



Fundação Nacional de Saúde

CADERNO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA

9°

Fundação Nacional de Saúde

**9º Caderno de Pesquisa em
Engenharia de Saúde Pública**

**Funasa
Brasília/DF, 2018**

2018. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde.



Esta obra é disponibilizada nos termos da Licença Creative Commons – Atribuição – Não Comercial – Compartilhamento pela mesma licença 4.0 Internacional. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte. A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde:

Tiragem: 1ª edição – 2018 – 3.000 exemplares

Elaboração, distribuição e informações:

Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde
Departamento de Engenharia de Saúde Pública (Densp)
Coordenação Geral de Cooperação Técnica em Saneamento (Cgcot)
Coordenação de Desenvolvimento Tecnológico em Engenharia Sanitária (Codet)
SRTVN 702, Via W 5 Norte – Edifício PO 700 – 2º andar
Brasília, DF, 70.723-040
Tel.: (61) 3314-6233 3314- 6518
Home page: <http://www.funasa.gov.br>

Elaboração:

Filomena Kotaka
Cibele Medeiros Brito Leite
Cristine Diniz Santiago
Maria das Graças Dias
Rosa Maria Vahia Terzella
Selma Irene Antonio

Autores das pesquisas:

Adilson Ben da Costa
Ana Lucia Nogueira de Paiva Britto
Léo Heller
Helena Ribeiro
Pedro Roberto Jacobi
Sibele Berenice Castellã Pergher
Sonaly Cristina Rezende Borges de Lima

Editor:

Coordenação de Comunicação Social (Coesc/GabPr/
Funasa/MS)
Divisão de Editoração e Mídias de Rede (Diedi)
SRTVN 702, Via W 5 Norte – Edifício PO 700 – 2º andar
Brasília, DF, 70723-040

Diagramação:

All Type Assessoria Editorial Ltda
Marcus Vinicius Mota de Araújo
Fone: (61) 928420-3636

Impresso no Brasil/*Printed in Brazil*

Ficha Catalográfica

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde.
9º Caderno de pesquisa em Engenharia de Saúde Pública / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde.– Brasília : Funasa, 2018.
256 p.

ISBN: 978-85-7346-055-1

1. Pesquisa em Saneamento. 2. Gestão em saneamento. 3. Saneamento básico. I. Título.
CDU.628

Catálogo na fonte – Divisão de Museu e Biblioteca – Funasa

Título para indexação:

Em inglês: 9th Research Book in Public Health Engineering
Em espanhol: 9º Caderno de Investigación de Ingeniería de Salud Pública

Sumário

Apresentação	5
Gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: a participação social em três modelos institucionais no Espírito Santo	7
Coleta seletiva: modelos de gestão com e sem inclusão de catadores, vantagens e desvantagens na perspectiva da sustentabilidade	39
Metodologias para fortalecimento do controle social na gestão em saneamento	63
Tratamento de águas com excesso de ânions fluoreto e nitrato utilizando HDLs, argilas e zeólitas como adsorventes	103
Análise do Serviço Integrado de Saneamento Rural – SISAR, do Ceará, em sua dimensão político-institucional	141
Sistemas de tratamento para desfluoretação parcial de águas subterrâneas com presença de flúor superior à estabelecida na Portaria MS nº 2.914/2011	175
Instrumentos metodológicos para estimular a formação de consórcios públicos voltados para gestão integrada dos serviços de saneamento	209
Relação das Pesquisas conveniadas/selecionadas pela Funasa Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento	243



Apresentação

O 9º Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública apresenta os resumos executivos de sete pesquisas financiadas pela Funasa, resultantes dos Editais 01/2007 e 01/2011 do Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento.

As pesquisas apresentadas neste Caderno são nas áreas de gestão em engenharia de saúde pública, resíduos sólidos urbanos e abastecimento de água, temas relevantes para o desenvolvimento do saneamento básico no País, contribuindo para a missão da Funasa de “promover a saúde pública e a inclusão social por meio de ações de saneamento e saúde ambiental”.

Na área de gestão em engenharia de saúde pública, foram desenvolvidas quatro pesquisas.

A pesquisa “Gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: a participação social em três modelos institucionais no Espírito Santo”, realizada pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), buscou compreender como se dá a participação social na gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em três diferentes modelos institucionais – prestação privada, entidade municipal e companhia estadual. Os resultados indicam que a gestão de saneamento se encontra distante da proposta nacional de participação por meio dos principais mecanismos, como os conselhos municipais.

A pesquisa “Metodologias para fortalecimento do controle social na gestão em saneamento” foi realizada pela Universidade de São Paulo (USP), teve por objetivo, na perspectiva da Política Nacional de Saneamento Básico, Lei 11.445/2007, oferecer metodologias que promovam e/ou fortaleçam a participação da comunidade em processos de gestão dos serviços de saneamento básico municipal. As metodologias se mostraram eficientes nos dois municípios do sudeste brasileiro em que foram aplicadas, e demandam continuidade no processo para manutenção da articulação da comunidade.

A pesquisa “Análise do Serviço Integrado de Saneamento Rural – SISAR, do Ceará, em sua dimensão político-institucional” foi realizada pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A pesquisa objetivou analisar o Serviço Integrado de Saneamento Rural (SISAR) do Ceará, nas suas dimensões político-institucional e tecnológica, buscando identificar seus impactos e efeitos concretos em comunidades rurais do estado. Observou-se que além de levar água às comunidades, o SISAR incide na elevação da qualidade de vida das pessoas, na conseqüente melhoria em sua saúde, assim como empodera as comunidades, que se tornam mais ativas e participativas em questões de interesse comum.

