos programas citados anteriormente, exigem aporte de recursos financeiros para a construção ou aquisição de equipamentos da infraestrutura necessária, investimentos estes a serem feitos pela Prefeitura Municipal ou por meio de parcerias.

Em relação ao processo participativo na gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos verifica-se que o processo de sensibilização, de construção do elo de confiança com a equipe e uso de técnicas para conduzir a uma participação social que leve a intervenções na gestão é factível, no entanto, é um processo lento e contínuo.

Observa-se também a necessidade do processo de participação social na GISRS ser internalizado, seja em nível institucional pela Prefeitura Municipal, seja pelas próprias lideranças da comunidade, de modo a assegurar a autonomia da condução do processo por parte dos atores envolvidos, sem leituras político-partidárias e enfatizando-se o caráter cooperativo e de responsabilidade compartilhada para a melhoria da qualidade de vida da comunidade.

As técnicas empregadas para mobilização e educação ambiental mostraram-se adequadas, merecendo destaque a importância do treinamento e da elaboração do material de apoio para os agentes e vigilantes da saúde devido a sua ação permanente nas comunidades. Ao final do processo percebeu-se uma mudança de postura de parte da comunidade, que de simples observadora passa a ser interveniente no processo de gestão de resíduos sólidos. A compreensão de que a responsabilidade pela qualidade de vida da comunidade, no que toca aos resíduos sólidos é compartilhada, passa então a ser identificada nas comunidades.

6 **Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa**

As etapas estruturantes e os procedimentos adotados nesta pesquisa constituem o principal produto para reaplicação em outras comunidades, uma vez que buscam a sustentabilidade do PGRSU por meio da participação social.

Quanto ao aspecto técnico, as ações previstas em PGRSU para pequenas comunidades devem basear-se na redução e reutilização e reciclagem artesanal de resíduos na própria fonte de geração; no aumento de cobertura dos serviços prestados pela Prefeitura Municipal, na valorização dos resíduos produzidos e disposição adequada dos mesmos.

Para tanto, a criação de canais de interação entre os co-responsáveis pela gestão dos resíduos é importante sendo a educação ambiental a ferramenta necessária para conduzir o processo de negociação entre os atores.

A seguir apresenta-se uma proposta de atuação em pequenas comunidades contendo a seqüência de atividades a serem realizadas.

Fase A- diagnóstico

A.1- Diagnóstico pela equipe de trabalho das características e condições das atividades de limpeza urbana e do grau de conhecimento da relação entre a geração e descarte de resíduos sólidos e os prejuízos à saúde e ao ambiente;

A.2- Identificação de lideranças (comunitárias e partidos políticos) bem como dos representantes da Prefeitura Municipal e de suas atribuições. Identificação dos locais disponíveis para a realização das reuniões e melhores dias e horários para as mesmas, com a finalidade de possibilitar o maior nível de participação. Possíveis instrumentos a serem empregados: visitas técnicas, uso de questionário e entrevistas aplicados aos vários atores envolvidos;

A.3- Reunião com a comunidade para análise da relação resíduos sólidos com problemas de saúde coletiva e ambientais, e identificação ou confirmação do diagnóstico efetuado em A.1 quanto a percepção ambiental dos atores envolvidos. Alternativas de dinâmicas para condução do processo: uso de dinâmicas tais como, da cadeira e matriz cromática e dos balões descritas anteriormente. Cuidado especial para que a divulgação dos eventos seja feita com antecedência indicando-se local, data, horário e seus objetivos. Formas de divulgação: cartazes, panfletos, rádios locais, carro de som e convites individuais a lideranças. Caso o acesso ao local da reunião seja difícil ou o transporte deficiente, deve-se buscar a disponibilização dos meios de transporte;

A.4- Caracterização da geração (na fonte) e da produção de resíduos sólidos. Para resíduos domésticos e comerciais sugere-se adotar o procedimento de caracterização indicado por Pessin et al. (2002). Para os resíduos de serviços de saúde e de construção e demolição deve-se avaliar a necessidade de caracterização com base nas quantidades produzidas e no tipo de manejo;

A.5- Identificar e localizar em planta os pontos críticos do sistema de manejo, tais como, pontos de descarte ou de armazenamento temporário, acondicionamento e coleta deficiente.

Fase B – Abordagem dos problemas identificados de manejo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos e possíveis equacionamentos a serem considerados na proposta de melhoria do manejo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos gerados

B1- Reunião com a comunidade visando à sensibilização e ações de educação ambiental quanto a percepção da relação entre resíduos sólidos e riscos à saúde. Uso de dinâmica facilitadora para o alcance dos objetivos tais como: construção de painel pelos participantes trabalhando-se a relação Saneamento Ambiental, Meio Ambiente e Saúde;

B2- Reunião com a comunidade para discussão dos problemas e formas de equacionamento. Uso de dinâmica facilitadora de maquete interativa para identificação da localização dos problemas e discussão das possíveis melhorias.

Fase C – Proposições de melhorias – aspectos técnicos e educacionais

Com base nas melhorias sugeridas na realização das atividades do item B2, define-se como estratégia a realização de oficinas de modo a incentivar a redução e valorização dos resíduos e o curso de treinamento para agentes e voluntários da saúde para a disseminação permanente do conhecimento relativo às interações entre saneamento, saúde e meio ambiente.

C.1- Oficinas para apresentação de técnicas ou procedimentos para a valorização dos resíduos gerados e produzidos segundo as sugestões de melhorias obtidas no item B2. Exemplos de oficinas que podem ser realizadas: redução de desperdício de alimentos; produção de brinquedos de plástico, produção artesanal de papel reciclado e compostagem de materiais orgânicos. Para apoiar as atividades da oficina de alimentação alternativa sugere-se a produção de material de apoio, a exemplo do caderno “Receitas de Dona Maria” e do “Manual de Compostagem” elaborados neste trabalho;

C.2- Curso de treinamento dos Vigilantes Locais de Saúde (VLS) e Agentes Comunitários de Saúde (ACS) para ampliar e possibilitar a continuidade das ações de educação ambiental nas comunidades. Para esta atividade foi produzido material específico contendo: apostila de treinamento “Resíduos Sólidos e a Saúde da Comunidade”, CD interativo “Lixo e Saúde” e cartilha para comunidade “Lixo e Saúde” que pode apoiar estas ações.

C.3- Envolvimento dos atores

Para viabilizar a adoção das melhorias ou de procedimentos de valorização dos resíduos, deve-se ter a compreensão que por meio da sensibilização e a educação contínua da população é possível que a mesma altere hábitos e comportamentos, participe do processo decisório e das soluções indicadas dando assim sustentabilidade ao

gerenciamento de resíduos sólidos. Para tanto a existência de canais de comunicação institucionalizados entre Prefeitura Municipal e Comunidades são importantes para a continuidade do processo. Por outro lado, toda melhoria envolve recursos financeiros e humanos, via de regra, escasso em comunidades de pequeno porte, sendo necessária a busca de apoio financeiro e técnico por meio de parcerias, muitas vezes com entidades não governamentais ou do setor privado.

7 Referências bibliográficas

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. T. (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

FERREIRA, C. F. A. **Proposta de um protocolo de referência para sistemas de gerenciamento integrado e sustentável de resíduos sólidos urbanos em pequenas comunidades**. 2004. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais – 2004**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

MORAES, L. R. S.; MELO, G. B. de; REIS, M. G. de C. Conferência Municipal de Saneamento Ambiental: instrumento de participação e controle social na formulação da Política Municipal de Saneamento Ambiental – A experiência de Alagoinhas, Bahia. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO, v. 6, 2002, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Brasília: ASSEMAE, 2002. 1 CD-ROM.

PESSIN, N.; DE CONTO, S. M.; QUISSINI, C. S. Diagnóstico preliminar da geração de resíduos sólidos em sete municípios de pequeno porte da região do Vale do Caí, RS. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 2002, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2002.

PLANO Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas. Alagoinhas, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, M. M. P. **Estratégias em educação ambiental**. 2000. 193 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2000.

ZANETI, I. C. A Educação Ambiental como instrumento de mudança na concepção de gestão dos resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente. Artigo Técnico. In: ENCONTRO ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 8., 2002, Itaiatuba. **Anais...** Itaiatuba: ANPPAS, 2002.



Tecnologia de Sistemas Condominiais de Esgotos: Uma avaliação de sua aplicação em cidades de diferentes portes

Participantes: Augusto Fernandes Carvalho Sá de Oliveira(coordenador), Patrícia Campos Borja, Maria Teresa Chenaud de Oliveira, Aline Linhares Loureiro,Ricardo de Macedo Lula Silva

Proponente: Fundação Escola Politécnica da Bahia

Executora: Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Resumo

No Brasil, existem milhares de pessoas excluídas dos serviços de saneamento. A falta de prioridade política, investimentos perenes e o alto custo de implantação de sistemas de esgotamento sanitário contribuem para essa realidade. Porém, já se dispõem de tecnologias apropriadas e de baixo custo que podem proporcionar a ampliação do atendimento, a exemplo dos Sistemas Condominiais de Esgoto - SCE. Embora os avanços obtidos com o uso dessa tecnologia sejam inquestionáveis, por outro lado, a sua adoção em grande escala e em realidades urbanas complexas é um tema que merece discussão. Essa discussão diz respeito à própria filosofia do modelo, que exige transformações nas práticas institucionais e técnicas dos prestadores dos serviços. Assim, o presente estudo investigou o processo de implementação dos SCE em contextos socioambientais e institucionais diferenciados. O objetivo da pesquisa foi avaliar a Tecnologia Condominial de Esgoto – TCE em cidades de diferentes portes populacionais com modelos diferenciados de gestão. As questões da pesquisa foram: 1) Que fatores interferem no uso e funcionamento da TCE? 2) Em que medida esses fatores vêm interferindo na aplicação da TCE em cidades de diferentes portes do Estado da Bahia? As cidades selecionadas para o estudo foram Salvador, Santo Amaro, Madre de Deus, Gameleira e Itabuna. A metodologia da pesquisa envolveu o uso de técnicas de avaliação qualitativa e quantitativa, segundo três campos de análises: gestão dos serviços, aspectos tecnológicos e salubridade ambiental. Os resultados indicaram possibilidades concretas para o uso do SCE como alternativa

para a garantia da universalização dos serviços de esgotamento sanitário no País. Porém, para que o alcance da aplicação dessa tecnologia seja mais amplo alguns limites devem ser enfrentados. Um dos limites refere-se à própria concepção da TCE que prevê a participação da população na sua manutenção. Tais limites relacionam-se: ao sobre-trabalho, que contribui para a ampliação da desigualdade social; a geração de problemas trabalhistas, com os vínculos não formais dos síndicos; a falta de equidade, pelo fato de apenas para as populações de baixa renda essa forma de manutenção ser proposta; desresponsabilização do Poder Público da prestação integral de um serviço público essencial. Quanto ao uso e funcionamento do SCE, as variáveis relacionadas à manutenção da RCE assumiram maior importância. Também foram relevantes as variáveis vinculadas com a infraestrutura, pavimentação, rede de drenagem e tipologia construtiva das habitações. Quanto à gestão dos serviços, o estudo revelou os desafios que devem ser enfrentados pelos prestadores dos serviços quanto às mudanças institucionais exigidas pelo SCE, principalmente, quanto à participação da população; a definição clara da estrutura tarifária; e a promoção de medidas integradas de saneamento ambiental e de ações intersetoriais. Verificou-se que, independente do tipo de prestador do serviço, existem desafios a serem enfrentados. Observou-se certa evidência de que em localidades de menor porte e em populações mais organizadas, a implementação do SCE é mais eficiente e efetiva. Em localidades mais populosas, notadamente, em assentamentos subnormais, a complexidade urbana dificulta a implementação do SCE. Com os resultados do estudo pôde-se conceber um algoritmo para a implantação de SCE.

Palavras-chave: tecnologia apropriada; sistema condominial de esgoto; rede coletora de esgoto.

Abstract

In Brazil, there are thousands of people excluded from the sanitation services. Besides the lack of political will, the high cost of implementing and operating sewage collection and treatment systems has contributed to the substantial deficits in this area. However, appropriate and low cost technologies now exist that could make this service more widely available, for example of the Condominium Sewage Systems – CSS. Although the advances obtained from the use of this technology are unquestionable, the adoption of CSS on a large scale in Brazil and in complex urban realities is an issue that deserves further discussion. This discussion needs to deal with the philosophy of the model itself, which necessitates transformations in the institutional, technical and social practices of the service providers. Within this framework, the current project investigated into the process of implementing CSS in differentiated socio-environmental and institutional contexts. Thus, the overall objective of the research was to evaluate Condominium Sewage Technology – CST in cities with different population sizes and management models. The main lines of research were: 1) What factors interfered in the use and operation of CST? 2) To what degree have these factors interfered in the application of CST in different-sized cities in the State of Bahia? The cities selected for the study were Salvador, Santo Amaro, Madre de Deus, Gameleira and Itabuna – which have different urban, environmental, social and institutional contexts. The research methodology involved the use of qualitative and quantitative evaluation techniques, according the three fields of analysis: management of services, technological aspects and environmental salubrity. The results suggested concrete possibilities for the use of CSS as an alternative to guarantee universal access to sewage collection and treatment services in Brazil. However, for the application of this technology to be wider and more sustainable, certain limitations must be dealt with. The study results are clear in indicating the limits of the concept of CST regarding the participation of the population in maintenance. Such limits are related to overwork which increases social inequality; the creation of labor law-related litigation due to the informal work relationship with the building superintendents; a lack of equity, as this model is proposed only for low-income populations due to its supposedly lower tariffs; and the fact that the State is absolved with regard to the provision of this essential public service. Regarding the use and operation of CSS in this study, the Sewage Collection Network – SCN variables related to maintenance were more important in comparison to the other variables studied. Also were important variables associated with infrastructure also proved relevant such as paving, drainage network and the type of dwelling. Regarding services management, analysis of the data put in evidence the challenges faced by the service providers regarding the institutional changes that the process

of implementing CSS demands, mainly in terms of the population's participation, the promotion of integrated environmental sanitation measures and intersectoral actions. It was verified that, independent of the type of the service provide, challenges exist to be faced. Certain evidence was observed of that in localities of lesser size and organized populations more, the implementation of the CSS is more efficient and accomplishes. In more populous localities, in sub-normal habitations, the urban complexity makes it difficult the implementation of the SCE. With the results of the study an algorithm for the SCE implantation could be conceived.

Keywords: appropriate technology; condominium sewage system, sewage collection network.

1 Introdução

A Tecnologia de Sistemas Condominiais de Esgotos (TCE), faz parte das denominadas Tecnologias Apropriadas (TA). O movimento pela utilização das TA inicia-se a partir da década de 70, em nível internacional. Naquele momento reconhecia-se a impossibilidade de se generalizar as opções tecnológicas e técnicas até então em uso, sendo direcionados esforços para pesquisas de novas soluções tecnológicas (CAIRNCROSS, 1990). Nesse contexto, pesquisadores brasileiros passaram também a desenvolver novas concepções para os sistemas de esgotamento sanitário de baixo custo. Como destaque, citam-se o Sistema Simplificado de Esgoto do Prof. José M. Azevedo Netto (AZEVEDO NETTO, 1992), o Sistema Não Convencional de Esgotamento Sanitário a Custo Reduzido para Pequenas Comunidades e Áreas Periféricas, do Prof. Eliaz Szachna Cynamon¹ (CYNAMON, 1986) e, principalmente pela grande aplicação e utilização, os Sistemas Condominiais de Esgoto (SCE) (MELO, 1985).

O SCE,² como toda tecnologia apropriada, tem como base filosófica o comprometimento com a realidade local em termos técnicos, econômicos e sócio-culturais. O SCE tem como idéia básica de sua implantação a formação de um condomínio na quadra urbana, envolvendo um conjunto de usuários interligados por uma rede de tubulações de pequeno diâmetro (ramal-condomínio) ou rede condominial de esgoto (RCE), dispostas a pequenas profundidades no interior dos lotes (MELO, 1985).

A flexibilidade técnica e a redução nos custos de implantação começaram a atrair a atenção de decisores públicos no sentido de adotarem esse tipo de solução em diferentes programas e projetos de governo no Brasil. Verificou-se que o custo de implantação poderia gerar uma economia de até 60% em relação ao custo de uma rede do tipo convencional (MELO, 1994).

As experiências realizadas no Rio Grande do Norte (CAERN, 1985) e no Distrito Federal (CAESB, 1997), onde essa solução foi adotada em grande número de localidades, demonstram que os custos médios para sistemas construídos em áreas urbanas, pouco pavimentadas, são da seguinte ordem:

- Rede Pública aproximadamente US\$ 30,00 a US\$ 40,00/metro

¹Cynamon (1986) identificou como principais fatores que contribuíam para o aumento de custos: poços de visita (PV); diâmetro da tubulação; grandes volumes de escavações devido às profundidades das valas; implantação de elevatórias, além das exigências das normas brasileiras na época vigentes.

²O Sistema Condominial é formado por três partes: os ramais condominiais ou coletivos ou multifamiliares (redes condominiais), os coletores públicos e as unidades de tratamento.

- Ramal Condominial aproximadamente US\$ 15,00 a US\$ 20,00/metro

Para essas mesmas áreas, com topografia suave e densidade de ocupação da ordem de 100 habitantes por hectare, o custo de coleta condominial (ramal condominial e rede pública) situa-se entre US\$ 250 e US\$ 400 por ligação. Desse total, 50 a 60% correspondem ao custo do ramal condominial (CAERN, 1985).

Para Kligerman (1995, p.57) os custos do sistema no Rio Grande do Norte foram estimados em US\$ 263.04/ ligação, distribuídos em:

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| • ramal condominial | US\$ 82.20 |
| • rede pública | US\$ 90.42 |
| • projeto e mobilização comunitária | US\$ 24.66 |
| • tratamento ³ | US\$ 65.76 |

Essa autora, fazendo uma estimativa de que cada ligação (domicílio) tem 5 pessoas em média, obtém o seguinte custo por habitante:

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| • ramal condominial | US\$ 16.44 |
| • rede pública | US\$ 18.08 |
| • projeto e mobilização comunitária | US\$ 4.93 |
| • tratamento | US\$ 13.15 |
| • custo total | US\$ 52.61 |

Pode-se comparar esses dados com o custo médio *per capita*, fornecido por Azevedo Netto (1992, p. 48), para sistemas condominiais:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| • coletores públicos | US\$ 40.00 - US\$ 50.00 |
| • tratamento | US\$ 10.00 - US\$ 30.00 |
| • conexões domiciliares | US\$ 15.00 - US\$ 25.00 |
| • custo médio total | US\$ 85.00 |

Azevedo Netto (1992, p. 48), comparando esses dados com a solução convencional, ressalta: “[...] o custo da construção convencional é da ordem de US\$ 200.00 *per capita*, o que se deduz que os mesmos (refere-se à solução condominial) são 57,5 % mais baratos”.

³Exceto para a cidade de Natal, segundo a autora.

Assim, várias experiências, com base nesse modelo foram implementadas no Brasil, principalmente em razão do apoio dado pelos principais órgãos financiadores do saneamento (HELLER, 1985). No entanto, a despeito da significativa redução nos custos de implantação e manutenção, a adoção dos SCE no país têm sido um tema bastante discutido nos meios técnico e profissional, nas últimas décadas. Essa discussão diz respeito à própria filosofia do modelo que exige grandes transformações nas práticas institucionais, profissionais e sociais vigentes. Sobre o caminho para o entendimento dessas transformações, há uma unanimidade quanto à pertinência da realização de estudos empíricos, que possam tornar claras os limites e as possibilidades do SCE, mais especificamente os fatores intervenientes na sua implementação, uso e funcionamento. Esse estudo pretendeu contribuir para uma melhor compreensão das possibilidades e dos condicionantes relacionados a implementação de SCE.

As cidades escolhidas para avaliação no contexto desta pesquisa – Salvador, Santo Amaro, Madre de Deus, Gameleira e Itabuna, localizadas no Estado da Bahia – são cidades com diferentes contextos urbanos, ambientais, sociais e institucionais, podendo esta experiência contribuir para a identificação das possibilidades e limites do uso da TCE.

As questões orientadoras deste estudo foram:

- Que fatores interferem no uso e funcionamento da tecnologia condominial de esgotamento sanitário?
- Em que medida esses fatores vêm interferindo na aplicação da tecnologia condominial em cidades de diferentes portes do Estado da Bahia?

Essas questões de pesquisa foram respondidas tendo como objeto empírico, conforme mencionado, as cidades de Salvador, Santo Amaro, Madre de Deus, Gameleira e Itabuna que possuem tanto portes, quanto contextos urbanos, ambientais, sociais e institucionais distintos.

2 Objetivos

O objetivo geral da pesquisa foi o de avaliar a TCE em cidades de diferentes portes populacionais com modelos diferenciados de gestão, a partir de métodos de avaliação quantitativos e qualitativos.

Os seus objetivos específicos foram:

- Realizar uma revisão de literatura sobre tecnologias apropriadas para o esgotamento sanitário, mais especificamente sobre o sistema condominial de esgotos desde a sua origem;
- Realizar e sistematizar pesquisa de campo sobre TCE, com enfoque quali-quantitativo, em cidades de diferentes portes populacionais, com modelos diferenciados de gestão;
- Realizar uma avaliação quali-quantitativa da aplicação da tecnologia do sistema condominial de esgoto como alternativa para o esgotamento sanitário, desde a fase da concepção do projeto, passando pela participação da comunidade, implantação da obra e manutenção até seu uso-funcionamento.

3 Metodologia

3.1 Princípios da avaliação

Compreendeu-se que a metodologia para avaliar a TCE deveria incorporar os princípios inerentes ao modelo condominial e também os relacionados às políticas de saneamento. Assim, adotou-se como princípios da avaliação a participação social, o pacto comunitário, a descentralização técnica e administrativa, o gradualismo, a economicidade, próprios da TCE (MELO 1994; ANDRADE NETO, 1999) e a universalidade, a equidade, a integralidade, a participação e o controle social, a titularidade municipal e a gestão pública, princípios constituintes das políticas públicas de saneamento (MORAES E OLIVEIRA FILHO, 2000; MORAES E BORJA, 2001; BRASIL, 2004; HELLER E NASCIMENTO, 2005).

3.2 A construção de um conceito de referência de TCE

O conceito de tecnologia apropriada (TA), com base em Ennes (1989), mostrou-se insuficiente para os objetivos da presente pesquisa. A proposta de Melo (1994) e Andrade Neto (1999), ao incorporar a participação social no processo de implementação de um sistema de esgotamento sanitário, impõe transformações nas práticas institucionais, técnicas e sociais do prestador dos serviços. Assim, foi necessário que o conceito de referência contemplasse essas dimensões. Por sua vez, articulando-se com a proposta metodológica de avaliação do impacto das ações de saneamento ambiental na saúde

(BRASIL, 2004), optou-se em agregar a dimensão da salubridade ambiental. Essa indicação foi, portanto, o ponto de partida da construção do conceito de referência de TCE, ou seja, assumiu-se que o uso e funcionamento de uma TCE poderia ser avaliado considerando os campos de análises da gestão dos serviços, dos aspectos tecnológicos e das condições de salubridade ambiental.

O conceito de referência adotado considerou que TCE é aquela que atende às populações com esgotamento sanitário, contemplando gestão dos serviços e aspectos tecnológicos, compatíveis com a realidade local, favorecendo a salubridade ambiental com vistas a garantir os princípios de uma política pública de saneamento ambiental, da universalidade do acesso, da integralidade das ações, da equidade e da participação social.