A pesquisa “Instrumentos metodológicos para estimular a formação de consórcios públicos voltados para gestão integrada dos serviços de saneamento” foi desenvolvida pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A pesquisa avaliou a situação atual dos consórcios públicos de saneamento básico no Brasil, apontando as perspectivas positivas e os impasses no seu funcionamento, procurando também elaborar instrumentos metodológicos para apoiar a construção de consórcios voltados para a gestão integrada desses serviços. Os resultados apontam para a impossibilidade de consórcios que operem nas quatro dimensões do saneamento básico; além disso, verificou-se que os consórcios voltados ao abastecimento de água e esgotamento sanitário surgem em função da articulação política entre os municípios ou de propostas coordenadas pela Fundação Nacional de Saúde.

Na área de resíduos sólidos urbanos, foi desenvolvida a pesquisa “Coleta seletiva: modelos de gestão com e sem inclusão de catadores, vantagens e desvantagens na perspectiva da sustentabilidade”, realizada pela Universidade de São Paulo (USP). Neste estudo foram analisadas vantagens e desvantagens da coleta seletiva realizada em municípios que a operam diretamente ou contratam empresas para realizá-la, bem como em municípios que a realizam conjuntamente com organizações de catadores. Observou-se que há impactos ambientais e socioeconômicos positivos em ambas as modalidades dos programas de coleta seletiva municipais, mas as iniciativas são ainda limitadas em função das necessidades e possibilidades.

Na área de abastecimento de água, foram desenvolvidas duas pesquisas.

A pesquisa “Tratamento de águas com excesso de ânions fluoreto e nitrato utilizando HDLS, argilas e zeólitas como adsorventes”, realizada pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), visou buscar um adsorvente efetivo para a remoção de nitratos e fluoretos de águas para consumo humano. Os resultados indicaram que diversos materiais podem ser empregados como adsorventes para nitratos e fluoretos, sendo os mais adequados compostos tipo hidrotalcitas. Ainda, o estudo conclui que processos conjugados alcançam eliminações maiores.

A pesquisa “Sistemas de tratamento para desfluoretação parcial de águas subterrâneas com presença de flúor superior à estabelecida na Portaria MS nº 2.914/2011”, foi desenvolvida pela Universidade de Santa Cruz do Sul – RS (UNISC). Foram desenvolvidos sistemas para a remoção do excesso de fluoreto de águas subterrâneas, adequando-as ao consumo humano conforme a Portaria do Ministério da Saúde do Brasil. Os resultados são dois sistemas distintos de desfluoretação, que possibilitam a remoção parcial de flúor de águas naturais até níveis adequados ao consumo humano, sendo tecnologias de fácil aplicabilidade, baixo custo de implantação, operação e manutenção, o que contribui na melhoria das condições de vida da população, especialmente as menos favorecidas.

Os Cadernos de Pesquisa estão disponibilizados na página eletrônica da Funasa <<http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudos-e-pesquisas1>>.

Gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: a participação social em três modelos institucionais no Espírito Santo

Coordenador da Pesquisa: Léo Heller

Participantes: Marluce Martins de Aguiar, Elza Machado de Melo

Instituição Executora: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG)

Instituição Conveniente: Fundação Christiano Ottoni (FCO)

Resumo

Compreender como se dá a participação social na gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em três diferentes modelos institucionais definiu o problema da pesquisa. Os modelos de gestão estudados foram os de prestação dos serviços por empresa privada, por entidade municipal e por companhia estadual, nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Colatina e Vitória do Estado do Espírito Santo. O estudo teve como marco referencial a teoria da ação comunicativa de Jürgen Habermas e, a partir dela, sua proposta de uma teoria democrática deliberativa. Trata-se de um modelo procedimental de democracia entendido como institucionalização dos processos discursivos de formação da opinião e da vontade, em que os cidadãos, por meio de debates e em condições de igualdade, mediados pela linguagem e pelo poder do melhor argumento, atuam na solução de problemas e na busca da emancipação. Quanto à abordagem do estudo foi utilizado o método qualitativo, que se mostra mais adequado quando se trata de buscar as relações entre os diversos atores sociais, quer seja no âmbito das instituições ou dos movimentos sociais, ou ainda em estudos com o foco na avaliação da participação e cidadania. Os procedimentos metodológicos envolveram pesquisas documentais, entrevistas com atores-chaves e grupos focais com representantes da população dos municípios. Os resultados apontam para uma gestão de saneamento

ainda distante da proposta deliberativa de participação com os principais mecanismos de participação (tais como os conselhos de saneamento) “colonizados” pelos meios diretores dinheiro e poder, e uma sociedade civil que não participa da política e gestão de saneamento.

Palavras-chave: Gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Participação social. Teoria da ação comunicativa. Democracia deliberativa.

Abstract

Comprehending how social participation occurred in the context of water supply and sewerage systems management in three different institutional models constitutes this research’s problem. The studied management models were those of service provision by a private company, municipal entity and state company, on the municipalities of Cachoeiro de Itapemirim, Colatina and Vitória, in Espírito Santo’s state. Jürgen Habermas’ communicative action theory was the reference mark of the research and, based on it, the proposal of a deliberative democratic theory. It consists of a procedural democracy model understood as an institutionalization of the discursive processes of opinion and will formation, in which citizens, through debates on equality conditions, mediated by language and the best argument power, act on solving problems, in search of emancipation. As for the research’s approach, the qualitative method suited best, since it seeks relations among various social players, whether in the scope of institutions or social movements, or even in studies focused on the participation and citizenship evaluation. Methodological procedures involved documental research, interviews with key social players and focal groups with people representatives. Results point at a sanitation management still far from the deliberative participation proposal, with the main participation tools (such as sanitation councils) “colonized” by the director means money and power, and a civil society which does not participate on politics or sanitation management.

Keywords: Water supply and sewerage system management. Social participation. Communicative action theory. Deliberative democracy.

1. Introdução

A participação popular nas políticas públicas vem sendo alvo de discussões teóricas e de pesquisas empíricas, geralmente compreendida como relevante para melhoria da qualidade de vida da população, promoção da cidadania, sendo estratégica no que se refere à universalização de direitos, prestação de contas à comunidade (*accountability*), consciência, aprendizado e emancipação social (AGUILAR; FUENTES,

2007; DAGNINO, 2004; HABERMAS, 1997; HABERMAS, 2006, HELLER; CASTRO, 2007; HIGGINS, 1999; BERLINCK; SAITO, 2010; SANTOS, 2005; SILVA *et al.*, 2010).

No Brasil, o papel dos cidadãos na formulação e avaliação das políticas públicas teve ênfase a partir 1988 com a promulgação da Constituição Federal que prevê também a descentralização política do governo federal para o nível local. Ressalta-se nessa época, porém, o que Dagnino (2004) denominou de confluência perversa. De um lado o projeto democratizante e do outro a política de ajustes econômicos neoliberais, que ocorreram simultaneamente no Brasil e requereram, ambos, a participação ativa da sociedade, mas, apontando em direções contrárias.

No que se refere aos modelos de gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário adotados na América Latina e encontrados no Brasil, o enfoque na especialização, a tradição hierárquica e tecnológica, contribuem para o desenvolvimento de instituições fechadas à avaliação e ao controle do usuário e cidadão. Isso cria um distanciamento em relação a eles, tanto da perspectiva do reconhecimento dos seus direitos, como de seus deveres e responsabilidades (CASTRO; LACABANA, 2005; CASTRO, 2007).

Não obstante as escassas experiências de gestão participativa, diversos autores têm trazido à discussão a importância da superação das barreiras socioinstitucionais e da criação de esferas públicas de participação cidadã para a formulação e controle das políticas públicas, especialmente aquelas cujo tema assume relevância social e ambiental como as de WSS (*water supply and sanitation services* – serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário) (AGUDO, 2006; AGUILAR; FUENTES, 2007; BANDESHA; LITVA, 2005; FRANCEYS; GERLACH, 2011; GUTMANN; THOMPSON, 2007; HADI, 2000; HALL; LOBINA, 2006; HELLER; CASTRO, 2007; MULAS, 2006; RAMÍREZ *et al.*, 2011; SANTOS, 2005; SUBIRATS, 2006).

Em alguns setores públicos no Brasil, como, por exemplo, na saúde, os mecanismos institucionais de participação já se fazem formalmente presentes, por meio de conselhos e conferências nacionais, estaduais e municipais, desde a década de 1990 (BRASIL, 1990).

Também em relação ao meio ambiente, as audiências públicas para discussão de projetos de significativo impacto são mecanismos definidos pela Resolução 001/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 1986). Os conselhos de educação e meio ambiente, os comitês de bacia e os conselhos de planos diretores urbanos, entre outros, são mecanismos institucionais de participação que, embora ainda necessitem aperfeiçoamento, podem constituir-se em exemplos para a política e gestão dos WSS.

Algumas experiências exitosas de participação na formulação de políticas públicas revelam importantes possibilidades de processos interativos entre a sociedade e o Estado. Um exemplo é o Orçamento Participativo (OP) de Porto Alegre. Em relação aos WSS, esse processo de participação popular revelou-se importante fator para o alcance da eficiência e relevante *performance* em relação à implementação e universalização dos serviços naquele município (VIERO, 2003; FUNG, 2006).

Uma possibilidade para ampliação dos debates sobre a democratização dos WSS surgiu com a aprovação, em janeiro de 2007, da Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico¹. Essa lei dispõe, em seus princípios fundamentais, ainda que timidamente, a necessidade do controle social. Essa dimensão sociopolítica ganha especial relevância, uma vez que a referida lei estabelece a necessidade de os titulares dos serviços apresentarem políticas de saneamento, incluindo os WSS. Tais políticas deverão ser formuladas por meio da elaboração de planos municipais e do estabelecimento de mecanismos de controle social, constituindo-se, assim, em importante oportunidade de se buscar formas participativas que incluam a população e os demais setores institucionais, em especial os de saúde, nos debates e formulações.

O presente estudo teve como objetivo a avaliação da participação social na gestão de WSS em três diferentes modelos institucionais: a prestação dos serviços por empresa privada, por entidade municipal e por companhia estadual, respectivamente, nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Colatina e Vitória, no Espírito Santo. Adotou, como marco referencial, a teoria da ação comunicativa de Jürgen Habermas e, a partir dela, um modelo de democracia entendido como a institucionalização dos processos discursivos de formação da opinião e da vontade.