3.3 Áreas de estudo

Para áreas de estudo foram selecionadas as cidades de Madre de Deus, Santo Amaro, Itabuna, Salvador e a localidade de Gameleira, distrito do município de Jaguarari. Na Tabela 1 são apresentadas as características gerais das áreas.

Porte Populacional	Localidade	Localização Regional	População Urbana Estimada (Hab)	Área (km ²)	Densidade (Hab/Ha)	Distância de Salvador (km)	IDH	PIB <i>per capita</i> (R\$)
1	Gameleira/Jaguarari	Semi-árido Baiano/ localidade da área rural	2.048	2	10,2	424	0,65*	5.182,85*
2	Madre de Deus	Região Metropolitana	13.500	11	12,3	70	0,74	19.071,89
3	Santo Amaro	Recôncavo Baiano/área urbana	60.597	518	1,2	72	0,68	2.847,67
4	Itabuna	Sul da Bahia/ área urbana	202.523	443	4,6	420	0,75	4.395,08
5	Salvador	Região Metropolitana	2.631.831	707	37,2	-	0,81	4.309,16

* Referente ao município de Jaguarari.
Fonte: IBGE, 2005.

3.4 Técnicas de pesquisa

Dados secundários

Foram coletados dados e informações junto aos prestadores dos serviços de saneamento das cidades em estudo visando conhecer as condições administrativas e operacionais e dados sobre os SCE implantados, no que se refere ao projeto, execução da obra, população contemplada, modelo adotado de implementação, participação popular, custo de implantação, operação e manutenção, tarifas adotadas e condições operacionais.

Foi feita, ainda, uma coleta de dados junto ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades. Dentre as localidades estudadas, apenas Gameleira não dispunha de dados registrados no SNIS.

Dados primários

Outro instrumento utilizado foi o Levantamento das Condições Sanitárias dos Logradouros (LCSL), que é um semicadastro de todas as vias da área em estudo, realizado por dois pesquisadores de campo previamente treinados. O seu conteúdo envolve informações sobre o saneamento ambiental⁴.

Em face da pequena área de Gameleira, optou-se em realizar o levantamento de campo em todas as vias, totalizando 41 trechos de vias pesquisados. Em Madre de Deus, 268 trechos de vias das cinco sub-bacias de esgotamento sanitário que possuem redes coletoras de esgoto do tipo condominial EMBASA (2005a) foram investigados. Em Santo Amaro, das sete bacias de esgotamento existentes foram amostradas quatro e 269 trechos de vias. Em Itabuna, das quatro bacias de esgotamento foram amostradas duas e 359 trechos. Todos os trechos foram selecionados segundo uma amostragem aleatória simples. Esses levantamentos foram realizados no ano de 2005.

Para o estudo na cidade do Salvador, utilizou-se a base de dados da pesquisa já citada “Avaliação Quali-quantitativa dos Serviços de Saneamento na Cidade do Salvador - Bahia”, realizada em 2002 (BORJA e outros, 2003), como também da pesquisa

⁴Mais detalhes sobre a técnica consultar Borja et al. (1994), Parés e Borja (1996) e, principalmente, em Borja (1997).

“Implementação de Tecnologia de Redes Condominiais de Esgotamento Sanitário e Participação do Usuário: Um Estudo na Cidade do Salvador, 2000-2003” (OLIVEIRA, 2004). O uso desses bancos de dados e das informações geradas pelas referidas pesquisas mostrou-se relevante e pertinente, uma vez que os dados estavam compatíveis com o objeto de estudo do presente trabalho, sendo que, uma boa parte deles, ainda não tinha sido utilizado.

A primeira pesquisa, na cidade do Salvador, foi desenvolvida em 31 microáreas (MA), (ISC, 1997). Optou-se por investigar apenas as MA que dispunham de RCE (959 trechos). A segunda pesquisa, realizada na cidade do Salvador e incorporada ao presente estudo, foi desenvolvida no ano de 2000, em uma área localizada na Bacia do Alto do Camurugipe na sub-bacia Alto de São Caetano 4 (ASC-4), do microssistema V. O levantamento dos dados de campo ocorreu durante os meses de setembro de 2000 a maio de 2001. Foram aplicados 245 questionários junto ao responsável pelo domicílio, além de entrevistas individuais semiestruturadas com 19 síndicos. A amostragem foi feita de forma proporcional à presença de domicílios em cada uma das 29 quadras, conforme recomenda Sudman (1983).

Dados qualitativos

A dimensão qualitativa da avaliação foi estudada a partir da percepção de diversos atores sobre o SCE. Nas microáreas da cidade do Salvador, o estudo de percepção, desenvolvido em 2002, foi realizado a partir de entrevistas junto a Informantes-Chave, selecionados em uma microárea para cada bacia de esgotamento sanitário e três informantes por microárea. Para obter a percepção dos atores da pesquisa desenvolvida no microssistema V da sub-bacia Alto de São Caetano 4 realizou-se, entre dezembro de 2002 a maio de 2003, quatro Grupos Focais⁵ – GF, com a participação de 34 usuários das RCE da área do estudo. Os grupos focais das outras localidades deste estudo foram realizados no período de agosto de 2005 a outubro de 2006. Participaram gestores, operadores dos serviços, técnicos dos quadros municipais e integrantes de organizações comunitárias.

3.5 Análise dos dados

As análises dos dados foram realizadas a partir de análises estatísticas dos bancos de dados (dimensão quantitativa) e de conteúdo (dimensão qualitativa) dos documentos

⁵Para maiores detalhes sobre a técnica consultar Oliveira et al (2006) e Borja (1997).

levantados, das entrevistas e dos Grupos Focais realizados. Objetivando realizar uma análise global dos dados sobre o uso e funcionamento da RCE, provenientes do Levantamento das Condições Sanitárias dos Logradouros (LCSL) – realizou-se uma análise fatorial⁶, em face do caráter qualitativo das variáveis presentes no banco de dados.

4 Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussões

4.1 Gestão dos serviços

4.1.1 Gestão dos serviços: enfoques institucional e gerencial

Instituições prestadoras dos serviços nas diferentes cidades

Em Gameleira, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são prestados pela associação de moradores do local, vinculada à Central das Associações Comunitárias para a Manutenção de Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (CENTRAL)⁷, uma sociedade civil sem fins lucrativos. A limpeza pública dessa localidade é feita pela Prefeitura Municipal de Jaguarari.

Os serviços de água e esgoto das cidades de Madre de Deus, Santo Amaro e Salvador são prestados pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A (EMBASA). Os serviços de limpeza pública de Madre de Deus são executados por uma empresa contratada pela Prefeitura Municipal. Em Santo Amaro, a Prefeitura Municipal realiza diretamente esses serviços. Na cidade do Salvador, os serviços de coleta e disposição final foram terceirizados pela Prefeitura. Em Itabuna, os serviços de água e esgoto são prestados pela Empresa Municipal de Saneamento Ambiental S.A (EMASA) e os serviços de limpeza pública e drenagem das águas pluviais pela Prefeitura Municipal. Os serviços de drenagem das águas pluviais nessas localidades são realizados pelas respectivas Prefeituras Municipais, com exceção de Gameleira, que não possui esse serviço.

Indicadores gerenciais da prestação dos serviços

⁶Para maiores detalhes sobre a técnica, consultar Malhotra (2001).

⁷Para maiores informações sobre a CENTRAL consultar Oliveira et al. (2006) e Loureiro et al. (2006)

Segundo o SNIS (2006), o índice de atendimento da população das localidades atendidas com abastecimento de água chega a 100%, enquanto que a prestação do serviço de esgotamento sanitário chega a uma parcela da população. Em 2003, Itabuna possuía o melhor nível de atendimento em esgotamento sanitário – 68% da população, enquanto que Santo Amaro e Salvador possuíam 26% e 48,8%, respectivamente. Os dados de Madre de Deus não foram registrados no sistema. Em Gameleira, os dados coletados em campo evidenciaram que o abastecimento de água atende a toda população, enquanto que a rede de esgoto atende 95% das vias da localidade.

Existe uma diferença fundamental no fornecimento de água nas localidades estudadas. Exceto Gameleira, em todas as outras localidades o abastecimento de água é descontínuo. A situação mais grave ocorre em Itabuna, seguida de Madre de Deus, Santo Amaro e Salvador.

Os índices de perdas de água na distribuição são elevados. Os de Salvador e Itabuna chegam a 49% e o de Santo Amaro, a 58%. Esses índices, no entanto, não se afastam muito dos verificados em outros sistemas do País (SNIS, 2006). Quanto aos índices de micromedição, em 2003, em Santo Amaro está satisfatório – 94,2%; em Salvador chegou a 89%; já Itabuna possuía um índice baixo - 51%. Em 2003, as tarifas praticadas pelos prestadores de serviços estavam abaixo da média nacional, que era de R\$ 2,4/m³.

A análise dos dados permitiu perceber que, do ponto de vista gerencial, a prestação dos serviços em Itabuna e Madre de Deus está aquém do desejado, o que certamente tem influência na operação e manutenção do sistema de esgoto condominial. Em Santo Amaro, também pôde-se observar baixo desempenho operacional. Em Salvador, onde a EMBASA possui o maior índice de arrecadação da sua área de concessão, o desempenho operacional da empresa está aquém do esperado, à luz dos dados do SNIS (2005).

A prestação dos serviços e o SCE nas localidades do estudo

O SCE de Gameleira foi implantado em 2001, através do Programa “Saneamento Básico do Oeste da Bahia” que definia, previamente, que a prestação dos serviços de água e esgoto implantados seriam de responsabilidade da CENTRAL, em conjunto com a Associação de Moradores. A Prefeitura Municipal não acompanha nem participa da prestação do serviço em Gameleira (entrevista com a responsável pela Associação dos Moradores em abril/2005). A manutenção da RCE é feita pelos próprios moradores. Cabe, à Associação de Moradores, apoiada pela CENTRAL, equacionar problemas mais complexos. Existem dois operadores, treinados pela CENTRAL, que são responsáveis pela operação do sistema de água e esgoto. Não existe tarifa de esgoto; a tarifa de água cobre as despesas da operação dos dois sistemas. Os operadores não têm qualquer vínculo empregatício.

Na cidade de Itabuna, a adoção do SCE teve início em 1993, quando a Prefeitura executou um projeto em cinco bairros populares dessa cidade, por meio do Programa PROSEGE, com financiamento do BID e do Governo Federal (COSTA e MIRANDA, 1996). A prestação dos serviços e a operação e manutenção do SCE é de responsabilidade da EMASA, ligada à Secretaria Municipal de Infraestrutura.

Em Salvador, o Sistema Condominial de Esgotamento Sanitário (SCE) passou a ser adotado em larga escala por meio do Programa de Saneamento Ambiental da Baía de Todos os Santos (BTS), chamado Bahia Azul, executado pelo Governo do Estado da Bahia, entre os anos de 1995 a 2004 (BTS/BAHIA AZUL). A EMBASA, executora da parte de esgotamento sanitário, quando da adoção do modelo condominial, criou uma estrutura organizacional de apoio para o acompanhamento dos contratos junto às empreiteiras contratadas para as obras.

Os SCE de Madre de Deus e Santo Amaro são de responsabilidade operacional da Unidade de Negócio de Candeias (UNC-EMBASA). Em Madre de Deus, a operação e manutenção são realizadas pela própria UNC-EMBASA, enquanto que em Santo Amaro este serviço é delegado a uma empresa terceirizada pela EMBASA.

4.1.2 Gestão dos serviços: enfoque social

Em face da importância da participação no processo de implementação do SCE, procedeu-se à avaliação dos seus níveis nas áreas estudadas. Para isso, foram realizadas entrevistas e grupos focais.

A análise dos dados indicou que Gameleira apresentou o maior nível de participação da população na implementação do SCE. Nessa localidade, 100% dos moradores informaram que houve reunião quando da implantação do RCE e 94% consideraram a reunião satisfatória. Pôde-se aferir que em Gameleira, o processo participativo aconteceu satisfatoriamente:

A CERB começou a vir aqui em 97. Primeiro, vieram fazer uma entrevista comigo [...]. Depois, as assistentes sociais fizeram um trabalho aqui, de casa em casa, pesquisando, levantando, falando das taxas, das obrigações [...] Essa foi a primeira parte. Aí veio o momento em que toda a comunidade se juntou para dizer se aceitava ou não o programa, foi a assembléia de adesão (Entrevista em Gameleira com a responsável pela Associação dos Moradores; abril/2005).

As ações voltadas para educação ambiental, nessa localidade, tiveram um longo período e abrangência:

E daí, então, passou para uma outra parte do trabalho, que foi a parte de educação ambiental. As assistentes sociais da CERB começaram a fazer todo um trabalho na comunidade, durante dois anos. Tinha uma pedagoga. Trabalharam com as escolas, os professores, diretores [...] Então, nessa caminhada toda, muito trabalho, um

trabalho muito bom, uma equipe bem preparada (Entrevista em Gameleira com a responsável pela Associação dos Moradores; abril/2005).

Em Itabuna, Santo Amaro, Madre de Deus, respectivamente, 10,6%, 8,8%, 7,3% dos moradores responderam que ocorreram reuniões nas quais os usuários foram informados sobre as RCE. O menor nível de satisfação com a reunião condominial ocorreu em Madre de Deus, com 59,1% dos entrevistados insatisfeitos, seguida de Santo Amaro, com 62%. Quanto ao trabalho de educação ambiental, os comentários dos integrantes dos GF foram:

Aqui em Itabuna não tem nenhuma campanha de educação ambiental. Sei que deveria, [...], pois é necessário se fazer um trabalho de base, não só para esgoto, mas também para a água, conscientizando do seu valor (Grupo Focal, Itabuna em 18/08/2005).

Na pesquisa realizada na bacia do Alto Camurugipe, em Salvador, no microssistema V, dentre os entrevistados que tinham conhecimento da realização da reunião, quase 42% disseram ter participado da primeira reunião condominial onde ocorreu a discussão sobre a concepção do SCE. Conforme informações obtidas junto a técnicos, ocorreu apenas uma reunião com os moradores.

Na pesquisa realizada em 31 microáreas de Salvador, a debilidade do Programa de Educação foi mais uma vez evidenciada.

Houve reunião com a comunidade. Mas, depois que eles começaram a implantar o projeto [...] houve aquela distância da comunidade com o Programa. [...] a gente não tem uma resposta concreta do que está se fazendo, quando vai terminar, o que vai acontecer. E aí quando a gente liga, geralmente um setor passa para outro: 'liga pra tal setor', 'vai em tal lugar'. A gente fica, na realidade, sem saber (Entrevista nº 10, micro-área -1025 – Periperi).

[...] Esse projeto, Programa Bahia Azul, ele veio de cima para baixo. Não foi discutido com a comunidade. Na verdade, só houve uma reunião. [...] quando as empresas já estavam dentro da comunidade, fazendo o serviço [...] (Entrevista nº 24, micro-área 672 – Mangabeira).

Segundo alguns entrevistados, de um modo geral, as comunidades não tiveram participação na implementação das RCE. Não foram sequer escutadas: “eles não queriam nem ouvir as lideranças e ouvir a comunidade, que é povão” (Entrevista nº 26, micro-área 672 – Mangabeira).

Um ponto que evidencia, tanto as dificuldades de comunicação entre a “comunidade” e os executores do Programa Bahia Azul, como a forma com que as obras foram conduzidas, diz respeito ao desconhecimento da maioria dos entrevistados sobre o esquema operacional do SCE.

[...] Essa questão de síndico para mim é novidade (Entrevista nº 20, micro-área 243 – Tripas).

Teve eleição. Como eu sei quem foi eleita, D. Ivone. Nas outras quadras eu não posso dizer quem é o síndico. Mas, teve sim. Teve eleição do síndico. Eles reuniram, fizeram um cartaz grande explicando como ia ser o projeto da quadra depois da ligação, como ia ficar a quadra, deu nome à quadra, a rua, nome, número e elegeram o síndico daquela quadra. Foi um processo democrático. Teve votação (Entrevista nº 14, micro-área 191 – Cobre).

[...] nós ficamos surpresos quando o Bahia Azul chegou aqui com esse Programa dizendo que cada quadra tinha um síndico e a gente não sabia. [...] não foi discutido isso. Nós não conhecemos o síndico. Os síndicos que ele [o Bahia Azul] disse que cada quadra tem foi eleito por ele mesmo. Ele que escolhe uma pessoa, dizendo que essa pessoa é síndico, mas não passa por um processo democrático de eleição, de discussão com a comunidade (Entrevista nº7, micro-área 204 – Calafate).

As evidências da debilidade dos processos participativos do Programa Bahia Azul são fortes (ver OLIVEIRA, 2004). Além da prática política e da ideologia dos integrantes do, então, governo estadual não estarem vinculados à participação ativa e crítica da população, existiram resistências tanto no âmbito da cultura dos técnicos das instituições, como das empreiteiras que, por décadas, executam obras alheias à população. Por outro lado, o porte do empreendimento, o cronograma muito apertado para o desenvolvimento de uma obra complexa como o sistema condominial em áreas periféricas e, ainda, a própria desmobilização da população e a crise de lideranças são fatores que também colaboram para a fragilidade da participação.

4.1.3 Gestão dos Serviços: enfoque financeiro

Em Gameleira, os financiadores do sistema de esgoto foram o Governo do Estado da Bahia e o Banco alemão KFW, a fundo perdido. O custo de manutenção vem sendo viabilizado por meio das tarifas pagas pelos usuários e por recursos provenientes do Banco KFW, que são repassados para a CENTRAL, via CERB. De acordo com depoimento da responsável pela Associação dos Moradores em Gameleira,

O recurso da CENTRAL tem algum repasse da CERB, que repassa alguma coisa para o banco, e do banco aí passa para nossa conta [da CENTRAL], não sei como é isso direito. Outra parte vem das contas de água, no nosso caso é R\$ 3,85, a tarifa mínima. Mas, ainda estamos tentando ver se a CENTRAL e a Associação andam com as próprias pernas. Mas ainda há ajuda (Representante da Associação dos Moradores de Gameleira).

Em Gameleira, a manutenção da rede básica do SCE é realizada por dois operadores treinados pela CENTRAL. Embora o pagamento dos operadores tenha sido definido em Assembléia como sendo de responsabilidade da própria Associação de

Moradores, via conta de água, esta, inicialmente, encontrou uma certa dificuldade para viabilizar os pagamentos.

[...] Quando chegou o primeiro recibo, aí vinha lá, um real, para os operadores, mas foi uma revolução. Começaram a questionar [...]. Diziam que “não podia, que não era para colocar na conta R\$1,00 para os operadores” (Representante da Associação dos Moradores de Gameleira).

A CENTRAL, até agora, vem levando isso [...] tem muitas associações por aí que já mudaram de operadores, os operadores foram para a justiça. A gente aqui até agora, não tem muito problema, porque eles são muito ligados à gente. Mas, isso é motivo de muito atrito com a comunidade, [...] pela segurança da associação e dos próprios associados. Se a gente coloca aí qualquer um, o que vai acontecer, amanhã a gente pode até ter que desembolsar um valor que a gente nem tem, e vai sair de onde? Por outro lado, do ponto de vista burocrático, a associação não pode ter funcionários. E a CENTRAL tem isso, a CENTRAL não quer assumir essa responsabilidade, aí é o pepino (Representante da Associação dos Moradores de Gameleira).

Esse fato evidencia a necessidade de uma reflexão sobre o modelo de gestão que, em geral, vem sendo adotado quando da implantação de SCE. Ou seja: a transferência da responsabilidade da manutenção das RCE para os usuários, sejam estes síndicos ou operadores/voluntários de associações.

Em Santo Amaro, Madre de Deus e Salvador, o financiamento dos SCE se deu por meio do Programa Bahia Azul, com a participação de organismos internacionais e do Governo do Estado da Bahia (SRHSH, 1998). O financiamento das ações de operação e manutenção dos sistemas implantados é de responsabilidade da EMBASA, via tarifa.

Quanto aos valores das tarifas cobradas pela EMBASA, os comentários dos técnicos ouvidos e participantes do GF foram:

Houve o acordo feito no termo de adesão [...]. Se o usuário concordar em fazer a manutenção, a tarifa vai para 45% do valor da água, se concordar que a EMBASA faça, a manutenção vai pra 80% do valor da conta de água (Grupo Focal Embasa-Candeias, 25/10/2005).

Outro assunto discutido no GF refere-se à dificuldade de usuários em arcar com os custos dos serviços de esgoto, apesar dos baixos valores cobrados.

E outra coisa, tem pessoas lá em Santo Amaro que pagam R\$ 8,50 a mais na conta de água por causa do esgoto, ele vem pedir para cortar, porque não tem dinheiro pra pagar. Outro dia chegou lá um que ia pagar 3,50 de esgoto, a mais, na conta de água, conforme os metros cúbicos que ele consumiu, e ele foi lá falar com a gente pra ver o que fazer, pois ele não tinha condições, tava desempregado (Grupo Focal Embasa - Candeias, 25/10/2005).

Esse problema, de ordem social, faz com que muitos usuários não realizem suas ligações intradomiciliares, mesmo tendo uma rede de esgoto sanitário passando por sua rua.

Em Itabuna, a maior parte das RCE foram implantadas por meio de financiamento do BID e do Governo Federal (COSTA e MIRANDA, 1996). As ações subseqüentes foram realizadas com recursos da Prefeitura Municipal. Quanto aos valores das tarifas cobradas, os comentários dos técnicos participantes do GF realizado em Itabuna foram:

As tarifas aqui em Itabuna são cobradas assim: esgoto não tratado convencional: 45% da tarifa de água; esgoto tratado convencional: 70% da tarifa de água; condominial tratado: 35% da tarifa de água; condominial não tratado: 25% da tarifa de água (Grupo Focal, Itabuna em 18/08/2005).

No entanto, esses valores não parecem ser calculados de forma a suprir os reais custos operacionais do sistema. O diretor comercial da EMASA, salientou:

[...] a EMASA cobra pela média. Outro problema na cobrança é a dificuldade que se tem na leitura dos hidrômetros, já que os hidrômetros não são padronizados. [...] Isso tudo dificulta a cobrança [...]. Outra coisa é a questão política que atrapalha quando manda não cobrar (Grupo Focal, Itabuna em 18/08/2005).

Como observado, de maneira geral, as diferentes localidades objeto desta pesquisa apresentam dificuldades referentes à operação e manutenção dos sistemas. Ficou evidente que a estrutura tarifária para SCE ainda carece de estudos, uma vez que a mesma tem sido definida de forma arbitrária, sem se respaldar em parâmetros técnicos, econômicos e financeiros.

4.2 Aspectos Tecnológicos

4.2.1 O Projeto

De acordo com os princípios dos SCE, a elaboração do projeto das redes condominiais depende, sobretudo, da participação dos usuários para a formação dos condomínios. Para tanto, é necessário um intenso trabalho social.

Em Gameleira, o projeto das RCE foi desenvolvido pela CERB, com participação da comunidade, que teve o tempo necessário para conhecer e opinar sobre as RCE:

O projeto foi a CERB quem fez. Aí fizeram uns reparos que pedimos na hora da obra. Aí a gente mandou verificar. Foi a nossa sorte. Entre o planejamento e a obra, isso durou quase três anos” (Depoimento da representante da Associação de Gameleira abril, 2005).

A Associação de Moradores de Gameleira, que já possuía um bom nível de organização, acompanhou sistematicamente a execução da obra do SCE, tendo feito diversas reivindicações quanto à qualidade da obra e projeto. Certamente, tal postura contribuiu para uma boa execução.