Um modelo de gestão participativa de WSS pressupõe um processo democrático de cooperação e de caráter pedagógico, de modo que a população, ao se conscientizar de seu papel político-deliberativo, possa influenciar de forma ativa na formulação, execução e avaliação das políticas para o setor. Isso, por sua vez, requer relações sociais que possibilitem o envolvimento dos diversos atores nas decisões que, dessa forma, se tornam compartilhadas. Assim, pretende-se responder à seguinte questão: Como se dá a participação social na gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos três diferentes modelos institucionais no Espírito Santo? Espera-se, com o estudo, contribuir para reflexões e proposições de políticas e de

1 Segundo a legislação brasileira, saneamento básico é definido como o conjunto de quatro diferentes serviços: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais.

gestão dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário que possam inserir os diversos atores sociais, na sua construção, implementação e avaliação.

1.1 Sobre a Participação Social

Para o desenvolvimento do tema, trabalhou-se o conceito de participação, uma vez que o termo está repleto de ambiguidades, podendo referir-se a diversos fins e modalidades de ação, eleitoral e partidária, de movimentos sociais e controle social, muitos deles em oposição, incluindo formas manipuladas ou induzidas por elites dirigentes (DAGNINO, 2004; GARANDE; DAGG, 2005; GOHN, 2006; TEIXEIRA, 1997). O conceito utilizado nesse trabalho se fundamentou na teoria da ação comunicativa de Habermas (1987, v.1 e 1997, v. 2) cujos aportes auxiliam no entendimento de como se dão as relações sociais e o funcionamento dos processos democráticos, à medida que põem em foco a importância da esfera pública como o lócus privilegiado de emancipação social e de democratização das relações sociais.

Diversos autores reconhecem a fecundidade do pensamento de Habermas, no sentido de iluminar essa discussão (BAUR; ABMA 2011; BURKART, 2007; JACOBSON; STOREY, 2004; MELO *et al.*, 2005; NEBLO, 2005; PARKINS; MITCHELL, 2005; PINTO, 1996; PURI; SAHAY, 2003; RIST *et al.*, 2007; TENÓRIO; MARQUES FILHO, 2006; VIZEU; BIN, 2008).

Habermas faz distinção entre a ação estratégica, aquela orientada para o êxito, com fins egoístas e sem a interação entre os envolvidos, e a ação comunicativa, assim descrita "...falo em agir comunicativo quando os atores tratam de harmonizar internamente seus planos de ação e de só perseguir suas respectivas metas sob a condição de um acordo existente ou a se negociar sobre a situação e as consequências existentes" (Habermas, 1987 v.1: p.165).

Complementar à ação comunicativa e para compreender as sociedades modernas, Habermas (1987) traz ainda, os conceitos de *sistema* e *mundo da vida*. O *sistema* (Estado e economia) é representado pelos meios dinheiro e poder administrativo, responsáveis pela reprodução material da sociedade, e o *mundo da vida*, o pano de fundo da ação comunicativa, representado pela cultura (conhecimento), sociedade (ordem legítima) e personalidade (identidade individual), responsáveis pela reprodução simbólica da sociedade. O "*mundo da vida* é o mundo sociocultural, constituído pela esfera pública e pela vida privada", como explica Melo (2010).

O *mundo da vida* e a ação comunicativa guardam entre si uma relação circular, pois é naquele que acontece a ação comunicativa e, ao mesmo tempo, é a ação comunicativa que garante reprodução do *mundo da vida*. A evolução social "se faz, então,

com racionalização do *mundo da vida* e como aumento de complexidade sistêmica e, nas sociedades atuais do capitalismo tardio, ela acabou por levar ao que Habermas denominou de *colonização do mundo da vida, pelo sistema*” (MELO, 2010).

A *colonização do mundo da vida* traz inúmeras consequências e diferentes efeitos, que estão associados aos diferentes componentes estruturais do *mundo da vida*. Com a *colonização do mundo da vida*, os espaços que deveriam ser orientados e regulados pelo *mundo da vida* como, por exemplo, as escolas, os conselhos gestores, passam a ser orientados predominantemente pelos meios diretores, dinheiro e poder (tecnoburocracia).

São muitos os exemplos dessas consequências. Uma delas é a criação da cultura de especialistas que subtrai a esfera pública e o cotidiano dos cidadãos comuns do seu potencial crítico, transformando problemas que demandam uma solução política negociada em problemas técnicos, que requerem soluções por meio de especialistas. Isso assegura a consolidação do cidadão passivo, espectador e cliente da ação estatal, com uma formação débil da vontade e da opinião (HABERMAS, 1997). Essa cultura é ajustada ao modelo de democracia inspirado no agir instrumental – isso é, na participação que se expressa na escolha entre alternativas dadas, como ocorre com o voto – que supre bem as necessidades de legitimação do Estado, pela obtenção do consentimento dos cidadãos, sem maiores riscos oriundos de uma participação efetiva (HABERMAS, 1987b).

Em contraposição a esse, Habermas (1997, v.2) desenvolve outro modelo, inspirado na ação comunicativa: a democracia deliberativa, que vincula a ideia do uso público da razão à teoria do direito e democracia e pode ser definida como institucionalização, no sistema político das sociedades modernas, dos princípios normativos da racionalidade comunicativa por meio do direito.

Na democracia deliberativa existe um espaço público intermediando a sociedade civil (esfera pública) e o poder público. A esfera pública se constitui por meio da ação comunicativa, quando diferentes públicos ou indivíduos em redes de comunicação, de forma articulada, apresentam e identificam os problemas ou questões que lhes afetam, assumem posições, trocam argumentos e apresentam justificativas, caso questionados pelos participantes da interação.