Em Itabuna, o Diretor de Projeto da EMASA, não soube informar como os SCE foram implantados pois a execução da maioria foi feita há muitos anos. Em Madre de Deus, Santo Amaro e Salvador os projetos executivos das RCE foram elaborados por empresas de consultoria contratadas após processo de licitação das obras. Na EMBASA, os procedimentos para a elaboração e execução do projeto iniciavam, pela delimitação das áreas de cada condomínio. Posteriormente, realizava-se uma reunião condominial com cada grupo de usuários da área de influência, quando eram informadas as ações que seriam desenvolvidas e as atribuições de cada um no processo de implantação e na manutenção da RCE. Além disso, dava-se ciência dos valores das tarifas a serem cobradas pela prestação dos serviços. Era a intenção da reunião esclarecer que, caso a EMBASA assumisse a responsabilidade pela manutenção, a tarifa seria 80% do valor da conta de água e, caso fosse da comunidade, a tarifa seria 45% do valor da conta de água. A reunião também teria a função de promover a eleição do síndico da quadra da RCE e a assinatura do “Termo de Adesão,” no qual os participantes formalizavam a sua concordância quanto às diretrizes estabelecidas pela EMBASA para a adesão as RCE às serem implantadas.

Para uma assistente social da consultoria contratada pela empreiteira da obra da Bacia do Alto Camurugipe,

Nessas comunidades, onde grande parte das pessoas mal sabe escrever o nome, acho que elas não estavam atentas ao que estavam assinando, um ou outro é que questionava sobre que conteúdo era esse do termo de adesão. O texto tem alguns termos técnicos e a gente sabe que essa adesão não tem nenhum valor como documento, até porque não tem poder jurídico, é um valor mais interno para a EMBASA.

Para o Grupo Focal, realizado em 2005 com técnicos da EMBASA,

A assistente social vai lá, conversa tudo e eles aceitam passar a rede dentro do lote. Mas, depois da obra pronta é problema para manutenção. Tem um caso em Santo Amaro que já tem três anos que a rede passa no quintal e hoje o pessoal da casa quer retirar. Aí tem que ver a melhor forma, tirar a caixa do terreno, relocar e deixar a tubulação passando por outro lugar que não interfira [...] (Grupo Focal Embasa-Candeias, 25/10/2005).

As assistentes sociais ouvidas durante a pesquisa realizada em 2001, na Bacia do Alto Camurugipe, em Salvador, informaram que sofriam pressão por parte da empreiteira

que precisava dar início às obras, pois tinha prazos a cumprir. Vê-se que, nos prazos contratuais, deve haver uma previsão adequada e realista para o desenvolvimento de um trabalho social que atenda a todas as etapas de um projeto com participação dos usuários.

Embora seja comum a idéia de que uma RCE, pelo seu traçado entre lotes – no passeio e nos fundos, propicie desavenças entre vizinhos, nenhuma evidência deste fato foi constatada a partir dos dados coletados. Em todas as áreas pesquisadas foi quase unânime a informação da não ocorrência de conflitos entre vizinhos (Tabela 2). No entanto, esse dado merece uma reflexão em face da possibilidade dos moradores não estarem dispostos a expor a um agente externo, o pesquisador, os conflitos internos. Assim, embora o dado empírico apresente um valor considerável, é prudente levar em consideração as indicações de tais conflitos em outras experiências relatadas na literatura.

Descrição	Gameleira		Madre de Deus		Santo Amaro		Itabuna	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Às vezes	2	4,76	0	0,00	4	1,89	2	0,62
Nunca	40	95,24	249	100,00	208	98,11	320	99,38
Total	42	100,00	249	100,00	212	100,00	322	100,00

Tabela 2 – Existência de conflito entre vizinhos dos condomínios da RCE nas áreas de estudo, segundo trechos de vias. Bahia, 2005

Ao estudar as variáveis “conflito entre vizinhos” e “ocorrência de obstrução” constatou-se que não existe associação estatística entre as mesmas ($p > 0,05$ - teste de qui-quadrado de *Pearson*). Assim, mesmo quando da ocorrência de obstruções, não foi relatado conflito entre vizinhos. Mesmo comportamento foi verificado entre as variáveis “localização da rede” e “conflito entre vizinhos”. Ou seja, neste estudo, os conflitos entre vizinhos não estão associados à localização da RCE.

O diâmetro mínimo utilizado nos RCE, atendendo à norma da ABNT, foi de 100 mm. Esse diâmetro é objeto de muitos questionamentos por parte da população, principalmente naquelas onde ocorreram falhas nos processos participativos. Evidências dessa questão são observadas nos resultados do levantamento de campo. Do total de pessoas consultadas quanto ao diâmetro em Gameleira, a maioria – 89% considerou o diâmetro utilizado adequado. Em Madre de Deus, esse percentual chegou a 75%. Já em Santo Amaro e em Itabuna, a maioria considerou o diâmetro inadequado – 63% e 59% das pessoas entrevistadas, respectivamente.

Esses resultados sugerem que o trabalho de educação sanitária, a organização da comunidade e o tamanho da população podem ter influenciado no entendimento do funcionamento da RCE. No caso de Gameleira, é importante ressaltar que os informantes relataram que participaram das reuniões sobre o SCE, sendo que 94% ficaram satisfeitos. Em Madre de Deus, Santo Amaro e Itabuna, cerca de 92%, 91% e 89%, respectivamente, informaram que não houve reunião sobre a RCE.

Em Salvador, muitos se queixaram dos constantes entupimentos das redes de esgoto, que eram atribuídos ao diâmetro da tubulação:

[...] é que eu acho que eles fizeram errado (sic); eles botaram muitos tubos pequenos, para tanta casa aí, tanto morro, tanta coisa aí [...] Então, tudo tem que entupir. Não fizeram um trabalho correto. Entrevista nº 21, micro-área 205 - Lobato.

Assim, um item que deve ser objeto de atenção por parte dos executores de RCE refere-se ao esclarecimento da população quanto ao funcionamento hidráulico de uma rede destinada a conduzir apenas esgoto doméstico.

4.2.2 Execução das obras

A execução das obras no modelo condominial é uma etapa que pode ser facilitada quando o usuário participa das etapas anteriores. Ocorre que as construtoras, em geral, tendem a simplificar essa etapa por desconhecimento das exigências desse modelo. Por outro lado, a prática da subcontratação de obras tem influenciado, sobremaneira, a qualidade da execução da obra e a má relação dos trabalhadores com a comunidade, gerando insatisfação dos usuários.

Em Santo Amaro e Madre de Deus, a execução das obras causou problemas tanto para os usuários como para a própria fiscalização da EMBASA, que, conforme depoimento dos técnicos ouvidos durante do GF realizado,

No interior, as empreiteiras arregaçam a rua de ponta a ponta. [...] se demorar uma semana chovendo, [...] a rua fica horrível. [...] O negócio das empreiteiras é produção, se tem fiscal ou não, elas fazem como querem... É a maior briga do mundo com a fiscalização. Aí eu digo, só abre se tiver condições de fechar a vala, senão não abre. [...] Em Santo Amaro, nós estamos até refazendo algumas ligações já efetivadas em campo pela empreiteira. Madre de Deus não tem nem 80% das ligações intra (domiciliares) ainda implantadas e Santo Amaro tem uma demanda muito grande de ligação. As pessoas querem também que agente tenha a responsabilidade de troca de piso. Essas coisas assim, não é parte da EMBASA, aí cria descontentamento (Grupo Focal Embasa-Candeias, 25/10/2005).

A não execução das ligações intradomiciliares é um dos maiores problemas das RCE, interferindo na efetividade da ação de esgotamento sanitário. Fica evidente que

a estratégia utilizada em Gameleira da execução dessas ligações durante a execução da RCE, é a melhor alternativa. Inclusive, nessa localidade, um programa de melhorias sanitárias foi implantado em paralelo à execução da RCE, de forma que a cobertura da rede fosse ampliada.

A qualidade das obras, a fiscalização e as relações entre empreiteiros e população são fatores que interferem na aceitação da tecnologia do SCE. Os níveis de satisfação dos usuários com as RCE implantadas são sintomas da forma como a obra foi conduzida. Considerando os resultados dos levantamentos em Gameleira e Madre de Deus, percebe-se que nessa primeira cidade os níveis de satisfação foram muito elevados: do total de entrevistados, 98% conceituaram a satisfação como ótima; em Madre de Deus, esse conceito situou-se entre boa a regular para 89% dos entrevistados (Tabela 3). Os maiores níveis de insatisfação dos moradores com relação ao RCE foram observados em Santo Amaro e Itabuna. Nessas cidades, respectivamente, 34% e 68% dos entrevistados não estavam satisfeitos com a rede condominial implantada.

Satisfação com o SCE	Gameleira (N=98)	Madre de Deus (N=545)	Santo Amaro (N= 534)	Itabuna (N=962)
Ótima	98,0	8,1	2,2	2,4
Boa	2,0	80,6	63,7	29,9
Regular	0,00	10,8	17,6	55,8
Péssimo	0,00	0,5	16,5	11,9

Tabela 3 – Nível de satisfação com a RCE. Bahia, 2005

Certamente, os níveis de satisfação encontrados em Gameleira relacionam-se com o acompanhamento da comunidade das intervenções do SCE, desde a fase de concepção do projeto à sua execução. Por outro lado, pode existir alguma relação com o porte da população de Gameleira. Em uma população menor, mais demarcada geograficamente e com o uso do solo mais disciplinado, as possibilidades de um maior controle das ações das empreiteiras são mais facilitadas, principalmente quando a população é organizada. Nota-se que em Itabuna e Santo Amaro, os níveis de satisfação são menores e estas cidades possuem uma maior complexidade urbana, tendo ocupações mais informais e de difícil acesso e controle; além disso, não existem registros de que a comunidade tenha assumido alguma ação coletiva para o acompanhamento da implementação do SCE.

No estudo realizado nas 31 microáreas da cidade do Salvador, várias críticas foram atribuídas à qualidade das obras da RCE. Dentre essas, pode-se citar: não conclusão de obras; obras de má qualidade; demora demasiada na execução e entrega dos serviços; uso de materiais de qualidade inferior; obras que necessitaram ser refeitas várias vezes; falta de fiscalização; roubo e desleixo com os materiais por parte das empreiteiras etc..

[...] a qualidade das obras, como eu já falei, não é muito boa. [...] poderia ser melhor, [...] essas empresas [...] tem que ser mais selecionadas. Tem que estar mais atento, por que esses caras, rapaz, botam o material ruim, fazem um serviço mal feito, [...] depois quem paga por isso são os moradores [...] Quando a gente vê, dá um problema na rede de esgoto, tem que desentupir. A gente vê os problemas, porque esse cimento que eles deram esborracha todo, achata tudo [...] se o saco de cimento é para fazer um serviço, eles não fazem com um saco; eles fazem com meio saco e meio saco eles levam para eles. A massa sai rala; com a chuva, com o tempo, aquele cimento que eles deram, ralo, forma buraco [...] É bem difícil eles virem consertar, quem tem que consertar são os próprios moradores (sic) (Entrevista nº17, micro-área 330 – Camurugipe).

4.2.3 Operação e manutenção das RCE

Em Gameleira, a responsabilidade da manutenção das RCE é dividida entre os moradores e operadores selecionados pela Associação dos Moradores e capacitados pela CENTRAL. Quando ocorre problemas na rede básica, cabe ao operador dar a solução; quando o problema é no ramal, via de regra, o morador faz o serviço. A reposição de componentes físicos do sistema é também viabilizada pela CENTRAL.

Em Itabuna, como já mencionado, a operação e manutenção dos serviços de água e esgoto é de responsabilidade da EMASA, que mostrou enfrentar dificuldades. Segundo técnicos ouvidos durante o GF:

Para trabalhar hoje, [...] era preciso ter cinco equipes de manutenção, com 8 pessoas cada uma. Hoje o que temos é 3 equipes com 5 pessoas. Daí você vê que sempre estamos em atraso nos atendimentos. E a maior solicitação é do condominial (Grupo Focal, Itabuna em 18/08/2005).

Em Itabuna, embora quando da implantação do SCE, segundo Costa e Miranda (1996), tenha ficado definido que haveria um síndico responsável pela manutenção das redes condominiais implantadas internas aos lotes, esta alternativa também não vem sendo posta em prática. Segundo depoimento,

aqui em Itabuna não tem síndico. [...] Desde que estou aqui, há 8 anos, a EMASA é que faz a manutenção. Nosso problema maior é o SCE. O síndico sempre funcionou em época de eleição. São os cabos eleitorais nos bairros populares (Grupo Focal, Itabuna em 18/08/2005).

Observa-se, em geral, que parte dos problemas de manutenção das redes condominiais está relacionada com a falta de informação do usuário quanto aos cuidados com a rede; com a falta de infraestrutura no logradouro; e instalações hidráulicas inadequadas no domicílio.

Em Salvador, Santo Amaro e Madre de Deus, a proposta da EMBASA para a manutenção das redes condominiais baseou-se na escolha de um síndico e subsíndico que seriam responsáveis, junto com os moradores, pela manutenção das RCE. A escolha do síndico seria feita pelos próprios moradores durante a reunião condominial, quando esses formalizam o compromisso via “termo de adesão”. Os síndicos eleitos teriam como atribuições: i) manter em uso e funcionamento a rede condominial implantada, e ii) intermediar a relação dos usuários com a EMBASA. Essa proposta, no entanto, não parece ter se viabilizado em todos os condomínios constituídos nas áreas objeto deste estudo, demonstrando a dificuldade em adotá-la. Segundo depoimento de técnicos da EMBASA,

Na minha teoria, esse negócio de síndico não funciona e nunca vai funcionar e vai render muito pra funcionar, infelizmente. Não sei lá em Salvador, mas aqui no interior não funciona. Síndico deveria ser só pra fazer contato, ser algum contato do povo com a MBASA (Grupo Focal Embasa-Candeias, 25/10/2005).

O fato é que, na prática, a EMBASA vem realizando a manutenção das RCE, embora os técnicos da EMBASA ouvidos em Madre de Deus e Santo Amaro e responsáveis pela manutenção, considerem que não deveriam fazê-lo.

Evidências de que o modelo de manutenção via síndico não foi incorporado na prática, podem ser verificadas nos resultados do levantamento de campo. A maioria dos entrevistados de Madre de Deus, Santo Amaro e Itabuna informaram que a manutenção da RCE é feita pelo prestador do serviço, respectivamente 86%, 89% e 94%. Um pequeno percentual atribuiu esta atividade ao síndico, variando de 1,6% em Madre de Deus, 0,2% em Santo Amaro e 0% em Itabuna. Em média, 8% dos entrevistados informaram que essa atividade era feita pelos moradores.

Os maiores níveis de satisfação com os serviços de manutenção foram verificados em Gameleira e em Madre de Deus e os menores, em Itabuna (Tabela 4).

Tabela 4 – Satisfação com os serviços de manutenção nas áreas de estudo, segundo número de entrevistados. Bahia, 2005.

Descrição	Gameleira		Madre de Deus		Santo Amaro		Itabuna	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Ótima	54	100	40	7,6	8	1,5	15	1,6
Boa	0	0	433	82,0	349	66,5	250	26,9
Regular	0	0	51	9,6	92	17,5	537	57,8
Péssimo	0	0	4	0,8	76	14,5	128	13,7
Total	54	100	528	100	525	100	929	100

Uma questão que também afeta a manutenção e operação dos SCE diz respeito à falta de pessoal e equipamentos. Em Santo Amaro e Madre de Deus, os técnicos da EMBASA observaram:

[...] a prioridade da EMBASA é Salvador [...]. Na verdade, em Madre de Deus não existe equipamento suficiente. Graças a Deus, Santo Amaro tá atendendo bem. Mas só que é uma demora. [...] Os equipamentos quebram constantemente. [...] Nós já tentamos trazer mais carro e equipamento para limpeza de rede de esgoto. Mesmo com essas dificuldades de deslocamento e equipamento, a gente tem dado para atender em 24 horas. Se bem que para esgoto, 24 horas é um tempo longo (Grupo Focal Embasa - Candeias, 25/10/2005).

Os dados apresentados evidenciam diversos limites e possibilidades do uso da tecnologia do sistema condominial de esgotos que passam por elementos de ordem técnica, de projeto e obra; por aspectos socioculturais e da gestão dos serviços.

4.3 Salubridade ambiental

4.3.1 Esgotamento sanitário

Todas as localidades estudadas utilizam, em diferentes níveis, a rede condominial de esgotos (RCE). Um pequeno percentual das vias estudadas (1,5 – 5%) ainda possuía solução inadequada para o esgotamento sanitário.

Mais de 80% dos trechos da rede condominial de esgoto estudados encontrava-se em aparente bom estado, exceto em Itabuna, onde cerca de 30% apresentaram problemas, a exemplo de vazamentos, afloramento da rede na via e rede totalmente e/ou

parcialmente obstruída (Tabela 5). Em Madre de Deus e Gameleira, cerca de 5% dos trechos apresentaram problemas na rede. Observa-se que esses valores podem significar que a solução condominial vem atendendo satisfatoriamente a essas localidades.

Tabela 5 – Estado de conservação do RCE nas áreas de estudo, segundo trechos de vias pesquisados. Bahia, 2005.

Descrição	Gameleira		Madre de Deus		Santo Amaro		Itabuna		Salvador*	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Presença de vazamento	0	0,0	1	0,4	9	3,4	12	3,7	18	1,9
Rede aflorando na rua/pavimento	1	2,4	2	0,8	2	0,8	27	8,2	33	3,5
Rede total/parcialmente destruída	0	0,0	7	2,7	8	3,0	26	7,9	10	1,0
Rede total/parcialmente obstruída	1	2,4	3	1,2	0	0,0	32	9,8	20	2,1
Em aparente bom estado	40	95,2	245	95,0	244	92,8	231	70,4	851	89,2
Outro	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	22	2,3
Total	42	100,0	258	100,0	263	100,0	328	100,0	954	100,0

* Pesquisa realizada em 2002.

No que diz respeito às condições de funcionamento das RCE, em mais de 90% dos trechos estudados a rede encontrava-se em operação, exceto em Salvador onde esse indicador atingia 69%. Nessa cidade, tal fato se devia à falta de ligação intradomiciliar.

O estado de conservação dos poços de visita (PV) da RCE era satisfatório, exceto em Itabuna, onde 28,3% dos trechos apresentavam poços parcialmente danificados e/ou obstruídos. Em Santo Amaro, Madre de Deus e Gameleira, em mais de 90% os PV encontravam-se em bom estado. Em Salvador, esse percentual chegou a 84%.

Um dos problemas verificados nas RCE em funcionamento refere-se à obstrução. Na localidade de Gameleira, foram registrados os menores níveis de obstrução na rede nos últimos seis meses – 17% dos trechos pesquisados. Em Madre de Deus e em Santo Amaro, 35,2% e 34,0% das vias pesquisadas, respectivamente, apresentaram obstru-

ções. Itabuna apresentou a situação mais crítica: cerca de 57% dos trechos tiveram problemas de obstrução nos últimos seis meses.

O lançamento de águas de chuva nas RCE tem sido apontado como um problema para o mau funcionamento da rede, já que o diâmetro não suporta vazões suplementares às de esgoto, além do carreamento de areia e de materiais inadequados para o interior das caixas de inspeção e PV. Pôde-se verificar essa prática, que pode ser explicada tanto pela falta de orientação quanto ao uso adequado da RCE como pela ausência de sistemas de drenagem. Em Gameleira, em 9,5% dos trechos pesquisados os moradores reconheceram que havia lançamento de águas de chuva para o interior da rede. Em Madre de Deus, Santo Amaro e Itabuna esse percentual foi de 6%, 10% e 11,5%, respectivamente. Ao realizar uma análise entre a ocorrência de “obstrução da rede” e “lançamento de água de chuva” pôde-se verificar uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), o que vem a confirmar a associação entre essas duas variáveis, assim como a necessidade de orientações adicionais, a ser dada aos usuários.

A adesão ao sistema condominial de esgoto (SCE), representada pela efetivação da ligação do domicílio à rede, é um fator essencial para o pleno funcionamento do sistema. Nos levantamentos realizados em Salvador, Santo Amaro, Madre de Deus e Gameleira pôde-se verificar que, em mais de 60% dos trechos de vias pesquisados, houve a adesão à RCE por todos os moradores. Verifica-se que os motivos mais apontados para a não adesão à RCE foram: a existência de uma outra solução; o fato de não ter sido realizada a ligação intradomiciliar; a não aceitação dos moradores e; a falta de condições financeiras para o pagamento da tarifa (tabela 6). Em Madre de Deus e Itabuna, em cerca de 21% e 11% dos trechos, respectivamente, os moradores apontaram a existência de outra alternativa para disposição dos esgotos como justificativa para a não adesão. Em Santo Amaro, o maior motivo da não adesão foi o fato da não realização da ligação intradomiciliar por parte do prestador do serviço – em 16% das vias. Em Gameleira, diversos motivos levaram a não adesão à rede por parte dos moradores, tais como: falta de condições financeiras, problemas técnicos, construção recente, dentre outros.

Tabela 6 – Motivo da não ligação ao SCE nas áreas de estudo, segundo trechos de vias pesquisados. Bahia, 2005.

Descrição	Gameleira		Madre de Deus		Santo Amaro		Itabuna	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Muito caro	1	2,38	1	0,39	12	4,74	0	0,00
Outro sistema	1	2,38	53	20,87	7	2,77	35	10,67
Outro motivo	10	23,81	1	0,39	15	5,93	33	10,06
Não aceitação	1	2,38	0	0,00	18	7,11	0	0,00
Não vieram ligar	0	0,00	4	1,57	40	15,81	1	0,30
Houve adesão	29	69,05	194	76,38	160	63,24	259	78,96
Não houve implantação	0	0,00	1	0,39	1	0,40	0	0,00
Total	42	100,00	254	100,00	253	100,00	328	100,00

* Indicador não pesquisado em Salvador.

Em face da ligação à RCE ser imprescindível para o seu pleno funcionamento, torna-se importante o estabelecimento de estratégias por parte do prestador do serviço para que haja o maior nível de adesão. As responsabilidades pela execução da ligação intradomiciliar da RCE têm sido delegadas a diversos atores. Nos levantamentos realizados em Salvador, Santo Amaro, Madre de Deus e Gameleira pôde-se verificar que essa responsabilidade pode ser tanto do proprietário do domicílio quanto do prestador do serviço. Em Gameleira, dos trechos de vias pesquisados, em 23,2% a ligação à RCE foi realizada pelo próprio morador, enquanto que em Madre de Deus em 93% dos trechos os moradores informaram que foi o prestador do serviço quem efetivou tal ligação. Já em Santo Amaro, esse percentual foi de 87%. No caso de Gameleira, o próprio modelo de implementação previa que a ligação intradomiciliar fosse feita pelo proprietário, enquanto que nas outras localidades esta responsabilidade, segundo os usuários, ficou com o prestador do serviço, no caso a EMBASA.

4.3.2 Drenagem das águas pluviais e limpeza pública

Os resultados dos levantamentos realizados em Salvador, Itabuna, Santo Amaro, Madre de Deus e Gameleira evidenciaram a precariedade do serviço de drenagem.

Dentre as áreas estudadas, a situação mais crítica de drenagem foi encontrada em Madre de Deus, onde em 45% das vias ocorriam alagamentos, sendo que destes em 28% existia o alagamento de toda a rua e parte das casas. Em Santo Amaro, esse indicador chegou a 12%, em Itabuna, 15% e em Salvador, 8,8%. Certamente, as condições de escoamento das águas pluviais e o estado de conservação dos sistemas drenantes encontrados nas localidades estudadas ofereciam dificuldades para o uso de funcionamento das RCE.

Quanto à limpeza pública, pôde-se observar eficácia do serviço em Madre de Deus: cerca de 91% dos trechos de vias estavam limpos. Já em Santo Amaro, esse percentual chegou a apenas 7,5%; Itabuna, a cerca de 9%; Salvador, 13,5%; e em Gameleira, 24%. Na cidade do Salvador observou-se um alto percentual de trechos onde não havia coleta de lixo porta a porta - 45%. A situação de limpeza pública de Itabuna também não era confortável: segundo o levantamento, em 1% dos trechos pesquisados havia coleta de ponto de lixo; em 24% dos trechos a coleta era porta a porta por caçamba, e em 15% porta a porta por solução alternativa. A frequência da coleta era regular em mais de 90% dos trechos das cidades estudadas, exceto em Gameleira, onde era feita uma vez por semana.

4.3.3 A salubridade ambiental e o uso e funcionamento da RCE

Para proceder a uma análise global das variáveis que influenciam no uso e funcionamento da RCE, procedeu-se à análise fatorial, que é uma técnica estatística de análise multivariada, aplicada a variáveis qualitativas. Os dados se mostraram aplicáveis à análise fatorial de acordo com os testes de correlação, o Teste KMO⁸ e o de *Bartlett*.

Realizando a extração dos autovalores e das cargas fatoriais, usando as variáveis do banco de dados de Salvador de 2002, pode-se dizer que o quarto fator foi capaz de explicar 63% da variabilidade dos dados. O modelo apresentou-se ajustado, de acordo com os resultados da matriz de covariância. Os resultados indicaram que um conjunto de 10 variáveis do banco de dados pode ser explicado por quatro fatores que se constituem em variáveis compostas (Quadro 1).

A partir da pesquisa nas cidades de Gameleira, Madre de Deus, Santo Amaro e Itabuna, a extração dos autovalores e das cargas fatoriais demonstrou que o sétimo fator foi capaz de explicar 71% da variabilidade dos dados. O modelo apresentou-se ajustado de acordo com os resultados da matriz de covariância. Um conjunto de

⁸KMO – *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* é a razão da soma dos quadrados das correlações de todas as variáveis dividida por essa mesma soma acrescida da soma dos quadrados das correlações parciais de todas as variáveis, que mede a adequabilidade da amostra à análise fatorial deve ser testada.

17 variáveis existente no banco de dados pode ser explicado por sete fatores que se constituem em variáveis compostas (Quadro 2).

Quadro 1 – Variáveis explicativas das variáveis compostas da análise fatorial. Banco de dados da cidade do Salvador, 2002.

Fator	Variável explicativa	Tipo da variável
1	Estado de conservação da rede de esgoto condominial Estado de conservação do PV e caixas Estado geral de conservação da rede condominial de esgoto	Relacionada ao estado de conservação/manutenção da rede condominial de esgoto
2	Tipo e existência de rede de drenagem Tipo e existência de pavimentação Estado da via Tipologia construtiva das moradias	Relacionada às condições de drenagem e pavimentação da via e ainda a tipologia habitacional. Neste último ponto envolvendo a qualidade construtiva da habitação - para diferentes tipos de uso e funcionamento da RCE, diferentes qualidades das habitações
3	Localização da rede condominial de esgotos	Relacionada à localização da RCE
4	Tipologia ocupacional	Relacionada ao tipo de ocupação (encosta, cumeada, baixada)

Os resultados evidenciam a importância dos aspectos de manutenção da rede quanto ao o uso e funcionamento da RCE. Nos dois bancos de dados trabalhados, as variáveis relacionadas à manutenção da rede assumem importância com maiores cargas fatoriais. Aspectos relacionadas à disponibilidade de infraestrutura, pavimentação e rede de drenagem também assumem papel relevante na análise do fenômeno. Tal resultado evidencia a importância da atenção dos prestadores do serviço para esse item, o que remete à necessidade da melhoria nas formas de gestão do SCE. Os dados também evidenciam a necessidade da promoção de ações integradas de saneamento e habitação em face da importância observada nos resultados da análise fatorial de itens relacionados à infraestrutura, moradia, drenagem etc.. Assim, pôde-se inferir que a articulação e/ou integração passa a ser um pré-requisito para a implementação do SCE.

Quadro 2 – Variáveis explicativas das variáveis compostas da análise fatorial. Banco de dados das outras cidades. 2005.

Fator	Variável explicativa	Tipo da variável
1	Estado de conservação da rede condominial de esgoto Estado de conservação do PV e caixas Ocorrência de obstrução nos últimos 6 meses Estado geral de conservação da rede condominial de esgoto	Relacionada ao estado de conservação/manutenção da rede condominial de esgoto
2	Tipo e existência de rede de drenagem	Relacionada às condições de drenagem das águas pluviais
3	Adesão a RCE Motivo da não adesão	Relacionada à adesão à rede condominial de esgoto
4	Tipologia construtiva Localização da rede condominial de esgotos	Relacionada à tipologia da moradia e localização da rede de esgoto (frente do lote, fundo ou na rua). Envolve a qualidade construtiva da habitação - para diferentes tipos de uso e funcionamento da RCE, diferentes qualidades das habitações
5	Situação de escoamento das águas pluviais. Tipologia ocupacional.	Relacionada ao tipo de ocupação (encosta, cumeada, baixada) e às condições de escoamento das águas pluviais. Assim, existe uma influência no uso e funcionamento com a topografia e o escoamento das águas
6	Existência de conflitos entre vizinhos	Relacionada aos conflitos entre vizinhos
7	Responsável pela execução da ligação de esgoto (casa para a rede)	Relacionada ao executor da ligação de esgoto (casa-rede)

5 Conclusão

O uso e funcionamento do SCE e os aspectos tecnológicos

Nos aspectos tecnológicos, os dados sugerem que, exceto em Gameleira, os processos participativos foram muito débeis, o que refletiu, posteriormente, no uso e na aceitação dos usuários ao SCE. Outro ponto observado refere-se aos diferentes “tempos” da comunidade, dos técnicos da área social e dos executores das obras. O

ajuste desses “tempos” é de extrema importância para o êxito do SCE, principalmente, em realidades urbanas complexas como as aqui estudadas.

Pôde-se constatar que, ao contrário do que se previa, o traçado irregular da RCE – na frente, no fundo do lote, na calçada ou na rua, não gerou conflitos entre vizinhos. Mesmo naquelas RCE que passam no fundo do lote ou nas que apresentaram problemas de manutenção, não foram registradas queixas de brigas entre vizinhos, contrariando o que é evidenciado em estudos de casos publicados na literatura. Certamente, a rede social – muitas vezes de base familiar e que dá sustentação à vida na comunidade – permite o estabelecimento de relações de solidariedade que possibilitam relações mais amistosas – exceção deve ser feita em comunidades onde esta base social foi desfeita em função da mobilidade populacional e pelos níveis de violência local. Apesar desse resultado, cuidado especial deve ser dado à definição do traçado, pois muitas vezes o morador se recusa a aderir ao sistema em função da apropriação do seu espaço privado para um uso público, assim como pela falta de conhecimento das características da TCE e, ainda, em face dos imaginados transtornos que um ramal no fundo do lote pode trazer.

Assim, as opções de desenho do ramal condominial devem levar em consideração: o tipo de ocupação do solo predominante na área a ser esgotada; as características topográficas da área; as particularidades de cada domicílio; as indicações dos moradores das quadras condominiais; as dimensões dos lotes e das vias; a mobilidade populacional; e os aspectos da manutenção. Considera-se que as RCE do tipo “ramal passeio” ou “frente do lote” podem ser alternativas de traçado a ser privilegiadas. A opção “ramal fundo de lote” deverá ser evitada, tanto quanto possível – a despeito de ser o desenho de menor extensão – em razão dos possíveis conflitos que possam surgir, tanto na etapa de execução das obras – interação entre agentes implementadores e moradores –, quanto na etapa pós-obra – em razão das possíveis demandas de ampliação dos imóveis pelos moradores e dos riscos de contaminação do solo, caso haja extravasamento da caixa de inspeção, instalada no interior do lote.

A aceitação do diâmetro da RCE é um outro ponto citado de dificuldade para a concordância com o SCE. Os resultados indicaram que queixas quanto ao diâmetro da tubulação foram feitas nas localidades onde ocorreu uma maior debilidade no programa de educação sanitária. Em face da pouca diferença de custo entre a adoção de diâmetros de 100 mm e de 150 mm, seria prudente o uso do segundo.

A fase de execução da obra do SCE merece extrema atenção. Os resultados indicaram que em todas as localidades estudadas, exceto em Gameleira, ocorreram problemas na qualidade da obra, tanto em termos dos materiais utilizados, como nos processos construtivos. Outra questão constatada diz respeito às deficiências nos processos de fiscalização, consideradas insuficientes e pouco rígidas segundo parte dos entrevistados e da população ouvidos para esta pesquisa. O largo uso de empresas

sub-contratadas que não conhecem os pressupostos da tecnologia do SCE e, ainda, a falta de participação social são fatores que contribuem para a má qualidade da obra.

Um dos maiores problemas do processo de execução do SCE, verificado nas áreas de estudo, principalmente em Salvador, relaciona-se à execução de ligações intradomiciliares, interferindo sobremaneira na efetividade do SCE. Para que os níveis de cobertura desejados sejam rapidamente atingidos, estratégias específicas, devem ser adotadas para cada realidade. É promissor garantir a execução dessas ligações quando da execução da obra. Para tanto, seria recomendável realizar, em paralelo ao SCE, um Programa de Melhorias Sanitárias, de forma a possibilitar as ligações de moradias que não dispõem de instalações hidráulico-sanitárias, ou as que já possuem de forma precária. Seria também pertinente adotar alguma forma de subsídio na execução da ligação para populações de baixa renda.

A questão da manutenção dos SCE é uma temática que merece extrema atenção por parte dos prestadores dos serviços. Os resultados da pesquisa são contundentes em indicar os limites da concepção dessa tecnologia quanto à manutenção. Segundo sua concepção, o SCE se apóia na organização de condomínios horizontais, formado por uma quadra de lotes, cuja manutenção seria realizada por um síndico. No entanto, embora as RCE analisadas nesse estudo tenham sido projetadas e construídas para serem mantidas pela população, sob a liderança de um síndico eleito, este modelo não se efetivou na prática. Exceto em Gameleira, cuja concepção foi diferenciada, nas outras localidades a figura do síndico é quase que inexistente. Atualmente, as RCE estão sendo operadas e mantidas pelos prestadores dos serviços.

O estudo sobre o uso e funcionamento do SCE realizado a partir da análise multivariada permitiu reforçar o que os dados qualitativos já vinham indicando quanto às variáveis mais significativas que podem favorecer ou limitar o uso da TCE. Segundo esse estudo, as variáveis relacionadas à manutenção da RCE assumem maior importância em relação a outras variáveis estudadas. Por outro lado, também foram relevantes as variáveis relacionadas com a infraestrutura, pavimentação, rede de drenagem e tipologia construtiva das habitações. Assim, percebe-se que atenção deve ser dada pelo prestador dos serviços quanto à gestão do SCE, principalmente, nos aspectos relacionados à manutenção, ações integradas e intersetoriais.

Uma alternativa para ampliar a eficácia e efetividade dos SCE seria o estabelecimento de critérios de elegibilidade para liberação de financiamentos para áreas onde já exista rede de drenagem pluvial – nos casos que assim exigir – e coleta de resíduos sólidos; ou, ainda, que seja financiado um projeto integrado, nos moldes dos projetos de reurbanização de favelas e saneamento integrado da cidade do Recife-PE.

O uso e funcionamento do SCE e a gestão dos serviços

A análise dos resultados sobre a gestão dos serviços evidenciou três modelos de gestão: o de Gameleira, onde a Associação de Moradores apoiada pela CENTRAL – uma ONG –, é responsável pela prestação do serviço; o de Itabuna, onde uma Empresa Municipal – EMASA realiza essa atividade; e o de Madre de Deus, Santo Amaro e Salvador, onde a EMBASA é a concessionária estadual, por delegação das respectivas Prefeituras Municipais.

A análise dos dados sobre a cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário das localidades estudadas, como já referido, permitiu constatar que as mesmas podem ser consideradas em situação atípica pelo fato de já terem quase atingido a universalidade do atendimento desses serviços. No entanto, os indicadores técnico, operacional e financeiro dos prestadores de serviço, exceto na localidade de Gameleira, evidenciam um baixo desempenho. No entanto, a situação mais crítica foi encontrada em Itabuna cuja prestação do serviço é feita por uma empresa municipal.

No caso de Gameleira, a Associação de Moradores, apoiada pela CENTRAL, tem conseguido, por meio de sua organização e capacidade de mobilização, operar os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de forma muito satisfatória. No entanto, o modelo de gestão, via ONG, guarda algumas questões que merecem uma maior reflexão. Uma delas diz respeito ao afastamento do Poder Público de sua atribuição constitucional de prestar esses serviços à população. Como consequência, diversas outras questões surgem como, o sobre-trabalho da população envolvida em questões administrativas da gestão; problemas trabalhistas gerados pela “contratação” de operadores; a falta de capacidade de investimentos para a ampliação dos sistemas; a pouca capacidade de resolução de problemas mais complexos. Assim, estudos mais aprofundados sobre a sustentabilidade deste modelo devem ser promovidos.

A análise também permitiu verificar a ausência do exercício do poder concedente por parte das prefeituras envolvidas, exceto na cidade de Itabuna, onde a EMASA presta o serviço. Em Gameleira, Madre de Deus, Santo Amaro e Salvador, as prefeituras municipais não têm assumido suas responsabilidades como titulares dos serviços de saneamento. Essa realidade, certamente, influencia a efetividade das ações implantadas nos municípios, principalmente as relacionadas com o SCE, aqui avaliado.

A análise da gestão dos serviços também permitiu perceber os desafios para os prestadores dos serviços quanto às mudanças institucionais que o processo de implantação dos SCE exigem, principalmente quanto à participação da população; a promoção de medidas integradas de saneamento ambiental e de ações intersetoriais. Ficou evidenciada que a implantação de um SCE exige a participação ativa e crítica da população, desde a fase da concepção, passando pelo projeto, obra, operação,

manutenção e avaliação. Para tanto, os prestadores de serviço devem incorporar em sua estrutura administrativa uma unidade composta por uma equipe multidisciplinar, que possa planejar, executar e avaliar os SCE e estabelecer diálogos com as organizações sociais, população e instituições relacionadas com o saneamento ambiental. As ações de educação sanitária e de mobilização e comunicação social devem estar sob responsabilidade dessa unidade, com capacidade de atuar localmente, de maneira a elaborar de forma conjunta com organizações sociais e população o Projeto de Educação Sanitária e Ambiental. Esse projeto deve dar suporte a todas as ações devendo anteceder, inclusive, o estágio de implantação da intervenção.

As contribuições efetivas da TCE se darão desde que intervenção venha acompanhada de ações integradas em saneamento básico e de infraestrutura e de moradia. A interação entre as várias instituições que lidam de forma direta ou indireta com ações do saneamento ambiental é um fator importante para o adequado funcionamento da RCE.

No que se refere aos aspectos financeiros, os dados levantados revelaram que existe uma fragilidade muito grande quanto aos critérios técnicos e financeiros da definição da estrutura tarifária do SCE. Pôde-se perceber a forma meio aleatória com que a tarifa é definida, sem que haja um estudo consistente que possa embasá-la. Apesar dos custos das obras físicas estarem satisfatoriamente definidos, os custos relacionados aos trabalhos com educação sanitária e ambiental, os relativos às atividades de promoção da participação e comunicação social e, ainda, os de operação e manutenção, não estão devidamente apropriados. Nessa direção, a liberação de financiamento, por parte da **Funasa**, para implementação da TCE, pode ser feita considerando os parâmetros *per capita* de custos do projeto, ao invés de, nessa etapa do pleito, solicitar a apresentação de um projeto básico que, muitas vezes, é mal elaborado, não envolvendo os reais custos incidentes. Além disso, poderia ser solicitada, nesta etapa, a elaboração de um Plano de Ação Social que garanta a participação ativa e a educação sanitária o qual também seria alvo de fiscalização por parte da **Funasa**. Numa segunda etapa, poderia ser estabelecido que, para a liberação de parcela do financiamento, o projeto básico deveria ser apresentado, o qual deveria contemplar os resultados do planejamento participativo realizado e do trabalho de educação sanitária.

Nos aspectos relacionados à gestão dos serviços pôde-se inferir que, independente do prestador do serviço, existem desafios a serem enfrentados. No entanto, existiu certa evidência de que em localidades de menor porte e em populações mais organizadas, o processo de implementação do SCE é mais eficiente e efetivo. Por outro lado, em localidades mais populosas, notadamente, em assentamentos sub-normais não planejados, típicos de áreas periféricas urbanas com altos déficits de saneamento, a complexidade urbana dificulta a implementação do SCE.

Os resultados da pesquisa indicam possibilidades concretas para o uso do SCE como alternativa para a garantia da universalização dos serviços de esgotamento sanitário no País. Porém, para que o alcance da aplicação desta tecnologia seja mais amplo e sustentável, alguns limites de sua aplicação devem ser enfrentados.

6 **Recomendações para a utilização dos resultados pela Funasa**

Recomenda-se que a Funasa quando do financiamento de projetos:

- Busque mecanismos para que haja um fortalecimento da gestão dos serviços de saneamento básicos por parte dos municípios, principalmente no que se refere ao planejamento, exercício da titularidade municipal, prestação dos serviços, fiscalização e participação e controle social;
- Solicite aos proponentes que apresentem as estratégias institucionais, de pessoal, de aquisição de equipamento e financeira para a manutenção e operação dos SCE e estimule que os municípios e os prestadores dos serviços assumam suas responsabilidades, em vez de se apostar no modelo de via síndico;
- Solicite dos proponentes os critérios técnicos, financeiros e sociais da definição da estrutura tarifária dos SCE;
- Estimule que os prestadores dos serviços incorporem em sua estrutura administrativa uma unidade composta por uma equipe multidisciplinar, que possa planejar, executar e avaliar os SCE e estabelecer diálogos com as organizações sociais, população e instituições relacionadas com o saneamento ambiental;
- Solicite aos proponentes de projetos um Programa de Educação Sanitária de forma a garantir a participação ativa e crítica da população nos processos de decisão desde a fase do planejamento até a operação e manutenção dos SCE;
- Indique, quando da elaboração dos projetos de SCE, o uso do diâmetro mínimo de 150 mm, recomende a execução de caixas de gordura nos domicílios e privilegie as redes no passeio ou na frente do lote, evitando as de fundo de lote;
- Estimule que os projetos prevejam a execução das ligações de esgoto ao mesmo tempo que a execução das RCE e/ou alguma forma de subsídio na execução da ligação para populações de baixa renda;

- Solicite aos proponentes um Programa de Melhorias Sanitárias, de forma a possibilitar as ligações à RCE de moradias que não dispõem de instalações hidráulico-sanitárias;
- Estabeleça critérios de elegibilidade para liberação de financiamentos para áreas onde já exista rede de drenagem pluvial – nos casos que assim exigir – e coleta de resíduos sólidos; ou, ainda, que seja financiado um projeto integrado, nos moldes dos projetos de reurbanização de favelas e saneamento integrado da cidade do Recife-PE;
- Considere os parâmetros *per capita* de custos do projeto, ao invés de, nessa etapa do pleito, solicitar a apresentação de um projeto básico que, muitas vezes, é mal elaborado, não envolvendo os reais custos incidentes. Além disso, poderia ser solicitada, nesta etapa, a elaboração de um Plano de Ação Social que garanta a participação ativa e a educação sanitária o qual também seria alvo de fiscalização por parte da Funasa. Numa segunda etapa, poderia ser estabelecido que, para a liberação de parcela do financiamento, o projeto básico deveria ser apresentado, o qual deveria contemplar os resultados do planejamento participativo realizado e do trabalho de educação sanitária.

A presente pesquisa, além de ter elucidado sobre os fatores que interferem no uso e funcionamento da tecnologia condominial de esgotamento sanitário e ter discutido sobre a aplicação da tecnologia condominial em cidades de diferentes portes e gestão no Estado da Bahia, realizando recomendações para a melhoria da eficácia, efetividade e eficiência do uso da TCE, vem ainda propor um algoritmo, com os estágios recomendados para o planejamento da TCE, que poderá contribuir para a adoção e implementação dessa tecnologia, em realidades distintas do Estado da Bahia, ou mesmo em outras localidades com perfil similar das aqui estudadas. Assim, na Figura 1, o algoritmo apresentado conta com quatro estágios: 1) seleção tecnológica; 2) implantação; 3) operação e 4) gestão.

7 Referências bibliográficas

ANDRADE NETO, C. O. Participação da comunidade na implantação e na operação de sistemas de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. 1 CD-ROM.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Redes de distribuição de água de baixo custo.** In: SEMINÁRIO SOBRE PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO, 1., 1977, São Paulo, SP.

_____. **Tecnologias inovadoras y de bajo costo utilizados en los sistemas de alcantarillado.** Washigton, D.C.: [s.n.], jul.1992. p. 41-51.

BORJA, P. C. et al. Ações de saneamento ambiental em Canabrava. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 1994, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: ABES, 1994, p. 241-261.

BORJA, P. C. **Avaliação da qualidade ambiental urbana** - Uma contribuição metodológica. 1997. 230 f. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1997.

BORJA, P. C.; DIAS, M. C.; ÁLVARES, M. L.; LOUREIRO, A. L.; SILVA, R. M. L.; DIAS NETO, A. A.; CRUZ, C. S.; SANTANA, R. A.; CRUZ, F.; GOMES, F. S. **Avaliação qualitativa dos serviços de saneamento da Cidade do Salvador.** Salvador: MEAU-UFBA/FUNASA, 2003. Relatório final da pesquisa “Uso de indicadores quali-quantitativos para a avaliação dos serviços de saneamento da Cidade do Salvador”. Relatório.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica.** Brasília: MS, 2004. p.49-70.

COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS NO RIO GRANDE DO NORTE. **Programa Estadual de Esgotamento Sanitário:** uma nova estratégia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 13., 1985, Maceió, AL. **Anais...** Maceió: CAERN, 1985.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DE BRASÍLIA. **Sistema condominial de esgotos e universalização dos serviços de saneamento no Distrito Federal.** Brasília: CAESB, 1997.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. **Small excreta disposal system.** In: ROSS BULLETIN, n. 8. London: Ross Institute of Tropical Hygiene, Jan. 1978.

_____; SATTERTHWAITE, D. **The poor die young:** housing and health in third World. London: Earthscan Publication LTD, 1990. 309 p.

CENTRAL de Associações Comunitárias para Manutenção de Sistemas de Abastecimento de Água. Disponível em: <www.central-ba.org.br>. Acesso em: 10 mai. 2005

COSTA, S. S.; MIRANDA, E. C. Evolução do esgotamento sanitário em Itabuna – BA: antes e depois do sistema condominial. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS NA ÁREA DE SANEAMENTO, 1996, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: ASSEMAE, 1996. p. 97-109.

EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Ações de saneamento.** Itabuna: EMASA, 2005. [Apresentação em PowerPoint].

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **A EMBASA**. Salvador: Embasa. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br>>. Acesso em: 19 jul. 2005.

ENNES, Y. M. O saneamento no Brasil, repassado à luz da tecnologia apropriada. **Revista Mineira de Engenharia**, v. 3, n. 6, p. 13-16, 1989.