Esse processo de justificação recíproca dos argumentos e das ações postas em prática, por exemplo, pelos governantes e pelos governados, acontece de maneira a tornar suas ações mais compreensíveis e potencialmente aceitáveis e de não isolar os dois poderes (administrativo e comunicativo).

Habermas (1997, v.2) descreve os processos de comunicação e de decisão do sistema político numa perspectiva de duas vias, centro-periferia. O centro do sistema é formado pelos complexos institucionais: a administração, o judiciário e o parlamento, onde se dá a formação democrática da opinião e da vontade. Na periferia encontra-se a esfera pública composta por associações formadoras de opinião, especializadas em temas e em exercer influência pública (grupos de interesse, sindicatos, associações culturais, igrejas, movimentos sociais, etc.).

Assim, Habermas parte do princípio de que cidadãos livres e organizados podem remeter suas demandas às esferas centrais do sistema político, cujos atores administrativos, por conseguinte, estarão dispostos a inserir demandas nos processos decisórios (MARQUES, 2009).

Trazendo a perspectiva proposta por Habermas (1997, v.2) para o caso dos municípios brasileiros, Tenório & Marques Filho (2006) exemplificam que o centro poderia ser representado pelo Poder Executivo do município, suas diferentes agências administrativas (secretarias setoriais) e câmara de vereadores, ou seja, o sistema administrativo. A periferia poderia ser ilustrada por diferentes atores da sociedade civil organizada que comporiam a esfera pública intermediadora e/ou de acompanhamento na relação poder público-população. Os espaços privilegiados para esses fins poderiam ser arranjos institucionais, formados pelos fóruns públicos projetados pelo sistema administrativo, ou aqueles informais criados pela própria sociedade civil.

Habermas (1997, v.2) enfatiza que a periferia, ou seja, a sociedade civil possui uma maior sensibilidade para detectar problemas e identificá-los antes que os centros da política. Exemplos como ameaças ecológicas (morte das florestas, poluição da água, desaparecimento de espécies, etc.), empobrecimento progressivo e dramático do Terceiro Mundo e problemas de ordem econômica têm sido levantados a partir da periferia e não das grandes organizações ou sistemas funcionais da sociedade, comenta o autor.

Sendo os WSS serviços essenciais para a preservação da qualidade de vida e do meio ambiente, entende-se a contribuição trazida por uma gestão democrática, com controle social, ao promover a transparência e a *accountability* na gestão dos serviços, sua habilidade de alterar atitudes e comportamentos e se constituir em processo de aprendizado (BERLINCK; SAITO, 2010; BURKART, 2007; FRANCEYS; GERLACH, 2011; GARANDE; DAGG, 2005; GINÉ; PÉREZ-FOGUET, 2008; HADI, 2000; HELLER; CASTRO, 2007; GODFREY; OBIKA, 2004; RIST *et al.*, 2007; VINCENT, 2003; WAMPLER, 2007; WAMPLER 2008).

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar a participação social em três modelos de gestão de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário – privatizado, municipal e estadual – nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Colatina e Vitória, no Espírito Santo.

2.2 Objetivos específicos

Em relação à gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário:

- identificar as características institucionais e técnico-operacionais;
- desenvolver um marco analítico, utilizando-se da Teoria da Ação Comunicativa de Habermas e de sua proposta de democracia deliberativa para avaliação da participação social, nos três modelos institucionais analisados;
- comparar os três modelos institucionais, no que se refere às possibilidades e limites da participação social.

3. Metodologia

Nesse estudo, a gestão dos WSS foi definida como o modo de atuação de um “conjunto de agentes institucionais, governamentais e entidades privadas, que tem o objetivo de executar a política de saneamento adotada, tendo como principal instrumento o plano de saneamento” (BRASIL, 2004, p. 22).

A seleção dos municípios obedeceu a dois critérios: modelos de gestão – municipal, estadual e privatizado – e população superior a 100.000 habitantes. Os municípios selecionados foram Cachoeiro de Itapemirim (único no estado do Espírito Santo com modelo privatizado), Colatina (gestão municipal) e Vitória (capital do estado, com gestão estadual).

As fontes primárias de coleta de dados foram 25 entrevistas semiestruturadas, e 12 grupos focais, que propiciam um debate aberto e acessível em torno de um tema de interesse comum aos participantes [...] e a compreensão dos *mundos da vida*. (GASKELL, 2002, p. 65-79).

Os entrevistados foram previamente selecionados por entidade ou instituição representativa. Tal procedimento se consubstanciou em importante suporte para identificação da relevância do papel de cada um, além de propiciar um entendimento de como estavam estruturadas a política e a gestão dos serviços nos municípios. Um pré-teste das entrevistas individuais foi realizado, para avaliação da adequação e necessidade de complementações das perguntas para atender aos objetivos propostos.

Os grupos focais foram formados por pessoas de bairros de renda baixa e média, promovendo a homogeneidade no mesmo grupo e a heterogeneidade entre grupos, com o objetivo de captar as diferentes percepções da população com faixas de renda diferenciadas. Os critérios de inclusão foram os seguintes: atuar como liderança no bairro (formal ou informal) e ser morador do município há mais de 10 anos. A seleção dos bairros foi estabelecida junto às equipes do Programa de Saúde da Família (PSF) dos municípios, que realiza a distribuição segundo setores socioeconômicos. No total foram formados 12 grupos focais, com uma média de oito participantes por grupo e um total de 101 participantes.

Foi feita também análise documental utilizando documentos das empresas gestoras dos serviços, leis, decretos, edital de concorrência pública, contrato de concessão, atas de reuniões dos conselhos de saneamento e relatórios.