HELLER, L. Saneamento básico para populações de baixa renda: aspectos conjunturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 13., 1985, Maceió, AL. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1985. p. 4-8.

_____; NASCIMENTO, N. O. Pesquisa e desenvolvimento na área de saneamento no Brasil: necessidades e tendências. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, n.1, p. 24-35, jan./mar. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2005.

INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA. **Avaliação do impacto epidemiológico do Programa de Saneamento da BTS**. 2º Relatório Quadrimestral do projeto apresentado à Secretaria de Recursos Hídricos Saneamento e Habitação. Salvador: ISC/UFBA, 1997. Não Publicado.

KLIGERMAN, D. C. **Esgotamento sanitário**: de alternativa tecnológica a tecnologias apropriadas – Uma análise técnica, econômica e social. 1995. 154 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

LOUREIRO, A. L.; BORJA, P. C.; OLIVEIRA, M. T. C. S.; MORAES, L. R. S. **Gestão comunitária de serviços de saneamento ambiental: um estudo em Gameleira - Jaguarari - Bahia - Brasil**. In: CONGRESO ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 30., 2005. Punta Del Este. **Anais ...** Punta Del Este: AIDIS, 2005. 1 CD-ROM.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MELO, J. C. **Sistema condominial de esgotos**: razões teoria e prática. Brasília: CEF, 1994.

_____. Sistemas condominiais de esgotos. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 237-238, abr./jun., 1985.

_____; LIBERATO, P. A. M.; ANDRADE NETO, C. O. Rocas/Santos Reis: um pacto comunitário que resolveu o problema de esgotamento sanitário de toda população. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12. , 1983, Camboriú, SC. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1983. 55 p.

MORAES, L. R. S.; OLIVEIRA FILHO, A. Política e regulamentação do saneamento no Brasil: análise contemporânea e perspectivas. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 2000, Porto Seguro, BA. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2000. p. 1848-1859.

MORAES, L. R.; BORJA, P. C. Política e regulamentação do saneamento na Bahia: situação atual e necessidade de arcabouço jurídico-institucional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 6-21 set. 2001, João Pessoa, PB. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2001. 20 p.

OLIVEIRA, A. F. C. S.; BORJA, P. C.; OLIVEIRA, M. T. C. S.; LOUREIRO, A. L.; SILVA, R. M. L. **Tecnologia de Sistemas Condominiais de Esgoto**: uma avaliação em cidades de diferentes portes. Salvador: DEA-UFBA/FUNASA, 2006. Relatório Final.

OLIVEIRA, M. T. C. S. **Implementação de tecnologia de redes condominiais de esgotamento sanitário e participação do usuário**: um estudo na Cidade do Salvador, 2000-2003. 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

PARÉS, M. I.; BORJA, P. C. Plano de melhoria da qualidade ambiental do Bairro de Ilha Amarela. In: CONGRESSO BAIANO DE MEIO AMBIENTE, 1., 1996, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UEFS/UESC/UESB/CRA/IBAMA-/UFBA/UCSAL-UNEBEXPOGEO, 1996. p. 84-86.

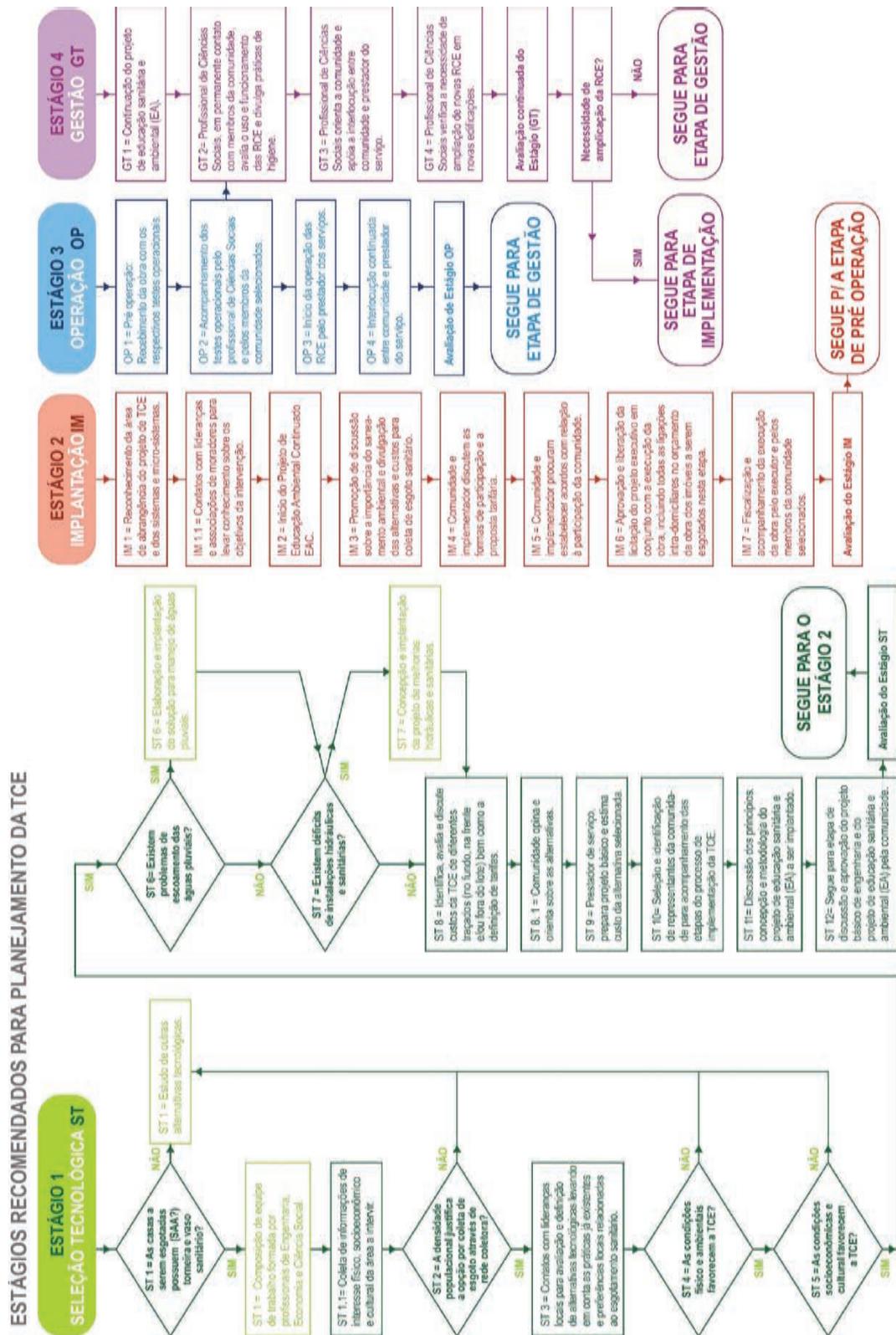
SISTEMA Nacional de Informações sobre Saneamento: visão geral da prestação dos serviços de água e esgotos – 2005. Brasília: MCIDADES, 2006.

SISTEMA Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto 1998-2003. Brasília: Secretaria de Desenvolvimento Urbano, 2005.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E HABITAÇÃO. **Caracterização do Programa de Saneamento Ambiental da Baía de Todos os Santos - BTS**. Salvador: SRHSH, 1998.

SUDMAN, S. Applied sampling. In: ROSSI, P. H.; WRIGHT, J. D.; ANDERSON. A. B. **Hand-book of survey research**. New York: Academic Press, 1983. c. 5, p. 145-194.

Figura 1 – Algoritmo da seleção, implantação, operação e gestão do Sistema Condominial de Esgotos





Tecnologias para otimização do uso da água no domicílio

Participantes: Lúcia Helena de Oliveira (coordenadora), Luiza Cintra Campos, Eduardo Queija de Siqueira, Jonathan Parkinson

Proponente: Fundação de Apoio à Pesquisa (Funape/UFG)

Executora: Universidade Federal de Goiás (UFG)

Resumo

Ter água em quantidade e qualidade é condição determinante para a existência da vida e essencial para o desenvolvimento socioeconômico das nações. O Brasil, apesar de contar com uma das maiores disponibilidades hídricas do mundo apresenta problemas de má distribuição dessa água. Para amenizar os problemas de escassez de água, alternativas tecnológicas, econômicas e comportamentais devem ser implementadas nos três níveis de gestão dos recursos hídricos: nível macro (bacias hidrográficas), meso (concessionárias - sistemas públicos) e nível micro (dos sistemas prediais). Para atuar no nível dos sistemas prediais e, em especial, nos domicílios esta pesquisa tem como objetivo apresentar alternativas de tecnologias poupadoras de água de baixo custo que possibilitem a redução do consumo e o uso eficiente da água. A metodologia utilizada foi o levantamento bibliográfico de tecnologias economizadoras de água, que atuam na ampliação da oferta e na demanda, sem que a redução do consumo de água comprometa as condições adequadas de higienização dos alimentos, do corpo e do domicílio e, desta forma, a saúde pública. Assim, os produtos desta pesquisa foram: um manual de conservação da água em domicílios, denominado “Guia de conservação da água em domicílios”, que foi lançado em um Seminário Nacional de Conservação da Água realizado no primeiro semestre de 2006; um “site de conservação da água” e dois protótipos de habitações de interesse social, equipados com componentes economizadores de água. A redução do consumo de água nos sistemas prediais contribui para diminuir os volumes de esgotos a serem tratados, menor consumo de energia e de insumos utilizados nos tratamentos de água e de esgotos sanitários.

Palavras-chave: conservação da água; otimização do uso da água; economia de água; componentes economizadores de água.



Abstract

Water in sufficient quantity and quality is determining for the existence of life and essential for the social and economical development of nations. Despite the fact that Brazil counts on one of the greatest water resources of the world, it presents problems of bad water distribution. To minimize the problem of lack of water, many technological, economical and behavioral alternatives must be implemented in three levels of water resources management: macro (watershed), meso (water supplier) and micro (properties) levels. To manage in the level of the properties, specially in the household, this research has the objective to present low cost water saving technologies that allows the reduction of water consumption and efficient use of water. The methodology of this research involved literature review of the water saving technologies that amplify the offer and demand of water but does not compromise the adequate offer of water for food hygiene, body and household (public health). The products of this research were: (1) a handbook for water conservation in the household called "Water Conservation Guide in the Household", which was published in the National Water Conservation Conference in the first semester of 2006; (2) a website on water conservation and (3) two physical installations of households of social interest equipped with water saving components. Reduction of water consumption of water supply systems contributes for the decrease in the volume of wastewater conducted to the wastewater treatment plant, the consumption of energy and products used in the treatment of water and sewage.

Keywords: water conservation; water use optimization; water save; water saving components.



1 Introdução

A água é condição determinante para a existência da vida e essencial para o desenvolvimento socioeconômico e para a garantia do equilíbrio ambiental das nações. Diferente dos outros minerais, a água é um recurso renovável dada a existência do ciclo hidrológico. No entanto, tem-se escasseado principalmente nas grandes metrópoles em função da crescente demanda proveniente do aumento populacional, da intensificação de indústrias e do mau gerenciamento do uso nas atividades dos usuários.

A escassez de água decorre de causas naturais como secas regionais prolongadas e, também, de processos de poluição desencadeados a partir do lançamento de efluentes urbanos e industriais nas águas de superfície. O Brasil, apesar de ser um dos países com maior disponibilidade de água, tem sofrido problemas de escassez, principalmente na região nordeste e nas grandes metrópoles. Em algumas regiões eles ocorrem por causas naturais, mas em outras são resultantes do mau uso ou dos dois fatores: indisponibilidade natural e mau uso – desperdícios e poluição.

As experiências de países como o Japão, Estados Unidos, México, Israel, Suécia, e Reino Unido, buscando soluções para o problema há vários anos e, inclusive, com medidas político-governamentais incentivando pesquisadores, técnicos e a indústria a buscar soluções por meio da revisão de normas, regulamentos, novos procedimentos de utilização da água e de sistemas e componentes economizadores têm mostrado resultados favoráveis. Em tais países é comum a implantação de programas de conservação de água em diferentes tipologias de edifício tendo como princípio ações econômicas, sociais e tecnológicas.

A redução de consumo de água requer não somente a implementação de ações, mas também uma permanente avaliação e readequação das ações implementadas para que o uso e o desperdício de água sejam mantidos em níveis mínimos desejáveis e de forma permanente.

Dentre as ações que contribuem para reduzir e manter o consumo de água mínimos citam-se:

- controlar a pressão hidráulica do sistema;
- detectar e corrigir vazamentos em tempo hábil;
- instalar sistemas e componentes economizadores de água;
- implantar sistemas de medição setorizada do consumo de água;

- adequar os procedimentos relacionados ao uso da água;
- aproveitar a água de chuva;
- reutilizar a água efluente de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas.

Embora todas essas ações apresentem perspectivas de impacto de redução do consumo de água, abordam-se neste trabalho as possibilidades de redução do consumo de água por meio de sistemas e componentes que podem promover o uso racional da água com higiene e conforto por meio de soluções de desempenho que considerem melhor as condições de uso. São apresentados, também, sistemas de infiltração de água de chuva como alternativas para amenizar o escoamento superficial e, assim, as enchentes urbanas que trazem consigo prejuízos econômicos e sociais.

2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é a redução do consumo de água em domicílios e, conseqüentemente, a diminuição dos volumes de esgotos a serem tratados. Ressalta-se que a redução do consumo de água em domicílios deve ocorrer com a garantia das condições adequadas de higienização dos alimentos, do corpo e dos ambientes e, desta forma, da saúde pública.

O objetivo específico é apresentar as alternativas de tecnologias economizadoras de água e de procedimentos que possibilitem o uso eficiente da água em habitações e, em especial, as de interesse social por meio dos seguintes produtos:

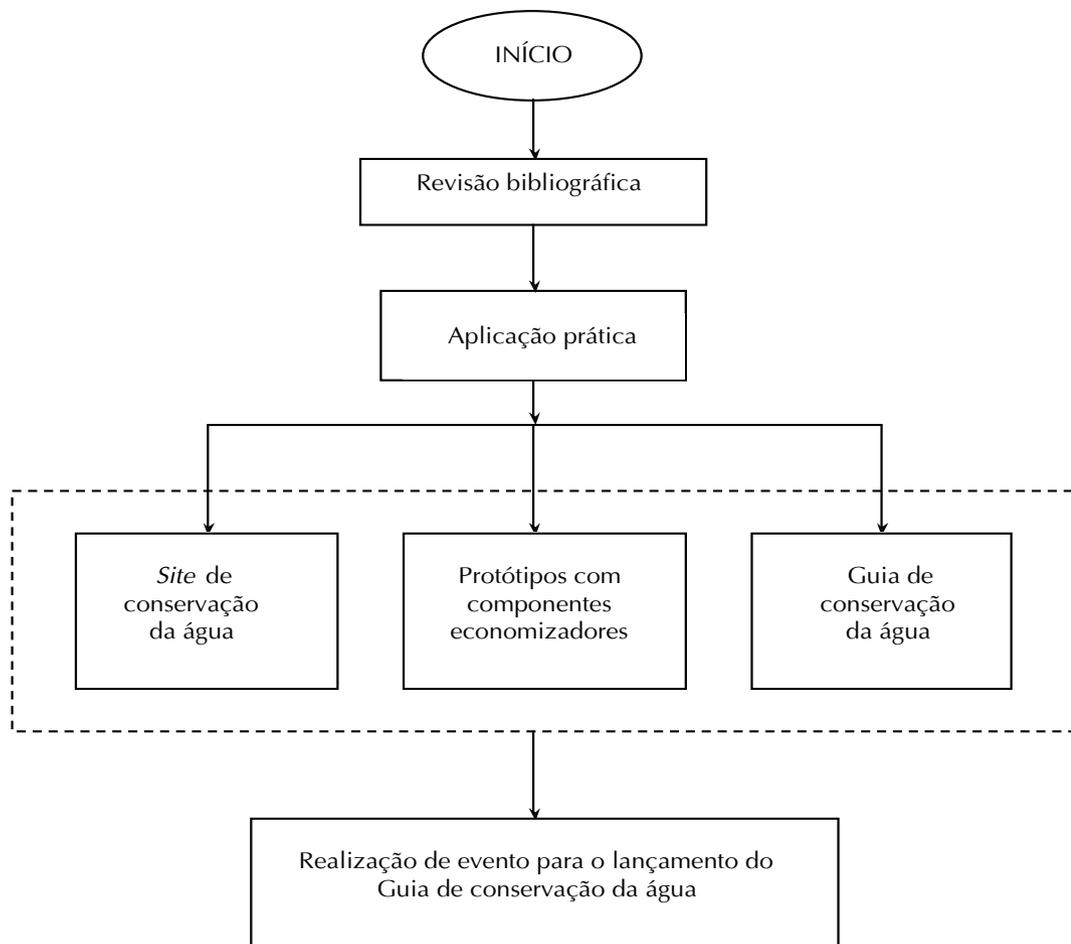
- Guia de conservação da água em domicílios;
- Instalação de componentes economizadores de água em dois protótipos de habitação de interesse social, construídos no pátio da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás e, desta forma, divulgando esses componentes no meio acadêmico e para a sociedade;
- Site de Conservação da Água;
- Encontro Nacional de Conservação da Água para o lançamento do guia.

Além desses produtos, tem-se como objetivo a formação de um Grupo de Conservação da Água para a divulgação do tema na graduação, pós-graduação e sociedade.

3 Metodologia

A metodologia desta pesquisa consiste de três etapas e é apresentada na figura 3.1. A primeira, uma revisão bibliográfica do tema, com o objetivo de subsidiar a segunda etapa que é a aplicação prática dos dados obtidos para a elaboração de três produtos: o desenvolvimento de um site de conservação da água; a instalação de equipamentos economizadores de água em dois protótipos de habitações de interesse social, existentes no pátio da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás - UFG, e de um guia de conservação da água em domicílios. A terceira etapa consiste da organização de um Encontro Nacional de Conservação da Água para o lançamento do guia.

Figura 3.1 – Estrutura da metodologia para a realização da pesquisa.



3.1 Primeira etapa: revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica permitiu um melhor conhecimento das alternativas para a otimização do uso da água em domicílios com ênfase para os seguintes itens:

- conceito de desperdícios de água e de suas causas e também de métodos de detecção de vazamentos;
- sistemas e componentes economizadores de água aplicáveis a edificações e, em particular, a habitações de interesse social tais como: sistema de aproveitamento de água de chuva, sistema de reúso da água, bacias sanitárias com volume nominal de descarga de 6 litros e com sistema dual de descarga (3 e 6 litros) e outros;
- alternativas tecnológicas mais adequadas às características operacionais e construtivas dos sistemas hidráulicos dessa tipologia de edifício, ou sejam: baixa pressão hidráulica, custo reduzido, facilidade de operação e de manutenção;
- procedimentos que otimizam o uso da água em habitações.

3.2 Segunda etapa: aplicação prática

Na segunda etapa, o material resultante da pesquisa bibliográfica subsidiou elaboração dos seguintes produtos:

- um manual, intitulado Guia de conservação da água em domicílios, cujas características são fácil leitura e público alvo abrangente: estudantes, professores, projetistas, executores e gestores do uso da água em edificações;
- desenvolvimento de um *site* de conservação da água, onde estão publicados o conteúdo do guia e outras informações pertinentes ao tema;
- a instalação de componentes economizadores em dois protótipos de habitações de interesse social, existentes no pátio da Escola de Engenharia Civil da UFG para que os alunos e visitantes se familiarizem com estes componentes existentes no mercado nacional.

3.3 Terceira etapa: realização de evento

Para o lançamento do Guia de conservação da água em domicílios foi prevista a organização de um evento intitulado: Encontro Nacional de Conservação da Água.

3.4 Grupo de conservação da água

Paralelamente ao desenvolvimento das etapas descritas nos itens 3.1 a 3.3, foi também criado um Grupo de Conservação da Água que tem como objetivo discutir o tema não só nível dos sistemas prediais, nível micro, mas nos níveis meso, das concessionárias e, macro, das bacias hidrográficas. Como forma de consolidar o grupo, foram organizados dois ciclos de palestras ministradas por pesquisadores atuantes nos três níveis de abrangência da água.

4 Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

Os produtos resultantes da pesquisa subsidiados pela revisão bibliográfica do tema são: Guia de conservação da água em domicílios, *site* de conservação da água, instalação de componentes economizadores de água adequados às habitações de interesse social em dois protótipos desse tipo de habitação, formação de um grupo de conservação de água e a realização de um evento para a publicação do guia.

4.1 Alternativas para a otimização do uso da água em domicílios

As ações que otimizam o uso da água em edificações implicam em impacto de redução significativo no volume de água ofertado pelo provedor público, uma vez que grande parte da produção de água desse setor é destinada aos sistemas prediais.

Várias ações de conservação de água apresentam grande potencial para a redução de consumo em domicílios. Algumas delas são aplicáveis a quaisquer sistemas, enquanto outras são recomendadas somente para sistemas específicos. Daí a importância do planejamento de ações, com o objetivo de reduzir volumes utilizados e desperdícios de água, que para maior impacto de redução, deve considerar as características socioculturais, econômicas e ambientais dos usuários, além das características físicas e funcionais do edifício.

A redução de consumo de água requer não somente a implementação de ações, mas também uma permanente avaliação e readequação das ações implementadas para que o uso e o desperdício de água sejam mantidos em níveis mínimos desejáveis e de forma permanente.

Assim, abordam-se neste item alternativas de redução do consumo de água por meio de sistemas que podem promover o uso racional da água com higiene e conforto por meio de soluções de desempenho que considerem melhor as condições de uso.

4.1.1 Sistema de aproveitamento de água de chuva

Em geral, esses sistemas têm sido utilizados com o objetivo de reduzir o consumo de água potável, evitar a sobrecarga de sistema público de esgotamento unitário – esgoto e água pluvial e, também abastecer lagos artificiais. São adequados para a aplicação em diversas tipologias de edifícios, mas principalmente em escolas e indústrias, por terem grandes áreas de telhado para captação e, também, grandes demandas de água.

Fewkes (1999) apresenta alguns resultados obtidos em testes de campo de um sistema de coleta de água de chuva instalado em uma residência no Reino Unido. Destaca que o volume do reservatório é de grande importância no projeto de tais sistemas. A água de chuva coletada foi utilizada em descarga de bacias sanitárias, representando um impacto de redução de 30% do consumo de água potável e, desta forma, contribuindo para a redução da demanda tanto no sistema público de abastecimento de água como na estação de tratamento de esgoto sanitário.

Com relação à utilização de água de chuva em lavagem de roupas Moll (1990) e Holländer et al. (1993 apud Herman e Schmida, 1999) conduziram pesquisa e observaram que os resultados atenderam aos parâmetros físicos e químicos como, também, aos requisitos de higiene. A exceção é feita somente para a água captada de telhados com intensa utilização por pombos.

A qualidade da água de chuva coletada depende, sobretudo, das condições atmosféricas, do material da superfície onde é captada a água, das calhas, dos tubos condutores para o reservatório e de como é extraída a água para seu uso (ARIYANANDA e MAWATHA, 1999).

No Brasil, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas como, por exemplo, os trabalhos apresentados por Campos (2004), Mano e Schmitt (2004), Simioni et al. (2004) e Paula (2005), todos com objetivos de utilização da água captada em atividades domésticas ou industriais.

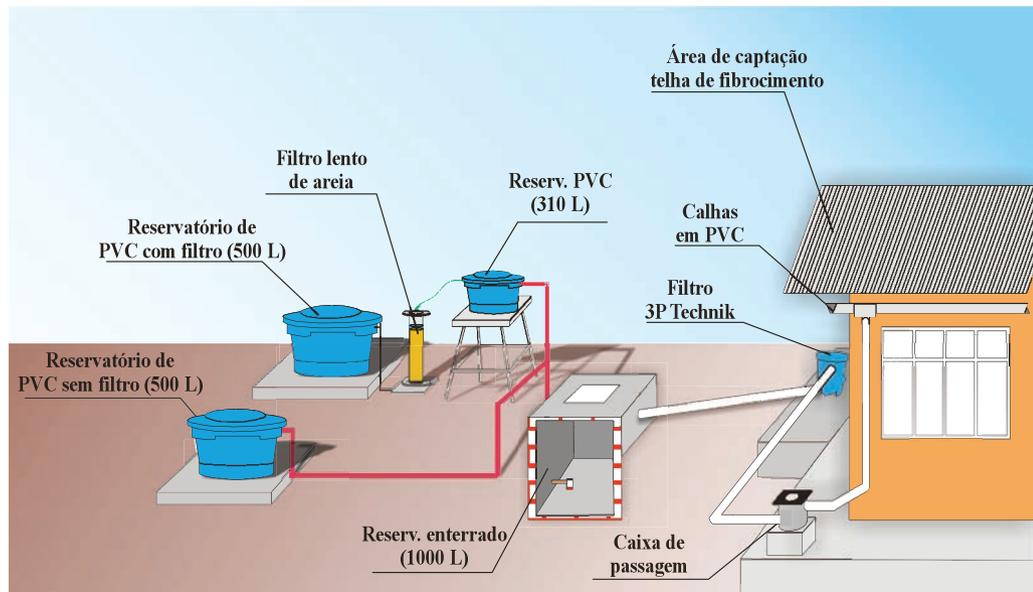
Um dos aspectos a ser observado é a qualidade da água de chuva e, para a cidade de Goiânia, Paula (2005) desenvolveu pesquisa com os seguintes objetivos:

- analisar a qualidade da água de chuva captada e armazenada, pelo período de cinco meses, uma vez que nas condições locais a água captada na estação chuvosa será utilizada na estação seca;

- definir, em função da qualidade da água de chuva coletada e após um período de armazenamento, quais os tipos de usos recomendados;
- investigar a viabilidade do sistema de aproveitamento da água pluvial em Goiânia onde, em geral, chove de novembro a março e tem estiagem de abril a outubro.

Esse sistema, apresentado na Figura 4.1, foi construído na área do Laboratório de Sistemas Prediais da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, com uma área de captação de, aproximadamente, 100 m². A água da chuva é coletada por meio de calhas de PVC e conduzida por condutores verticais a caixas de passagem de água pluvial, também de PVC. Em seguida, a água pluvial é destinada a um filtro de partículas grosseiras, conhecido no mercado como 3P Technik, realizando um gradeamento. Desta forma, procede-se a primeira etapa de armazenagem em um reservatório de alvenaria de tijolo comum, revestimento de argamassa e sistema de impermeabilização, chamado de reservatório enterrado.

Figura 4.1 – Esquema do sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: Paula (2005).

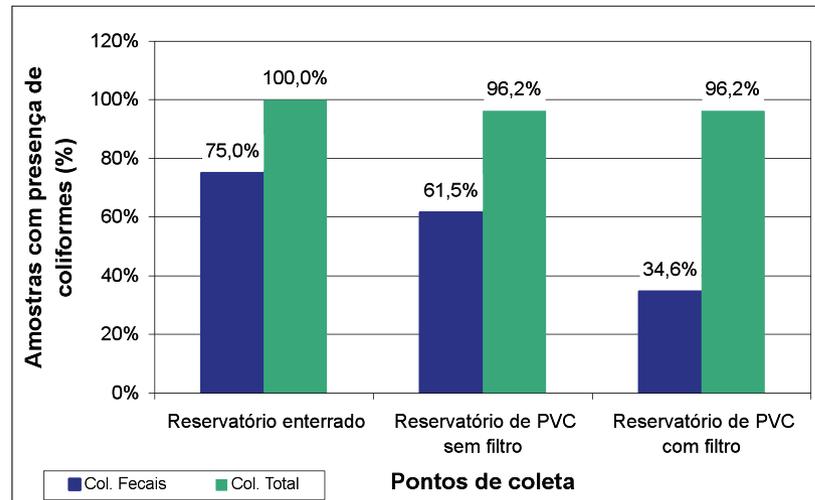
No reservatório enterrado foi instalado um sistema de recalque que conduz a água armazenada para três outros reservatórios. O primeiro deles é um reservatório de 500 litros, onde a água é armazenada sem passar por nenhuma etapa intermediária ou tratamento, denominado de reservatório de PVC sem filtro. Já os outros dois reservatórios constituem uma pequena estação de tratamento, neste caso a filtração lenta por meio de um filtro de areia. A água pluvial, bombeada, foi inicialmente, armazenada em um reservatório de 310 litros, com o objetivo de manter o nível mínimo de 5 cm de água sobre o leito filtrante. A água filtrada foi novamente armazenada, desta vez em um reservatório de PVC de 500 litros, denominado reservatório de PVC com filtro.

Os resultados desta pesquisa foram bastante favoráveis e analisando-se os parâmetros ao longo de 37 semanas concluiu-se que os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos não sofreram alterações que pudessem descartar o uso da água pluvial em Goiânia. O pH se manteve dentro das faixas permitidas tanto pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (2004) quanto para Resolução nº 20 do Conama, que têm como faixas, respectivamente, 6,0 a 9,5 e 6,0 a 9,0.

Verificou-se também a eficiência do filtro lento de areia na qualidade da água, melhorando algumas propriedades como a alcalinidade total e a redução de coliformes fecais. Contudo, mesmo para fins não potáveis, mas que tenham o contato com o usuário recomenda-se a desinfecção da água de chuva por meio de cloração.

Os resultados de contagem dos coliformes apresentaram uma redução ao longo de quatro meses, sendo que em algumas amostras foi verificada a ausência total de coliformes fecais. Na Figura 4.2 são apresentados os percentuais de amostras com presença de coliformes fecais e totais de três pontos de coleta da água de chuva. Tecnicamente, esta água não poderia ser utilizada para o consumo humano, uma vez que a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (2004) estabelece a ausência de coliformes totais e fecais em 100 mL da amostra de água, além da água ser clorada e desinfetada para o consumo humano.

Figura 4.2 – Percentual de amostra com presença de coliformes fecais e totais



Fonte: Paula e Oliveira (2005).

Observa-se, por meio da figura 4.2, uma redução da presença de coliformes fecais nas amostras do reservatório de PVC com o filtro lento de areia, ou seja, uma redução de 53,9% do número de amostras com presença de coliformes fecais e de 3,8% das amostras com presença de coliformes totais. Este resultado comprova a eficiência desse sistema de tratamento e, também, a fonte alternativa do uso da água de chuva em domicílios de Goiânia.

O sistema deve prever, também, o descarte da água proveniente das primeiras chuvas, pois essa água faz a limpeza da atmosfera e do telhado.

Segundo FIESP (2005) os sistemas de coleta e de aproveitamento de água pluvial requerem cuidados gerais e características construtivas que permitam a segurança do abastecimento, a manutenção da qualidade da água armazenada e níveis operacionais adequados e econômicos, dentre eles os descritos a seguir.

Evitar a entrada de luz do sol no reservatório para diminuir a proliferação de algas e microorganismos.

- Manter a tampa de inspeção fechada;
- Colocar grade ou tela na extremidade de saída do tubo extravasador, para evitar a entrada de pequenos animais;
- Realizar a limpeza anual do reservatório, removendo os depósitos de sedimentos;

- Projetar o reservatório de armazenamento com declividade do fundo na direção da tubulação de drenagem, para facilitar a limpeza e retirada de sedimentos;
- Assegurar que a água coletada seja utilizada somente para fins não-potáveis;
- Prever a conexão, sem possibilidade de contaminação, de água potável com o reservatório de armazenamento assegurando o consumo diário por ocasião de estiagens prolongadas;
- Prever dispositivo no fundo do reservatório de armazenamento para evitar turbulência e a ressuspensão do material sedimentado;
- Pintar de cor diferenciada as linhas de coleta e de distribuição de águas pluviais. Conexões e sistemas de roscas também devem ser diferenciados para evitar a possibilidade de ocorrência de conexão cruzada com o sistema de distribuição de água potável. As torneiras externas deverão ser operadas com sistemas de chaves destacáveis para evitar consumo como água potável;
- Deverão ser colocadas placas indicativas junto das torneiras de acesso geral, com a inscrição “água não potável”;
- A qualidade da água distribuída deverá ser submetida a um processo de monitoramento programado.

4.1.2 Sistema de infiltração de água pluvial

O aproveitamento da água de chuva, além de reduzir o consumo de água potável contribui para amenizar as enchentes, principalmente, nos centros urbanos.

A adoção de elementos de drenagem e de controle na fonte possibilita que em cada ponto de ocupação urbana, seja residencial, comercial ou industrial, haja uma redução do volume de contribuição escoado para os condutores de águas pluviais urbanas. Neste caso, o efeito multiplicativo de redução de volume de contribuição, devido à adoção de vários pontos regionais de controle na fonte, amenizaria o aumento das vazões máximas à jusante de uma bacia hidrográfica urbana, impedindo a formação de cheias.

Assim, torna-se viável a adoção de um sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de infiltração na fonte, aumentando o controle do escoamento superficial e reduzindo os problemas causados pelas enchentes urbanas.

Neste sistema, o excedente de água de chuva armazenada no reservatório é conduzido ao poço de infiltração contribuindo para o restabelecimento do equilíbrio hidrológico e minimizando os impactos da urbanização.

Conforme Tucci (2003), as formas mais comuns de controle de escoamento na fonte, consistem em:

- aumento das condições de infiltração e percolação do solo urbano;
- armazenamento temporário em reservatórios residenciais, podendo integrar um sistema de aproveitamento residencial de água de chuva;
- retardamento da vazão de contribuição do lote por meio de reservatórios de retenção e detenção.

Reis (2005) desenvolveu pesquisa para o estudo de poço de infiltração, na cidade de Goiânia, tendo como principal objetivo a redução de cheias urbanas utilizando sistemas de infiltração de águas pluviais em sistemas prediais que possam contribuir para a manutenção do equilíbrio do balanço hídrico em meios urbanos.

Os poços de infiltração possuem função similar a das “piscininhas” exigidas pela Lei 13.276 de janeiro de 2002 em São Paulo e leis semelhantes em Curitiba, Campinas, Campina Grande, Limeira, Rio de Janeiro e outras cidades. Ambos os sistemas objetivam amortecer o pico de vazão do hidrograma de escoamento superficial do lote ou área edificada onde o sistema for implementado.

A diferença básica entre os dois sistemas encontra-se na forma de amortecer a vazão de escoamento superficial. As “piscininhas”, em geral, são constituídas de reservatórios impermeáveis que amortecem a vazão de pico por meio da retenção e armazenamento de água de chuva durante um determinado intervalo de tempo, ou restringem a vazão de escoamento por meio da utilização de tubos de descarga com diâmetros reduzidos. Os poços de infiltração visam restabelecer ou manter o balanço hídrico natural do período de pré-desenvolvimento, por meio da infiltração da água de chuva no solo, até que este reduza sua capacidade de absorção, forçando o poço de infiltração a operar temporariamente como reservatório de amortecimento.

Ambos os sistemas possuem um extravasor que possibilita a descarga para a rede de drenagem urbana do volume de água de chuva que excede a capacidade de carga dos sistemas. Também podem ser agregados a sistemas de aproveitamento de água de chuva bastando o mesmo ser instalado à jusante de um reservatório de armazenamento de tal forma a receber a água que extravasa deste primeiro.

O poço de infiltração, ilustrado pela Figura 4.3, consiste na execução de um poço similar a uma cisterna, revestido por tubos de concreto perfurados ou tijolos em crivo, além de fundo em agregados graúdos de forma a permitir a infiltração do volume de água pluvial escoado para seu interior.

Figura 4.3 – Poço de infiltração



Fonte: Reis et al. (2001).

Nesta solução de controle na fonte, toda água de chuva captada na edificação é transportada para o poço de infiltração. Somente, após a inundação do terreno e total enchimento de seu volume do reservatório, a água é lançada no sistema público de coleta de água pluvial por meio de extravasores instalados a um nível mais alto no próprio poço de infiltração ou em uma caixa de passagem anterior ao sistema, conforme apresenta a figura 4.2. Algumas adaptações permitem o emprego desse elemento de controle em solos de edifícios e áreas públicas.

Os resultados alcançados possibilitaram a proposição de parâmetros para o dimensionamento e execução de poços de infiltração. Assim, antes da execução de poços de infiltração, Reis (2005) recomenda o levantamento de parâmetros locais, tais como:

- nível do lençol freático no período em que o mesmo está mais elevado;
- classificação e caracterização dos parâmetros físicos do solo local;

- coeficiente médio de permeabilidade e taxa média de infiltração do solo;
- potencial de colapsibilidade do solo;
- tempo de retorno e tempo de concentração;
- índices pluviométricos regionais;
- áreas de contribuição e respectivos coeficientes de escoamento superficial;
- vazão de projeto;
- determinação e quantificação da carga poluidora das águas de escoamento superficiais.

Somente a partir da observação desses parâmetros locais, podem-se definir os riscos de contaminação do solo e do lençol freático, de estabilidade da estrutura do solo com a indução da infiltração de água de chuva e fixar dados essenciais ao dimensionamento do sistema de infiltração, além de determinar a viabilidade de sua implantação em um determinado local.

Por se tratar de um sistema que induz a infiltração, alguns cuidados com a contaminação do lençol freático devem ser tomados. Desta forma, não se deve infiltrar água de chuva contaminada por substâncias químicas tóxicas ou com carga poluidora elevada e, segundo a NBR 7229 (ABNT,1993), deve-se sempre manter o afastamento do fundo do poço de infiltração a no mínimo 1,50 m do nível mais elevado do lençol freático.

Para a verificação de viabilidade de execução de poços de infiltração, é necessário que o terreno tenha coeficiente de permeabilidade suficiente para infiltrar a vazão de projeto em poucas horas após o término da precipitação. Este coeficiente deve garantir o esvaziamento do poço, mesmo com elevado índice de saturação do solo e, assim, garantir a operação do sistema durante chuvas consecutivas e evitar a proliferação de vetores de doenças.

4.1.3 Sistema de reúso da água

Denomina-se reúso a utilização da água efluente de um sistema, com ou sem reciclagem, em pontos de utilização específicos. O reúso tem como princípio que nem toda a água consumida nos edifícios necessita ser potável. Assim, os efluentes de pias, banheiras, lavatórios, máquinas de lavar roupa podem ser reutilizados em descargas de bacias sanitárias, na irrigação de jardins e na lavagem de pisos.

O reúso de água é tecnicamente viável, mas para a sua efetiva utilização deve-se estar atento aos problemas relacionados com a contaminação. Nesse sentido, os parâmetros de qualidade das águas residuárias, tendo em vista o objeto de uso final e os valores de controle, devem ser estabelecidos e monitorados periodicamente. Conhecer as características das águas residuárias é importante para a avaliação da possibilidade de reúso, considerando também os efeitos da associação de duas ou mais substâncias, que podem gerar compostos desconhecidos.

Os componentes presentes na água variam de uma fonte para outra, onde os estilos de vida, hábitos, instalações e usos de produtos químicos são variáveis importantes. Por este motivo, devem-se levantar os constituintes presentes nos esgotos, tendo-se em vista o risco sanitário provocado por substâncias químicas orgânicas e inorgânicas e microrganismos. Esses organismos representam risco sanitário tanto pelo tipo de prejuízo à saúde, como pelo curto tempo de resposta entre a infecção e o desenvolvimento da doença (NUNES e ILHA, 2005)

Ressalta-se que em todos os casos de reúso deve-se verificar a qualidade da água a ser reutilizada e analisar a viabilidade técnicoeconômica para a implementação de tal ação no sistema, uma vez que essa ação requer cuidados especiais com relação à armazenagem, contaminação e separação do sistema de água potável.

Os esgotos efluentes de lavatórios, chuveiros, tanques e de máquinas de lavar roupas, também denominados de água cinza, podem ser reutilizados em algumas atividades, desde que o sistema seja projetado para este fim. Tal sistema deve evitar que a água reutilizada seja misturada com a água potável e, também, não permitir o uso da água reutilizada no consumo direto, preparação de alimentos e higiene pessoal.

Conforme Little (2004), os efluentes de pias de cozinhas e de máquinas de lavar louças não são considerados água cinza porque são potenciais para o aumento dos riscos para a saúde devido à matéria orgânica associada à preparação de alimentos e cocção.

A forma mais simples de reutilizar a água e, em geral, muito utilizada pelos usuários de edifícios domiciliares é a utilização da água de enxágüe da máquina de lavar roupas, tanquinho ou tanque para a limpeza de pisos, irrigação de jardins ou lavagem de outras roupas. A Figura 4.4 ilustra um esquema simplificado de reúso de água sugerido por Little (2004), em que o efluente proveniente da máquina de lavar roupas é armazenado em um recipiente metálico adaptado em uma base com rodízios para facilitar o deslocamento e assim possibilitar os vários usos.

Segundo Santos (2002) a configuração básica de um sistema de utilização de água cinza deve ser composta por um sistema de coleta de água servida, um subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e coletores), de uma unidade de tratamento da água (por exemplo, gradeamento, decantação, filtro e desinfecção) e de um reservatório de acumulação. Pode ainda ser necessário um sistema de recalque, para o reservatório superior e uma rede de distribuição.

Figura 4.4 – Esquema de reúso do efluente de máquina de lavar roupas.



Fonte: Little (2004).

De uma forma geral, as vazões de esgotos variam de acordo com os usos e costumes dos usuários de um sistema. Fiori et al. (2005) desenvolveram pesquisa com o objetivo de identificar os pontos geradores de água para reúso em edifícios residenciais de Passo Fundo - RS, para obter dados quantitativos e qualitativos das águas servidas. As etapas do trabalho foram as seguintes:

- determinação dos tipos de edificações residenciais para análise;
- elaboração e aplicação de um questionário para quantificar o volume de águas cinzas gerado em cada local, o levantamento de pontos geradores de água para reúso e o levantamento das demandas de água de reúso em edificações residenciais como também a opinião da sociedade de Passo Fundo sobre a reutilização desta água para fins não nobres;
- realização das coletas das águas cinzas nos edifícios determinados, para análise e classificação e possibilidade de reúso.

Os resultados apresentaram uma variação significativa na maioria dos parâmetros, como coliformes fecais, DBO, DQO, Nitrato, Fósforo total. Por exemplo, a variação dos coliformes fecais foi de 450 para $3,6 \times 10^5$ NMP/100mL, o que para um efluente deveria ser menor ou igual a 300 NMP/100mL para ser lançado em corpos d'água, conforme Portaria 05/89-SSMA do RS.

Outra distinção relatada na variação dos valores encontrados é a análise de nitratos que variou de 1,52 para 31,50 mg/L $N-NO_3^-$, sendo que pela Portaria MS nº 518/2004 o valor máximo permitido de água para o consumo humano (VMP) é de 10 mg/L $N-NO_3^-$. A turbidez que variou de 103,5 a 372,2 UT tem como VMP pela mesma Portaria, 5 UT.

A presença da bactéria *Escherichia coli* nas três amostras, indica a contaminação fecal recente, que pode colocar em risco a saúde dos usuários, tendo em vista que tal bactéria é abundante nas fezes humanas e animais e pode compreender 95% dos coliformes presentes no intestino. Para balneabilidade, por exemplo, a presença de *E. coli*, em número superior a 2000 NMP/100mL ou 2500 NMP/100ml para coliformes fecais, torna a água imprópria para banho, pois pode acarretar doenças ao homem, como febre tifóide, cólera, disenteria bacilar, hepatite infecciosa, entre outras, conforme Resolução Conama 274 (2000), que estabelece os padrões nacionais de balneabilidade.

Concluindo, os pesquisadores afirmam que a qualidade observada da água cinza no referido estudo indica que se trata de um efluente doméstico com características fracas, apresentando um alto valor de coliformes fecais, o que para um efluente deveria ser menor ou igual a 300 NMP/100mL para ser lançado em corpos d'água conforme Portaria 05/89-SSMA do RS, e aqui apresentando um valor médio de $1,3 \times 10^5$ NMP/100mL, aproximadamente 400 vezes maior. Outra distinção relatada na variação dos valores encontrados é a análise de Nitratos que variou de 1,52 para 31,5 mg/L NNO-3, indicando a necessidade da realização de tratamento.

Os resultados quantitativos da amostra piloto demonstram que o volume total de água cinza gerado em um apartamento é de, aproximadamente, de 4697,7 litros por semana, ou 18,8 m³ por mês, indicando grande potencial para o reúso em edifícios residenciais.

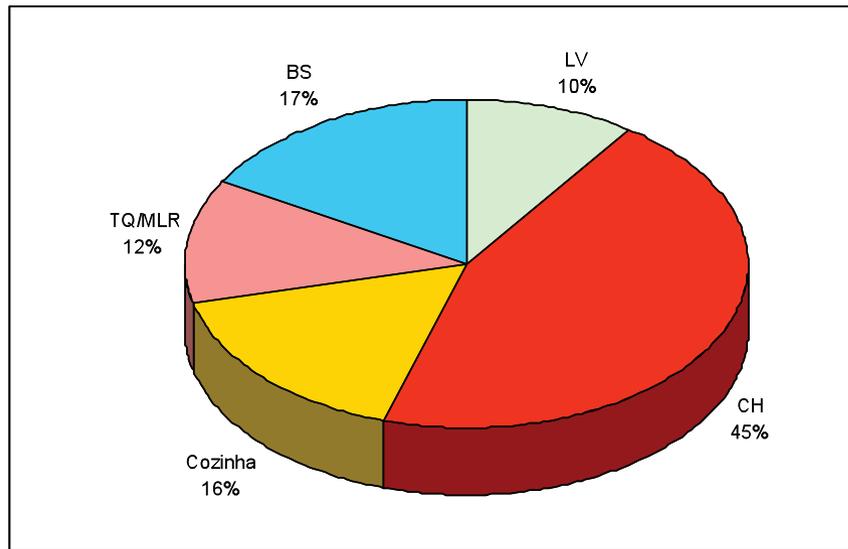
4.1.4 Componentes economizadores de água

Os desperdícios de água verificados em bacias sanitárias, torneiras, chuveiros e outros componentes ocorrem pelos seguintes motivos: vazão excessiva, tempo de utilização prolongado, dispersão do jato e por vazamento. Todos esses fatores, com exceção do vazamento, podem ser controlados por meio de componentes adequados às condições físicas e funcionais do sistema, dentre elas a pressão hidráulica no ponto de utilização e da atividade do usuário.

A bacia sanitária tem sido considerada um dos componentes com maior potencial de redução do consumo de água em edifícios residenciais, dado que ela representa, em geral, o maior percentual do consumo interno de uma residência. Alguns pesquisadores consideram-na responsável pela maior parcela do consumo de água não só em edifícios residenciais como em edifícios comerciais.

Com o objetivo de determinar a distribuição do consumo de água para domicílios de interesse social, principal tipologia atendida pela Funasa, foi realizada uma pesquisa de campo no Conjunto Residencial Brisas da Mata em Goiânia com o objetivo de determinar os pontos críticos do consumo de água. Os resultados indicam que o chuveiro é o responsável pelo maior consumo de água, seguido da bacia sanitária, conforme ilustra a figura 4.5.