Para a análise interpretativa dos dados das entrevistas e documentos coletados, foram percorridas as etapas de pré-análise, exploração do material e análise final dos dados, fundamentada no marco teórico utilizado (MINAYO, 2008).

O presente projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG), atendendo à Resolução nº 196/96² do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e foi aprovado em 8 de maio de 2008.

A Tabela 1 sintetiza o perfil dos entrevistados e a Tabela 2 as siglas utilizadas na identificação.

2 Revisada e revogada em 12/12/2012 e substituída pela Res. CNC nº 466/2012.

Tabela 1 – Seleção das instituições e número de entrevistados por município

Cachoeiro de Itapemirim	Colatina	Vitória
CITÁGUA (2) – concessionária municipal responsável pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Cachoeiro de Itapemirim.	SANEAR (2) – autarquia responsável pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Colatina.	CESAN (2) – concessionária estadual responsável pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Vitória.
Conselho Municipal de Saneamento – COMUSA (2)	Conselho Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental – COMMASA (2)	Conselho Municipal de Saúde (1)
Prefeitura Municipal de Cachoeiro de Itapemirim (1)	Prefeitura Municipal de Colatina (2)	Prefeitura Municipal de Vitória (2)
Federação das Associações de Moradores e dos Movimentos Populares de Cachoeiro de Itapemirim – FAMMOPOCI (1)	União das Associações de Moradores de Colatina – UNASCOL (1)	Conselho Popular de Vitória (1)
Conselho Municipal de Saúde (1)	Conselho Municipal de Saúde (1)	
Câmara de Vereadores (1)	Serviço Municipal de Proteção ao Consumidor – PROCON (1)	
AGERSA (1) – Agência Municipal de Regulação		
Poder Executivo (1)		
Total (10)	Total (9)	Total (6)

Fonte: Os próprios autores

Nota: O número entre parênteses indica o número de pessoas entrevistadas

Tabela 2 – Siglas dos entrevistados

Município	Instituição	Sigla
Cachoeiro de Itapemirim	Prefeitura Municipal	RP-CI
	Conselho Municipal de Saneamento – COMUSA (entrevistado 1)	RCO1-CI
	COMUSA (entrevistado 2)	RCO2-CI
	Conselho Municipal de Saúde	RCS-CI
	Federação das Associações de Moradores e dos Movimentos Populares de Cachoeiro de Itapemirim – FAMMOPOCI	RF-CI
Colatina	Prefeitura Municipal	RP-COL
	Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento – SANEAR	RS-COL
	Conselho Municipal de Meio Ambiente e Saneamento – COMMASA 1	RCO1-COL
	COMMASA 2	RCO2-COL
	Conselho Municipal de Saúde	RCS-COL
Vitória	Prefeitura Municipal (entrevistado 1)	RP1-V
	Prefeitura Municipal (entrevistado 2)	RP2-V
	CESAN 1	RC1-V
	CESAN 2	RC2-V
	Conselho Popular de Vitória – CPV	RCP-V

Fonte: Os próprios autores

3.1 Breve contexto dos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Colatina e Vitória – ES

O município de Cachoeiro de Itapemirim situa-se ao sul do Estado do Espírito Santo e tem população de 210.325 habitantes (IBGE, 2016a). A gestão de WSS que era municipalizada e realizada pela autarquia Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE até 1998, foi concedida por um prazo de 27 anos à empresa Águas de Cachoeiro S.A. – CITÁGUA, que vendeu os direitos de concessão à outra empresa em 2008.

O município de Colatina situa-se ao norte do Estado e tem população estimada pelo IBGE (2016b) de 123.598 habitantes. A gestão dos WSS é realizada pela autarquia municipal: Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental (SANEAR). Além desses serviços, a autarquia é responsável também pela gestão dos resíduos sólidos e pela coordenação, controle e execução da política ambiental do município.

O município de Vitória é a capital do Estado do Espírito Santo e tem população estimada pelo IBGE (2016c) de 359.555 habitantes. A gestão dos WSS é realizada pela Companhia Espírito Santense de Água e Esgoto (CESAN), uma empresa estadual de capital misto.

A localização dos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Colatina e Vitória – ES está apresentada na Figura 1.