Figura 4.5 – Distribuição dos valores de consumo de água nos pontos de utilização de domicílio de interesse social do conjunto residencial Brisas da Mata em Goiânia.



Por meio da Figura 4.5 observa-se que os dois pontos de utilização responsáveis pelos maiores consumos de água em domicílios do Conjunto Residencial Brisas da Mata em Goiânia são o chuveiro e a bacia sanitária, seguidos da pia de cozinha e do tanque e máquina de lavar roupa.

Ressalta-se, no entanto, que considerando o uso da água diretamente relacionado à tipologia do edifício, às características dos sistemas hidráulicos e componentes, aos aspectos culturais dos usuários e às condições climáticas, pode ocorrer que em outros sistemas de mesma tipologia, quer seja localizado na mesma ou em outra região, o componente de maior índice de consumo de água seja outro.

Desta forma, um melhor conhecimento das características físicas e funcionais de cada sistema possibilita a implementação de ações mais atrativas, ou seja, de menor custo, maior impacto na redução de consumo de água e melhor atendimento às necessidades dos usuários. Dentre essas ações, consideram-se de maior impacto as tecnológicas, ressaltando-se o controle de desperdícios e a instalação de componentes economizadores de água.

Apresentam-se neste item os diversos tipos de componentes economizadores de água que podem contribuir para a redução de volumes de água em edifícios.

4.1.4.1 Bacias sanitárias com volume de descarga reduzido

As bacias sanitárias com volume de descarga reduzido, ou seja, volume nominal de descarga de 6 litros, devem atender os requisitos de desempenho recomendados pela NBR 9060 (ABNT, 1997) e dentre eles citam-se: remoção de sólidos, lavagem de parede, troca de água, reposição de fecho hidráulico, respingos de água e transporte de sólidos.

Conforme Ilha et al. (2002) o monitoramento do consumo em 24 residências em Pindamonhangaba, São Paulo, indicou que a utilização de bacias com volume de descarga reduzido, em relação às convencionais (volume de descarga de 12 litros), conduz independentemente do sistema de descarga, a uma redução do consumo na residência de 18,4% a 61,5% nos dias úteis e de 30,8% a 56,1% nos finais de semana e feriados.

Atendendo aos programas nacionais PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat) e PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água) todas as bacias sanitárias devem ter volume de descarga nominal de 6 litros ou 6,8 litros para operação.

Assim, para os edifícios em operação, uma das opções para a substituição da bacia sanitária com volume de descarga de 12 litros é a bacia sanitária com volume nominal de descarga de 6 litros.

a) Bacia sanitária com caixa e sistema dual de descarga

Este componente permite ao usuário escolher o volume nominal de descarga; um de 6 litros e outro de 3 litros, que pode ser utilizado quando houver na bacia somente dejetos líquidos. A opção é realizada por meio de duas teclas de acionamento.

Este componente apresenta potencial de redução do consumo de água superior ao da bacia sanitária com volume de descarga de 6 litros, pois o número de acionamentos é, em geral, muito maior para a remoção de líquidos do que de sólidos.

Desta forma, quando se deseja uma maior redução do consumo de água recomenda-se optar pelas bacias sanitárias com sistema dual de descarga de 6/3 litros.

b) Caixa de descarga alta com botão

Este é outro modelo de caixa de descarga e também compatível com a maioria dos modelos de bacia sanitária. O volume de descarga pode ser regulado para 6,8 ou 9,0 litros e apresenta baixo custo em relação às caixas de descarga acopladas às bacias sanitárias.

4.1.4.2 Chuveiros e componentes auxiliares

No Brasil, diferentemente de outros países, o tipo de chuveiro mais utilizado é o elétrico que, em geral, apresenta pequenos valores de vazão, aproximadamente 0,05 L/s a 0,10 L/s. Este fato é verificado porque a potência elétrica do chuveiro, responsável pelo aquecimento da água, atua como fator limitante da vazão. Assim, os chuveiros com maior potência elétrica possibilitam maior valor de vazão, mantendo a temperatura de conforto para o banho.

Em algumas regiões brasileiras, os chuveiros elétricos são utilizados na maior parte do tempo desligados, ou seja, sem aquecimento da água. Assim, os valores de vazão não são limitados pela potência elétrica e variam em função da pressão hidráulica. Nesses casos, faz-se necessária a determinação dos valores da vazão de utilização, a fim de verificar a necessidade de restritores de vazão.

Desta forma, com relação aos chuveiros, recomendam-se valores máximos de vazão de 0,12 L/s, pois além de possibilitarem conforto ao banho do usuário podem contribuir para a redução do consumo de água em edificações residenciais.

4.1.4.3 Registro regulador de vazão

Este componente tem a função de regular a vazão no ponto de utilização, desde o valor nulo ao máximo, mantendo-a constante. É utilizado principalmente em torneiras de lavatório e de pias “de mesa”, pois é instalado entre o engate flexível e a conexão do ponto de utilização. Assim, em edifícios com diferentes valores de pressão hidráulica, pode-se regular a vazão em cada ponto de consumo, o que possibilita maior conforto e redução do consumo de água.

O mercado brasileiro dispõe desse componente em plástico ABS, para água fria e, em metal, para água quente.

4.1.4.4 Arejador

É um componente instalado na extremidade da bica da torneira, com a função de reduzir a seção de passagem da água por meio de peças perfuradas ou de telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento da água.

O arejador atua de duas formas: controla a dispersão do jato e reduz a vazão e, assim, contribui para a redução de consumo de água. Existem no mercado, componentes com a dupla função: arejador e chuveirinho, que proporcionam maior versatilidade para a realização das atividades em pias de cozinha. Ressalta-se que o conhecimento

da ordem de grandeza da pressão hidráulica no ponto de utilização é imprescindível para a especificação correta desse componente.

Há fabricantes que recomendam pressão hidráulica superior a 100 kPa para funcionamento adequado, enquanto outros apresentam este componente para baixa pressão (20 a 100 kPa) e alta pressão (80 a 400 kPa).

No que diz respeito a componentes economizadores de água, em sua grande maioria, a redução de consumo é alcançada independentemente da ação do usuário como, por exemplo, as bacias sanitárias com volume de descarga reduzido. Quer seja com volume nominal de 6 litros ou com dois volumes de descarga de 3 e 6 litros, é requisito básico da bacia sanitária ficar limpa com somente um acionamento de descarga.

Com relação ao controle de desperdícios, ação considerada de fundamental importância para a manutenção dos valores mínimos de consumo alcançados pelos componentes economizadores ou, até mesmo, pelos convencionais, é necessária uma gestão do consumo de água e, em especial, constante detecção de vazamento.

Dentre as alternativas tecnológicas apresentadas e que proporcionam maior impacto de redução de consumo de água em domicílios caracterizados por baixa pressão, foram consideradas as de maior impacto as seguintes:

- bacia sanitária com volume nominal de descarga (6 litros) e a dual (3 litros e 6 litros);
- torneiras de pia e de lavatório com arejador ou com registro regulador de vazão;
- chuveiro com vazão máxima de 0,12 L/s;
- sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva.

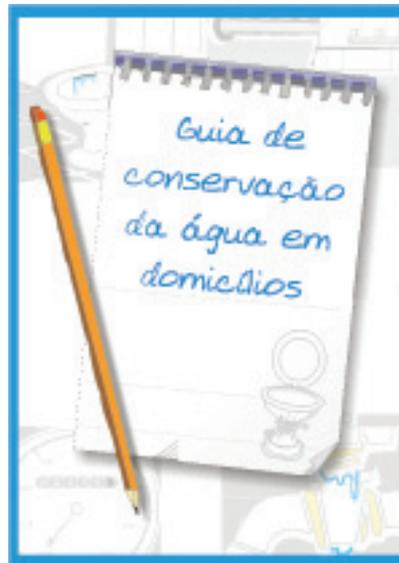
Além das alternativas tecnológicas recomenda-se a adequação de procedimentos relacionados ao uso da água como, também, a opção por paisagismo que contemple plantas que consumam menos água.

4.2 Guia de conservação da água em domicílios

Este guia, cuja capa é apresentada na Figura 4.6, é o principal produto da pesquisa e foi desenvolvido para orientar os usuários das habitações a reduzir e gerenciar o consumo de água. Considerou-se como diretriz básica na elaboração deste guia o fato

de que a redução do consumo de água não pode colocar em risco a saúde do usuário e nem comprometer a saúde pública. São apresentadas várias alternativas de tecnologias economizadoras de água, noções de gestão do consumo de água e de procedimentos relacionados ao uso da água. Também estão apresentados neste guia, sistemas de drenagem na fonte, não para economizar água, mas para amenizar os problemas de alagamentos urbanos, que geram prejuízos econômicos, sociais e de saúde pública.

Figura 4.6 - Capa do guia de conservação da água em domicílios



O Guia de conservação da água em domicílios apresenta o seguinte sumário:

- Introdução
- Água, água... por que conservar?
 - Os usos da água
- Quanto custa a água?
- Como gerenciar o consumo de água em nossa casa?
 - Qual o consumo de água em sua casa?
 - Quanta água você consome por dia?
 - Onde ocorre o maior consumo de água em uma casa?

- Ações para reduzir o consumo de água
 - O sistema hidráulico de nossa casa
 - Onde ocorrem os vazamentos?
- O que mais podemos fazer para economizar água?
 - Equipamentos economizadores de água
 - Sistema de aproveitamento de água de chuva
 - Sistemas de drenagem na fonte
 - Sistemas de reúso de água
 - Procedimentos
 - Plantas que consomem pouca água
- Fontes bibliográficas

4.3 Site de conservação da água

O site de conservação da água foi desenvolvido com o objetivo de divulgar o guia de forma mais abrangente por meio de *download*, divulgar as pesquisas do grupo de conservação da água, as palestras proferidas em atividades do grupo, os eventos relacionados com tema e, ainda, disponibilizar outras informações pertinentes ao tema. Este site foi hospedado no portal <<http://www.eec.ufg.br/ppgema>> do Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente da UFG.

4.4 Instalação de componentes economizadores de água em protótipos de habitações de interesse social

Com o objetivo de divulgar as alternativas de componentes economizadores de água para os alunos de graduação, pós-graduação e para os visitantes da UFG, foram utilizados dois protótipos de habitações de interesse social, existentes no pátio da Escola de Engenharia Civil da UFG. Foram instalados nestes dois protótipos bacia sanitária com volume de descarga dual de 3 litros e 6 litros, bacia sanitária com volume nominal de descarga de 6 litros e com caixa de descarga alta com botão, arejador nas torneiras de pia e registro regulador de vazão nas torneiras de lavatório.

Os requisitos para a instalação desses componentes foram: redução do consumo de água e a conformidade com normas técnicas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. A verificação da conformidade foi realizada por meio dos relatórios setoriais de qualidade do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H, publicados no site: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_simac_psqqs.php>. A Figura 4.7 ilustra os protótipos de habitações de interesse social, onde foram instalados os componentes economizadores de água e as figuras 4.8 a 4.15 ilustram os componentes economizadores instalados.

Figura 4.7 – Protótipos de habitações de interesse social onde foram instalados componentes economizadores de água.



Figura 4.8 – Caixa de descarga alta com botão



Figura 4.9 – Detalhe do botão da caixa de descarga alta com botão



Figura 4.10 – Bacia sanitária com caixa e sistema dual de descarga (3 litros e 6 litros)



Figura 4.11 – Detalhe do botão de acionamento de descarga dual da bacia sanitária com caixa de descarga



Figura 4.12 – Registro regulador de vazão



Figura 4.13 – Detalhe do registro regulador de vazão



Figura 4.14 – Torneira de pia com arejador

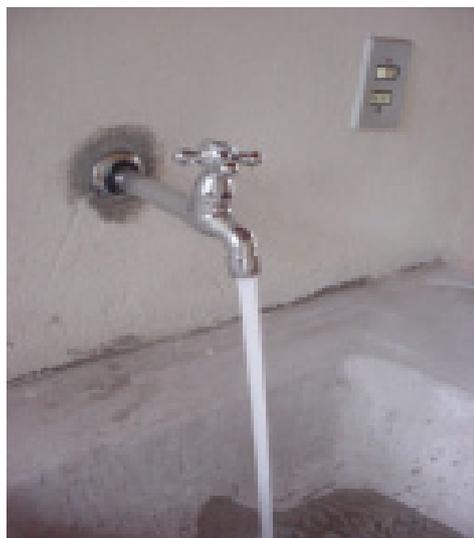


Figura 4.15 – Torneira de pia com dispersor de jato



Assim, esses componentes economizadores de água estão instalados nesses dois protótipos de habitação de interesse social com o objetivo de divulgação para a sociedade e, também, para fins didáticos dos alunos do curso de Engenharia Civil.

4.5 Encontro nacional de conservação da água

Este evento, cujo logotipo é apresentado na Figura 4.16, foi realizado no âmbito do III Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública, na cidade de Fortaleza – CE, no dia 31/03/06. Teve como principal objetivo o lançamento da Guia de conservação da água em domicílios. Neste encontro foram discutidos temas da conservação da água nos sistemas prediais hidráulicos, sanitários e pluviais com enfoque na indústria da construção civil e, em especial, nas habitações de interesse social.

Constituiu-se no principal divulgador da produção técnicocientífica resultante da Pesquisa “Tecnologias para otimização do uso da água no domicílio” em nível nacional e teve a participação de representantes de instituições públicas e privadas e de pesquisadores nacionais.

Figura 4.16 – Logotipo do Encontro Nacional de Conservação da Água, realizado em Fortaleza no dia 31/03/06 para o lançamento do Guia de conservação da água em domicílios



4.5.1 Programação do Encontro Nacional de Conservação da Água

Foram ministradas quatro palestras, com a abordagem de temas de interesse central do evento, por profissionais especialistas no assunto e de renome nacional e internacional, cujos temas são apresentados a seguir.

- Evolução brasileira da conservação da água em edifícios;
- Fontes alternativas de água em edifícios;
- Qualidade das águas de chuva e de drenagem na área urbana;
- Tratamento de água através de filtração lenta em domicílios de interesse social.

Foi também realizada uma mesa redonda contemplando o tema da pesquisa: “A conservação de água em habitações de interesse social”.

Buscou-se integrar o tema conservação da água nesta tipologia de edifício e profissionais e pesquisadores que possam contribuir para a modernização da construção civil por meio de suas experiências com o tema conservação da água.

4.6 Grupo de conservação da água

Além dos produtos apresentados nos itens anteriores, os pesquisadores deste trabalho procuraram envolver os estudantes de graduação e de pós-graduação e, também, a sociedade nas discussões do tema. Para isto foram realizados dois ciclos de palestras

no ano de 2005, no Auditório da Escola de Engenharia Civil da UFG, cujos temas de palestras e palestrantes foram:

- Os poços de infiltração de água pluvial em áreas de edificações como alternativa complementar de drenagem urbana;
- Operação de sistemas de distribuição de água – otimizando perdas;
- Ferramentas computacionais aplicadas ao gerenciamento de águas urbanas;
- Algas e qualidade das águas;
- A importância da Conservação da água nas regiões de clima seco – Estudo de caso Eritrea;
- Política de Gestão das Águas no Brasil.

5 Conclusão

A revisão bibliográfica do tema propiciou a elaboração de um manual de conservação da água, intitulado “Guia de conservação da água em domicílios”. Este guia foi elaborado com o objetivo de atingir um público alvo de todos os níveis de instrução - do leigo ao projetista e executor e gestor do uso da água em edificações.

Também, possibilitou o desenvolvimento de um *site* de conservação da água, onde estão disponíveis as informações relativas à redução do consumo de água em domicílios como, por exemplo, a divulgação do “Guia de conservação da água em domicílios”, eventos sobre o tema, trabalhos publicados pelo Grupo de Conservação da Água da Escola de Engenharia Civil da UFG.

A maior contribuição para a otimização do uso da água em domicílios de baixo custo é a adoção de materiais e componentes em conformidade com as normas da ABNT, quer sejam eles economizadores ou não, além de procedimentos adequados.

Dentre as tecnologias alternativas que proporcionam maior impacto de redução de consumo de água em domicílios caracterizados por baixa pressão, foram consideradas as de maior impacto as seguintes:

- bacia sanitária com volume nominal de descarga (6 litros) e a dual (3 litros e 6 litros);
- torneiras de pia e de lavatório com arejador ou com registro regulador de vazão;

- chuveiro com vazão máxima de 0,12 L/s;
- sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva;
- adequação de procedimentos relacionados ao uso da água;
- escolha de plantas que consomem menos água.

O sistema de reúso da água não foi considerado uma tecnologia viável, neste momento para os domicílios, pois se nota a possibilidade de fácil contaminação da água potável por meio de conexão cruzada ou de retrossifonagem e, portanto, colocando em risco a saúde pública. No entanto, o reúso da água de enxágüe de lavagem de roupas é uma alternativa de reúso recomendada.

Os dois protótipos de habitações de interesse social com os componentes economizadores de água estão construídos na Escola de Engenharia Civil da UFG e disponíveis para a comunidade acadêmica e para a sociedade conhecerem melhor os componentes e, também, como são instalados.

Assim, espera-se que esta pesquisa seja útil a todos os usuários não só da Região Centro-Oeste, objetivo da pesquisa, mas também em nível nacional.

6 Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa e indicativos de custos

Apresentam-se a seguir as recomendações para a utilização dos produtos obtidos com o desenvolvimento desta pesquisa pela Funasa e os indicativos de custos para a utilização desses produtos.

6.1 Recomendações para a utilização dos resultados pela Funasa

Os produtos gerados nesta pesquisa e as recomendações para a utilização dos resultados pela Funasa são apresentados a seguir.

- Manual de conservação da água

Intitulado “Guia de conservação da água em domicílios” poderá ser distribuído pela Funasa não só na Região Centro-Oeste, mas em todo o Brasil. Esta é uma de forma

de conscientizar usuários para a conservação de água, quer seja por meio da ampliação da oferta como o aproveitamento de água de chuva, quer seja por meio da redução da demanda como a instalação de componentes economizadores de água sem, contudo, colocar em risco a saúde pública.

O Guia de conservação da água também aborda a questão de infiltração da água de chuva no próprio domicílio, propiciando a redução do volume de chuva escoado para o sistema de drenagem urbana e, desta forma, reduzindo a possibilidade de enchentes e as doenças veiculadas através da água de drenagem.

Ressalta-se, no entanto, a necessidade de testes e a adequação da linguagem do guia de conservação para a distribuição em diversos grupos (crianças, adultos, nível fundamental, nível médio e superior).

- *Site* de conservação da água

O *site* de conservação da água hospedado no portal da UFG cujo endereço é: <<http://www.eec.ufg.br/ppgema>> é uma forma de divulgar não somente os resultados desta pesquisa, em especial o Guia de conservação da água, mas também os resultados de outras pesquisas do Grupo de conservação da água como, também, das pesquisas desenvolvidas pelos pesquisadores do Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Engenharia do Meio Ambiente (PPGEMA) relacionadas ao tema.

- Protótipos de casas de interesse social com componentes economizadores de água

Os componentes economizadores de água bacia sanitária com caixa de descarga alta com botão e volume de descarga nominal de 6 litros, torneira de lavatório com registro regulador de vazão, bacia sanitária com caixa de descarga acoplada com volume de descarga dual de 3 e 6 litros e torneira da pia com arejador instalados nos protótipos de casas de baixo custo na Escola de Engenharia Civil da UFG estão sendo visitados por estudantes e sociedade para a obtenção de informações de instalação e de manutenção.

- Grupo de Conservação da Água

No desenvolvimento desta pesquisa realizaram-se, em 2005, dois ciclos de palestras, sobre o tema a participação de alunos graduação, do Programa de Pós-graduação em Engenharia do Meio Ambiente - PPGEMA, profissionais da Saneago – Saneamento de Goiás, Semago – Secretaria do Meio Ambiente de Goiás e outros profissionais.

Considerando-se o grande sucesso desses dois ciclos de palestras, realizados no âmbito desta pesquisa, recomenda-se o apoio da Funasa para a continuidade deste trabalho que pode ser utilizado, também, para atingir todos os públicos de interesse da dela.

- Seminário Nacional de Conservação da Água

O Seminário Nacional de Conservação da Água foi realizado, em Fortaleza, em espaço cedido pelo III Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública, no dia 31/03/06 e teve como objetivo o lançamento do “Guia de conservação da água em domicílios”, produto desta pesquisa.

Esta atividade se mostrou uma alternativa muito proveitosa para a discussão do tema e um maior envolvimento de estudantes, professores, pesquisadores e profissionais. Assim, recomenda-se a continuidade desse tipo de apoio por parte da Funasa para a discussão deste tema, que tem grande influência na saúde pública.

6.2 Indicativos de custo

Para a especificação e instalação de tecnologias economizadoras de água vários fatores devem ser avaliados tais como: oferta de água local, pressão hidráulica disponível no ponto de utilização, higiene e conforto do usuário, risco de contaminação, facilidade de manutenção, regime pluviométrico local e avaliação econômica do investimento. No entanto, para se ter uma noção dos custos apresenta-se neste item uma estimativa para a execução de um sistema de água de chuva em Goiânia e os custos dos componentes economizadores de água utilizados nos protótipos de casas de baixo custo.

6.2.1 Sistema de coleta e de aproveitamento de água de chuva

Considerando-se um sistema de coleta e de aproveitamento de água de chuva para uma cobertura de duas águas com área de 100 m², com a instalação de calhas de beiral, condutores verticais e horizontais, caixas de passagem e o reservatório de água de chuva apresenta-se no Quadro 6.1 uma estimativa de custos.

Quadro 6.1 – Estimativa de custos de componentes e materiais para a execução de sistema de aproveitamento de água de chuva em domicílios com área de cobertura de 100 m².

Material	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Subtotal (R\$)
Calha Aquapluv Style Branca, de 3 m	10	25,72	257,20
Bocal beiral	2	19,40	38,80
Cabeceira direita Aqua Style Br	2	10,90	21,80
Cabeceira esquerda Aqua Style Br	2	10,90	21,80
Emenda Aquapluv Style Br	10	5,90	59,00
Vedação beiral AB-11, 125	24	0,65	15,60
Suporte zincado dobrado AB-10, 125	14	4,50	63,00
Suporte PVC beiral - AB 18	14	7,80	109,20
Condutor 3m - AB-02	3	32,60	97,80
Curva 60 - AB-13	4	6,55	26,20
Abraçadeira – AB-12	4	4,20	16,80
Acoplamento Aquapluv beiral AB-21	4	3,80	15,20
Curva 90 (100 mm)	4	4,85	19,40
Caixa múltipla frenagem pluvial	2	175,00	350,00
Tubo PVC 100 mm (barra)	4	21,50	86,00
Subtotal			1.197,80
Sistema de reservação			
Reservatório enterrado de fibra de vidro (10.000 L)	1	2255,00	2.255,00
Subtotal			2.735,00
Caixa de água PVC 1000 L	1	480,00	480,00
Separador de partículas grosseiras			
Sistema de coleta de água de chuva 3P Technik	1	1.706,00	1.706,00
Subtotal			1.706,00
Total			5.638,80

Assim, o valor do sistema de coleta e de aproveitamento de água pluvial, captação e reservação a ser executado, em Goiânia, com essas características ficou em torno de R\$ 5.638,80 (cinco mil, seiscentos e trinta e oito reais e oitenta centavos), com preços cotados nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2005.

O valor final do sistema poderia ser menor caso o sistema 3P Technik fosse substituído por um sistema de retenção de partículas com telas metálicas de diâmetros variados e se o reservatório fosse executado com outro sistema construtivo como, por exemplo, de blocos de concreto.

Ressalta-se a necessidade de um sistema de tratamento que pode ser um filtro lento, que também é de baixo custo.

6.2.2 Componentes economizadores de água

Os componentes economizadores de água que podem ser aplicados em domicílios de baixo custo, sendo que alguns deles foram adquiridos para a montagem do protótipo estão apresentados no Quadro 6.2.

Quadro 6.2 – Componentes economizadores de água de baixo custo

Discriminação	Valor unitário (R\$)
Registro regulador de vazão DOCOL em ABS	31,59
Torneira de lavatório FORUSI	25,76
Caixa de descarga alta de 6 litros com botão TIGRE	38,32
Mecanismo de descarga dual (3 e 6 L) para caixa de descarga	89,00
Bacia sanitária com caixa acoplada de 6 L da marca DECA e linha Izy	145,00
Bacia Sanitária com caixa acoplada de 6 L da marca Incepa	69,26
Arejador DECA (para pontos de consumo com pressão hidráulica superior a 100 kPa ou 10 m.c.a.)	22,00
Restritor de vazão de chuveiro DECA de 8 L/min (para pontos de consumo com pressão hidráulica superior a 100 kPa ou 10 m.ca.)	19,00
Torneira de pia com arejador PERFLEX	42,03
Chuveiro Lorenzetti	31,98

Assim, para equipar uma casa, no período de outubro a dezembro de 2005, contendo uma torneira de lavatório com registro regulador de vazão, uma bacia sanitária com caixa de descarga INCEPA e mecanismo de descarga dual (3 e 6 L), um chuveiro com restritor de vazão de 8 L/min e uma torneira de pia com arejador, com componente economizadores de água foi necessário, aproximadamente, o valor de R\$ 308,62 (trezentos e oito reais e sessenta e dois centavos).

7 Referências bibliográficas

- ARIYANANDA, T.; MAWATHA, L. E. Comparative review of drinking water quality from different rain water harvesting systems in Srilanka. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9., 1999, Petrolina, PE. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br>>. Acesso em: 4 maio 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229** - Construção e instalações de fossa séptica e disposição de efluentes finais. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9060** - Bacia sanitária de material cerâmico – verificação do funcionamento. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Normas e padrão de potabilidade de água destinada ao consumo humano** - Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Brasília: MS, 2004. 15p.
- CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- FEWKES, A. The use of rainwater for WC flushing: the field testing of a collection system. **Building and Environment**, n. 34, p. 765-772, 1999. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 9 out. 2003.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: FIESP, 2005. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br>> Acesso em: 15 jun. 2005.
- FIORI, S.; CARTANA, V. F.; PIZZO, H. Reuso de águas em edificações visando a sustentabilidade hídrica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 9., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: UFG, 2005. 1 CD-ROM.
- HERMAN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilization in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. **Urban Water**, n. 34, p. 307-316, 1999. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2003.

ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, O. B. Avaliação do desempenho de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido quanto à remoção e transporte de sólidos. **Ambiente Construído**, v. 2, n. 4, p. 47-61, 2002.

LITTLE, V. L. **Graywater Guidelines**. Arizona, EUA: Central Arizona project, 2004. Disponível em: <<http://www.watercasa.org>>. Acesso em: 18 set. 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 274**, de 29 de novembro de 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 29 set. 2005.

NUNES, S.; ILHA, M. S. O. **Aspectos qualitativos relacionados aos sistemas de reuso de água em edifícios**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 9., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: UFG, 2005. 1 CD-ROM.

PAULA, H. M.; OLIVEIRA, L. O. Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia: avaliação da qualidade em função do tempo de detenção no reservatório. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 9., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: UFG, 2005. 1 CD-ROM.

PAULA, H. M. **Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia: avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório**. 2005. 227 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

REIS, R. P. A. **Proposição de parâmetros de dimensionamento e avaliação de desempenho de poço de infiltração de água pluvial**. 2005. Monografia (Especialização em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

REIS, R. P. A.; MARQUES, I. P.; LEITE, S. B. **Novos conceitos para controle da drenagem urbana na cidade de Goiânia**. 2001. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

SANTOS, D. C. Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade. **Ambiente Construído**, v. 2, n. 4, p. 7-18, out./dez., 2002.

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ, L. A. Potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais em postos de combustíveis: estudos de caso. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1., 2004, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: claCS'04 ENTAC'04, 2004. 1 CD-ROM.

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas na América do Sul. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J.C. (Org.). **Inundações e drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2003. Cap. 2, p. 45-150.

Anexo I

Relação das Pesquisas conveniadas pela Funasa Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento

Edital 001/2000

1. "Indicadores biológicos da qualidade de água (Coliformes Fecais, *Escherichia coli* e *Cryptosporidium*) e o impacto das doenças de veiculação hídrica: Estudo de caso – Parque Cuiabá - Cuiabá (MT)", coordenadora: Edna Lopes Hardoim, Universidade Federal de Mato Grosso.
2. "Tecnologias não convencionais para o tratamento de água para pequenas comunidades, incluindo desinfecção", coordenadora: Cristina Célia Silveira Brandão, Universidade de Brasília.
3. "Potenciais fatores de risco à saúde decorrentes da presença de subprodutos de cloração na água utilizada para consumo humano", coordenador: Valter Lúcio de Pádua, Universidade Federal do Ceará.
4. "Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas. Região de Cuiabá e Várzea Grande (MT)", coordenador: Renato Blat Migliorini, Universidade Federal de Mato Grosso.
5. "Estudo de processos aplicados ao tratamento de efluentes de serviços de saúde com ênfase a etapa de remoção de organismos patogênicos", coordenador: Luiz Olinto Monteggia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
6. "Aplicação controlada de água residuária e lodo de esgoto, no solo para melhorar e incrementar a agricultura do semi-árido nordestino", coordenadora: Annemarie König, Universidade Federal de Campina Grande.
7. "Exclusão sanitária em Belo Horizonte (MG): caracterização e associação com indicadores de saúde", coordenador: Léo Heller, Universidade Federal de Minas Gerais.
8. "Avaliação de impacto das melhorias sanitárias domiciliares implantadas no Município de Vitória", coordenadora: Cleunice Inácio Rodrigues, Prefeitura Municipal de Vitória.
9. "Taipa para o Brasil", coordenador: Marcondes Araújo Lima, Universidade Federal do Ceará.
10. "Tecnologia de construção e adaptação de Unidades de Saúde para povos indígenas", coordenadora: Maria Fátima Roberto Machado, Universidade Federal de Mato Grosso.

11. "Impactos na saúde e no Sistema único de Saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado", coordenador: André Monteiro Costa, Fundação Oswaldo Cruz.

Edital 001/2001

1. "Detecção simplificada de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água utilizando substrato cromogênico em microplacas e metodologia NMP", coordenador: Sérgio Túlio Alves Cassini, Universidade Federal do Espírito Santo.
2. "Dessalinizador para obtenção de água potável em pequenas comunidades com utilização de resinas de troca iônica de energias alternativas", coordenadora: Andréa Lessa da Fonseca, Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte.
3. "Produção de água potável através de destilação solar natural (Pirâmide)", coordenador: Maurício Luiz Sens, Universidade Federal de Santa Catarina.
4. "Efeitos de fatores físicos e químicos no crescimento de cianobactéria e proposição de técnicas de tratamento de água para remoção de cianobactérias e cianotoxinas", coordenadora: Sandra Maria Feliciano de Oliveira Azevedo, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
5. "Potencial de florações de cianobactérias em um reservatório de abastecimento doméstico no Estado do Espírito Santo (Reservatório Duas Bocas)", coordenadora: Valéria de Oliveira Fernandes, Universidade Federal do Espírito Santo.
6. "Desempenho de uma ETA convencional na remoção de protozoários em águas de abastecimento", coordenador: Ricardo Franci Gonçalves, Universidade Federal do Espírito Santo.
7. "Disposição no solo como uma alternativa de tratamento e pós-tratamento de esgoto para pequenas comunidades", coordenadora: Sandra Tédde Santaella, Universidade Federal do Ceará.
8. "Desenvolvimento de sistema compacto para tratamento de esgotos domésticos oriundos de populações dispersas ou de pequenas comunidades em áreas rurais (Siscote)", coordenador: Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Universidade Federal de Minas Gerais.
9. "Simulação matemática de impacto da disposição final de efluentes sanitários em corpo receptor, caso estudo: sub-bacia de Arroio Demétrio, bacia hidrográfica do Rio Gravataí (RS)", coordenador: Sérgio João de Luca, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
10. "Avaliação de sustentabilidade tecnológica e ambiental de aterros sanitários como método de tratamento e de disposição final de resíduos de serviços de saúde", coordenadora: Liséte Celina Lange, Universidade Federal de Minas Gerais.
11. "Avaliação de métodos de desinfecção de resíduo hospitalar e seu percolado", coordenador: Sebastião Roberto Soares, Universidade Federal de Santa Catarina.

12. "Tecnologia simplificada para remediação de área degradada por lixão Estudo de caso: Município de Araguari", coordenadora: Maria de Fátima Abreu, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais.
13. "Barramento com pneus usados para contenção de solo e água (Bapucosa) terraceamento com tiras de pneus", coordenador: José Geraldo Vasconcelos Baracuchy, Universidade Federal de Campina Grande.
14. "Avaliação de relevância da supervisão da Fundação Nacional de Saúde no desempenho de Estações de Tratamento de Águas operadas por Autarquias Municipais no Estado de Minas Gerais", coordenador: Marcelo Libânio, Universidade Federal de Minas Gerais.
15. "Uso de indicadores quali-quantitativos na avaliação dos serviços de saneamento na cidade de Salvador, Bahia", coordenadora: Patrícia Campos Borja, Universidade Federal da Bahia.
16. "Gestão em Saúde Pública avaliação das efetividades das ações de saneamento do Rio Grande do Norte", coordenadora: Maria do Socorro Quirino Escoda, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
17. "Filtros domésticos: avaliação de sua eficácia e eficiência na redução de agentes patogênicos", coordenador: Paulo Tadeu Ribeiro de Gusmão, Universidade Federal de Pernambuco.
18. "Tecnologia de construção e adaptação de unidades de saúde para os povos indígenas", coordenadora: Maria Fátima Roberto Machado, Universidade Federal de Mato Grosso.

Edital 001/2003

1. "Avaliação do rendimento, qualidade da água produzida e custos de dessalinizadores instalados no Município de Poço Redondo (SE)", coordenador: Mário Takayuki Kato, Universidade Federal de Pernambuco.
2. "Metodologia para localização de obras superficiais e sub-superficiais de captação de água através de mapeamento de zonas de qualidade de água (Maquasu)", coordenador: José Dantas Neto, Universidade Federal de Campina Grande.
3. "Avaliação da eficiência do protocolo de tratamento de água na ETA Vila C no controle de larvas de *Limnoperna fortunei*", coordenador: Cleverson Vitório Andreoli, Companhia de Saneamento do Paraná.
4. "Avaliação de métodos de remoção e inativação de formas de resistência de protozoários parasitos da água", coordenadora: Vanete Thomaz Soccol, Universidade Federal do Paraná.
5. "Avaliação da aplicação do dióxido de cloro no tratamento de água para consumo humano", coordenador: Rafael Kopschitz Xavier Bastos, Universidade Federal de Viçosa.

6. "Avaliação da filtração em múltiplas etapas para remoção de turbidez de águas superficiais (Fimertas)", coordenadora: Luiza Cintra Campos, Universidade Federal de Goiás.
7. "Proteção sanitária das cisternas utilizadas na reservação de águas pluviais para uso domiciliar: aspectos técnicos e educacionais", coordenador Valter: Lúcio de Pádua, Universidade Federal de Minas Gerais.
8. "Adsorção de cianotoxinas em diferentes matrizes", coordenadora: Marta Maria Menezes Bezerra Duarte, Instituto de Tecnologia de Pernambuco.
9. "Utilização de processos oxidativos avançados para remediação de águas contaminadas com toxinas produzidas por cianobactérias", coordenador: Patrício G. Peralta Zamora, Universidade Federal do Paraná.
10. "Desfluoretação de águas subterrâneas", coordenador: Eduardo Lobo Alcayaga, Universidade de Santa Cruz do Sul.
11. "Contribuições ao desenvolvimento de concepções alternativas de tanques sépticos", coordenador: Daniel Costa dos Santos, Universidade Federal do Paraná.
12. "Arranjos tecnológicos para tratamento de esgotos sanitários de forma descentralizada", coordenador: Luiz Sérgio Philippi, Universidade Federal de Santa Catarina.
13. "Promoção de saneamento ambiental em pequenas comunidades e regiões carentes", coordenador: Harrysson Luiz da Silva, Universidade Federal de Santa Catarina.
14. "Saneamento ambiental em comunidades rurais do entorno do Parque Estadual do Rio Preto, Vale do Jequitinhonha", coordenadora: Rosana Passos Beininger Cambraia, Faculdades Federais Integradas de Diamantina.
15. "Tecnologia de sistemas condominiais de esgotos: uma avaliação de sua aplicação em cidades de diferentes portes", coordenador: Augusto Fernandes Carvalho Sá de Oliveira.
16. "Avaliação das condições sanitárias de micro-áreas, de ligações intradomiciliares da rede de esgotamento sanitário do Programa Bahia Azul", coordenadora: Rita de Cássia Franco Rêgo, Universidade Federal da Bahia.
17. "Programas municipais de coleta seletiva de lixo como fator de sustentabilidade dos sistemas públicos de saneamento ambiental na região metropolitana de São Paulo (Coselix)", coordenadora: Helena Ribeiro, Universidade Federal de São Paulo.
18. "Representações e práticas sociais ligadas a Gestão Água", coordenadora: Ariane Kuhnen, Universidade Federal de Santa Catarina.
19. "Percepções e usos da água em pequenas comunidades: uma perspectiva antropológica", coordenadora: Carla Costa Teixeira, Universidade de Brasília.
20. "Gestão de odores em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) utilizando o processo de biofiltração", coordenador: Paulo Belli Filho, Universidade Federal de Santa Catarina.

21. "Impacto das ações de saneamento na saúde das populações das terras indígenas de Ivaí e Faxinal no Estado do Paraná", coordenador: Max Jean de Ornelas Toledo, Universidade Estadual de Maringá.
22. "Pesquisa-ação no Distrito de Iauaretê do Município de São Gabriel da Cachoeira (AM)", coordenadora: Maria Cecília Focesi Pelicioni, Universidade de São Paulo.
23. "Proposta de melhorias no sistema de manejo e disposição dos resíduos sólidos para pequenas comunidades (Proresol)", coordenadora: Viviana Maria Zanta, Universidade Federal da Bahia.
24. "Implantação de um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos no Arraial de São Francisco do Mombaça (BA)", coordenadora: Sandra Maria Furiam Dias, Universidade Estadual de Feira de Santana.
25. "Tecnologia para otimização do uso da água no domicílio", coordenadora: Lúcia Helena de Oliveira, Universidade Federal de Goiás.

Edital 001/2007

1. "Sistema simplificado de tratamento de água para remoção de cor a ser utilizada nas pequenas comunidades rurais na Amazônia utilizando plantas como coagulante natural", coordenador: Ézio Sargentini Júnior, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Ministério da Ciência e Tecnologia.
2. "Estudo da minimização das perdas físicas em sistema de distribuição de água utilizando o modelo EPANET", coordenador: Gilson Alberto Rosa Lima, Universidade Federal do Mato Grosso.
3. "Aplicação da eletrodialise para remoção de compostos nitrogenados em águas para abastecimento público", coordenadora: Andréa Moura Bernardes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
4. "Aprimoramento de tecnologia de potabilização para remoção de microalgas, cianobactérias e cianotoxinas presentes em mananciais de captação superficial eutrofizados por filtração direta com filtro autolimpante", coordenador: Maurício Luiz Sens, Universidade Federal de Santa Catarina.
5. "Uso associado de técnicas computacionais e de experimentação voltado ao gerenciamento de perdas em sistemas de abastecimento de água", coordenador: Peter Batista Cheung, Universidade Federal de Santa Catarina.
6. "Pós-tratamento de esgotos usando filtro raiz em áreas alagáveis", coordenador: Alex Fabiano Ribeiro de Magalhães, Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica.
7. "Avaliação e análise comparativa de três diferentes sistemas de Wetlands - Fluxo Superficial, Vertical e Sub-superficial - utilizados para o tratamento de efluentes pluviais contaminados por poluição de origem difusa para o tratamento de esgotos brutos e para o pós-tratamento de efluentes de reatores UASB", coordenador: Marcos Von Sperling, Universidade Federal de Minas Gerais.

8. "Tecnologia de tratamento de lodo de tanque séptico unifamiliar conjuntamente com resíduos sólidos orgânicos para municípios de pequeno porte do semi-árido paraibano (Tectraloro)", coordenador: José Tavares de Sousa, Universidade Estadual da Paraíba.
9. "Avaliação operacional e da eficiência de lagoas de estabilização no Estado do RN (Alern)", coordenador: André Luis Calado Araújo, Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte.
10. "Alternativas de gerenciamento seguro de lodos de esgotos sob a ótica do saneamento descentralizado", coordenador: Luiz Sérgio Philippi, Universidade Federal de Santa Catarina.
11. "Adaptação de parâmetros de projeto para lagoas de estabilização aplicáveis às condições climáticas da bacia hidrográfica do rio do Peixe, Região Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina (Lagpeixe)", coordenador: Pablo Heleno Sezerino, Universidade do Oeste de Santa Catarina.
12. "Modelos de gestão dos serviços de saneamento no Brasil: limites e possibilidades", coordenador: Luiz Roberto Santos Moraes, Universidade Federal da Bahia.
13. "Participação e mobilização social: Metodologia em ações educativas para o saneamento ambiental para pequenos municípios", coordenadora: Sandra Maria Furiam Dias, Universidade Estadual de Feira de Santana.
14. "Avaliação comparativa de gestão de serviços de saneamento em diferentes modelos institucionais. Estudo em três municípios do Espírito Santo (Gesanto)", coordenador: Léo Heller, Universidade Federal de Minas Gerais.
15. "Saneamento ambiental, sustentabilidade e permacultura em assentamentos rurais (Samspar)", coordenador: Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira, Universidade Federal de São Carlos.

Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento

Comitê Científico

Ruy Gomide Barreira

Coordenador Geral do Comitê
Diretor do Densp/**Funasa**/MS

Patrícia Valeria Vaz Areal (suplente)

Coordenadora Geral
Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

Filomena Kotaka

Secretaria Executiva
Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**

Selma Irene Antonio (suplente)

Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

Mara Lúcia Carneiro Oliveira

Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)

Carlos Florêncio Corvalan (suplente)

Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)

Odir Clécio da Cruz Roque

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)/MS

Simone Cynamon Cohen (suplente)

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)/MS

Anna Virgínia Muniz Machado

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)

Marco Antônio de Souza (suplente)

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)

Paulo Sérgio Scalize

Associação dos Serviços Municipais de Saneamento (Assemae)

Clóvis do Nascimento Filho (suplente)
Associação dos Serviços Municipais de Saneamento (Assemae)

Ana Maria Barbosa Silva
Financiadora de Estudos e Projetos – Finep/MCT

Célia Maria Poppe de Figueiredo (suplente)
Financiadora de Estudos e Projetos - Finep/MCT

Cícero Onofre de Andrade Neto
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Paula Dias Bevilacqua
Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Luiz Antônio Daniel
Escola de Engenharia de São Carlos/USP

Alexandre Araújo Godeiro Carlos (suplente)
Ministério das Cidades

Álvaro Bittencourt Henrique Silva
Cgesa/Densp/Funasa/MS

José Antônio da Motta Ribeiro (suplente)
Suest-SP/Funasa/MS

Vilma Ramos Feitosa
Desam/Funasa/MS

Everaldo Resende Silva (suplente)
Cgesa/Densp/Funasa/MS

Francisco de Assis Quintieri
Suest-RJ/Funasa/MS

Rainier Pedraça Azevedo (suplente)
Suest-AM/Funasa/MS

Marcelo Libânio Coutinho
Suest-MG/Funasa/MS

Colaboradores (ex-membros do Comitê Científico e instituições que representavam)

Aldo Pacheco Ferreira - Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz/MS

Ana Maria Nogueira - Financiadora de Estudos e Projetos – Finep/MCT

Andréa Gonçalves Fujichima - Decit/Ministério da Saúde
Angélica Rogério de Miranda Pontes - Decit/ Ministério da Saúde
Antônio da Costa Miranda - Associação dos Serviços Municipais de Saneamento - Assemae
Cristiana Maria Toscano - Decit/ Ministério da Saúde
Cristina Célia Silveira Brandão - Universidade de Brasília - UnB
Daniela Buosi - Decit/ Ministério da Saúde
Elizabeth Pinto Guedes - Financiadora de Estudos e Projetos – Finep/MCT
Iván Estribí Fonseca - Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS
Jacira Azevedo Câncio - Organização Pan-Americana da Saúde - OPAS
Jazielli de Carvalho Sá - Associação dos Serviços Municipais de Saneamento – Assemae
José Raimundo Machado - Diretor do Densp/**Funasa**/MS
Kátia Regina Ern - Diretora do Densp/**Funasa**/MS
Luiz Roberto Santos Moraes - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Maria Lúcia Prest Martelli - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**
Norma Lúcia de Carvalho - Ministério das Cidades
Ana Paula Neiva (suplente) - Ministério das Cidades
Regina Célia Borges de Lucena - Decit/ Ministério da Saúde
Rosane Radunz Coimbra - Associação dos Serviços Municipais de Saneamento - Assemae
Sadi Coutinho Filho - Diretor do Densp/**Funasa**/MS
Sérgio Antônio Gonçalves - Associação dos Serviços Municipais de Saneamento - Assemae
Teófilo Carlos Nascimento Monteiro - Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz/MS
Vanessa Guimarães Machado - Decit/ Ministério da Saúde

Coordenação do Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento

Patrícia Valéria Vaz Areal - Coordenadora Geral – Cgcot/Densp/**Funasa**/MS
Filomena Kotaka - Coordenadora - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS
Selma Irene Antonio - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS
Rosa Maria Vahia Terzella - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS
Ana Lúcia Magalhães Mariani - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS
Alexandra Lima da Costa - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS
Maria das Graças Dias - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

Colaboradores

Cristina Yuriko Iamamoto - Ministério da Ciência e Tecnologia
Luciane Mendel - CInfraero/SAC

Consultores Ad Hoc

Adacto Benedicto Ottoni
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Carlos Antonio A Pontes
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Eglé Novaes Teixeira

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Liséte Celina Lange

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Supervisores

Danyelle Grecco Bauer - Suest-BA/**Funasa**/MS

Joilson Damasceno do Espirito Santo - Suest-MT/**Funasa**/MS

Luiz Eduardo Martin - Suest-MG/**Funasa**/MS

Pedro Ivo de Almeida Santos- Suest-SP/**Funasa**/MS

Simone Souza de Oliveira - Suest-BA/**Funasa**/MS

Elaboração

Rosa Maria Vahia Terzella - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

Cristina Yuriko Iamamoto - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

Filomena Kotaka - Coordenadora - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

Autores

Augusto Fernandes Carvalho Sá de Oliveira – Coordenador

Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Helena Ribeiro – Coordenadora

Professora Doutora do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP)

Lúcia Helena de Oliveira - Coordenadora

Professora da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (UFG)

Marcelo Libânio – Coordenador

Professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Sandra Maria Furiam Dias – Coordenadora

Professora Doutora do Departamento de Tecnologia, Equipe de Estudo e Educação Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Viviana Maria Zanta – Coordenadora

Professora Doutora do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