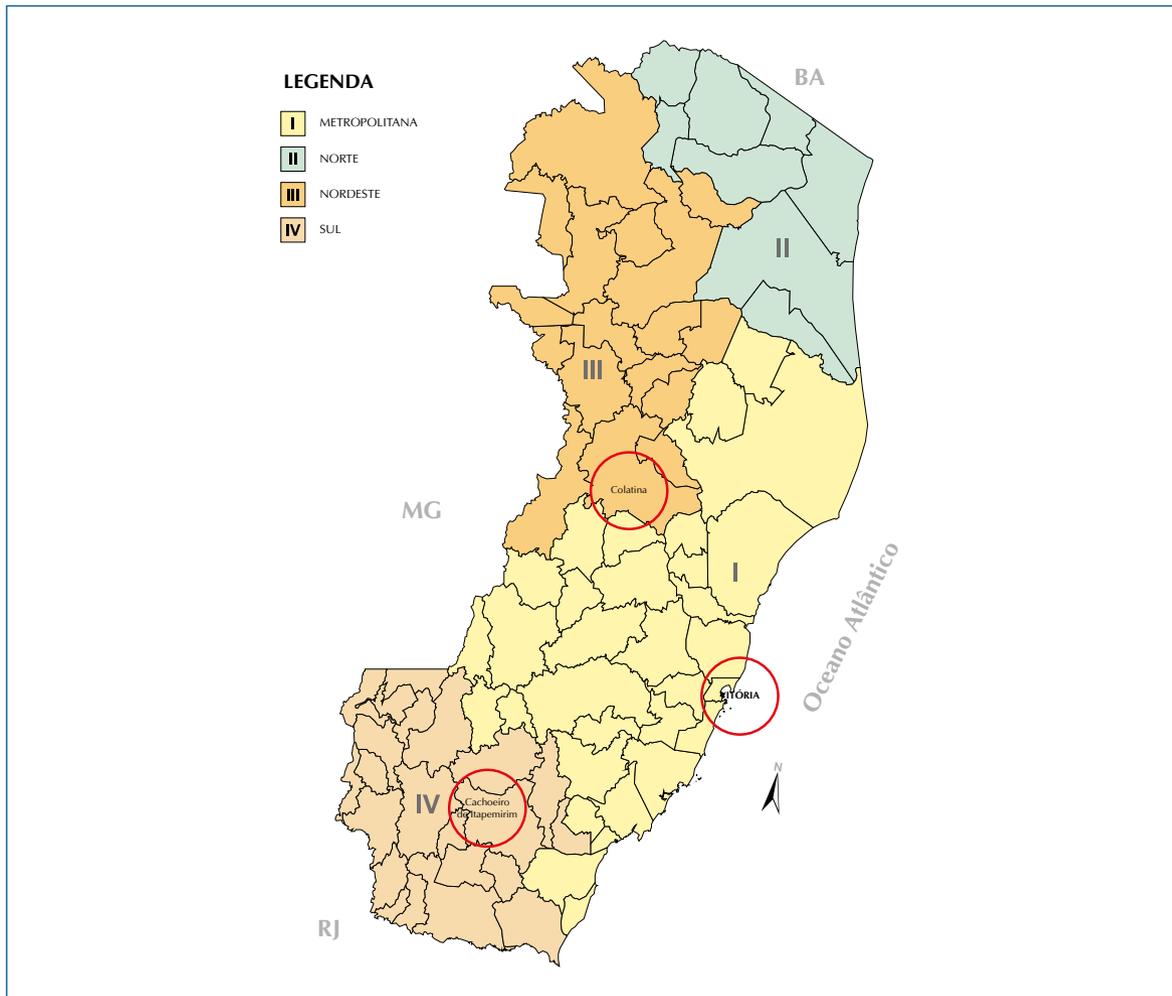


Figura 1 – Os municípios de Colatina, Vitória e Cachoeiro de Itapemirim do Estado do Espírito Santo – Brasil

Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN, 2004)

4. Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

O município de Cachoeiro de Itapemirim experimentou nas últimas três décadas (1973-2008) administrações municipais de prefeitos com perfis populistas e autoritários, que se revezaram no poder. O prefeito Theodorico Ferraço, em cuja administração ocorreu a privatização, ocupou o cargo por quatro mandatos (1973-1977, 1989-1992, 1997-2000, 2001-2004), alternando-o com José Tasso (1993-1996) e Roberto Valadão (1983-1988; 2005-2008) (MOREIRA, 2004, *apud* BALTHAZAR, 2005).

Colatina também vivenciou diversas administrações, cujos perfis foram marcados por pouca ou nenhuma disposição de inovação no que se refere a mecanismos de participação, como atestam depoimentos da representante da prefeitura e do Conselho Municipal de Meio Ambiente e Saneamento (COMMASA):

Bom, deixa eu falar então um pouco pra você do histórico da cidade, pra você entender. Quando nós assumimos, lá em 2001, a cidade estava assim, na mão de grupos conservadores, né? Que a gente pode até de repente dizer que ainda estava naquela história do coronelismo? E aí as pessoas... quem tava na administração, ditava o que queria. Então não tinha essa participação [RP-COL].

[...] Então, em 98, ele passa a fazer parte do saneamento básico, passa a interessar. Primeiro, é que vinha uma grande verba para a cidade para água, tratamento de água... o prefeito era o Dr. Dilo Binda. Ele, para não criar... ele era avesso a conselhos, o Dilo, o prefeito Dilo Binda era avesso a conselhos. No primeiro mandato dele ele não ouvia ninguém, ele era avesso a essa coisa [RCO2-COL, grifo nosso].

A Prefeitura de Vitória, desde 1989, nos marcos de uma nova institucionalidade política, não somente criou inúmeros canais de participação, como também investiu em diversos programas e projetos com a premissa da participação social, dos quais merecem destaque o Programa de Desenvolvimento Urbano Integrado e de Preservação do Manguezal – Projeto São Pedro –, de ação integrada, que previa a participação popular, e o Programa Integrado de Desenvolvimento Social, Urbano e de Preservação Ambiental nas áreas ocupadas por população de baixa renda no município de Vitória – Projeto Terra –, criado em 1998.

Entre os canais de participação estão os que tratam da elaboração e implementação do orçamento popular e da criação e institucionalização de mais de 30 conselhos gestores de políticas públicas em distintas áreas de atuação. Isso tem propiciado à Prefeitura de Vitória uma imagem de Prefeitura moderna, que busca, a partir de

formas institucionais de participação, o respeito à democratização da gestão (SILVA; NASCIMENTO, 2006).

No entanto, o exame das interações entre o Governo Municipal de Vitória e a sociedade, em alguns desses espaços participativos, revelou fragilidades em termos de protagonismo e efetividade da participação cidadã. De acordo com Silva e Nascimento (2006, p. 40-41), “apesar da permanência desses canais por mais de uma década, a participação popular, seja nos Conselhos Gestores seja no orçamento participativo, adotado regularmente no Município para a definição das prioridades de investimentos, não parece ter produzido um aprendizado pedagógico no sentido de expandir as possibilidades de transformação do *status quo*”.

4.1 A participação social nos canais institucionais de participação de Cachoeiro de Itapemirim e Colatina

Como visto, fundado em sua teoria da ação comunicativa, Habermas propõe um esquema organizacional em que recupera o papel dos espaços públicos autônomos conectados aos mecanismos de formação democrática da vontade. Nesses espaços, as decisões que serão tomadas são antecedidas de discussões entre os diversos atores envolvidos, de forma a legitimar tais decisões.

Os espaços públicos situados entre a esfera privada e o Estado atuam como caixa de ressonância dos problemas da sociedade a serem trabalhados pelo sistema político. Sua função consiste não somente em perceber e identificar problemas que afetam o conjunto da sociedade, mas de discuti-los de forma convincente e eficaz, apresentar contribuições e dramatizar sobre eles, de tal modo que sejam assumidos e processados pelo sistema político (HABERMAS, 1997, v.2). Do mesmo modo que o poder social, a influência político-publicitária se transforma em poder político através de processos institucionalizados.

Assim, discutem-se a seguir os principais mecanismos institucionais de participação na política de WSS existente nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim e Colatina, na tentativa de desvelar se esses espaços – tais como conselhos municipais e audiências públicas –, supostamente democráticos, têm suas orientações comprometidas com a possibilidade e o sentido de igualdade participativa.

O município de Cachoeiro de Itapemirim dispõe de uma Política Municipal de Saneamento³ instituída em 1999, que definiu o Sistema Municipal de Saneamento

3 Saneamento tem o significado equivalente ao de saneamento básico definido na Nota 1.

(SIMSA) (CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, 1999). Fazem parte do SIMSA o Conselho Municipal de Saneamento (COMUSA), previsto como o Órgão Superior do Sistema e a Agência Municipal de Regulação dos Serviços Públicos Delegados (AGERSA), órgão regulador, responsável pela fiscalização dos serviços. A AGERSA deve realizar pelo menos duas audiências públicas anuais para apresentar e discutir com a sociedade a prestação de contas dos serviços prestados pela CITÁGUA (Foz do Brasil). O COMUSA e as audiências públicas da AGERSA se constituem nos mecanismos institucionais de controle social.

Ressalta-se que a Política Municipal de Saneamento e, com ela, o COMUSA e a AGERSA foram estabelecidos por iniciativa do Prefeito a partir da privatização dos WSS de Cachoeiro de Itapemirim. O COMUSA tem caráter consultivo e deliberativo. É composto por dezesseis representantes, sendo sete do poder administrativo, seis da sociedade civil organizada, um da Câmara Municipal, um da AGERSA e um da concessionária dos serviços. Cabe destacar que a representação da sociedade civil abriga diferentes interesses, compreendendo representantes da Associação Comercial e dos Dirigentes Lojistas.

O município de Colatina dispõe do Código Municipal de Meio Ambiente criado pela Lei nº 5.045/2004, que prevê o Sistema Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental⁴ (SIMMASA). Como instância superior do SIMMASA está previsto o Conselho Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental (COMMASA), mecanismo institucional de controle social. O COMMASA possui caráter consultivo e deliberativo. É composto por 16 representantes, sendo sete do Poder Público, seis da sociedade civil organizada, um do setor industrial e comercial, um do sindicato patronal rural e um do SANEAR. O presidente do COMMASA é nomeado pelo Prefeito. Ressalta-se que o COMMASA nasceu por reivindicação de uma organização ambientalista, após a II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano (Rio 92), inicialmente como conselho de meio ambiente, vindo a incorporar o saneamento a partir de 1999, por determinação do então prefeito, com vistas a atender exigências de órgãos de financiamento de saneamento.

Apesar de serem instituídos como órgãos superiores dos sistemas de saneamento locais e representarem importantes canais de articulação centro-periferia, na perspectiva da democracia deliberativa habermasiana, constatou-se, a partir da análise dos dados de entrevistas, dos grupos focais e dos documentos, que o COMUSA e o COMMASA apresentam *déficits* democráticos em seu funcionamento.

4 Também com significado equivalente ao de saneamento básico.

A começar pela representação, em que predomina o poder administrativo. Essa assimetria, não somente numérica, mas de acesso à informação, desconhecimento do funcionamento da estrutura governamental e disponibilidade de tempo, interfere no funcionamento, uma vez que os membros do governo dispõem de um recurso privilegiado: a informação e o discurso técnico que podem levar ao predomínio das intervenções e das decisões e à inibição de participantes da sociedade civil. Trata-se de situação próxima ao que Habermas (1997, v.2) denomina de *colonização do mundo da vida*, deixando os representantes da sociedade como que à mercê dos imperativos sistêmicos. Além disso, pode-se sugerir que o poder independe da representação numérica: mesmo em minoria, ao disporem desses recursos, os representantes do poder administrativo seriam capazes de controlar as decisões. A simetria é, portanto, uma condição para acordos formados democraticamente (HABERMAS, 1997, v.2).

Sobre a questão da proporção das representações ela pode ser ilustrada pelo trecho da entrevista dos representantes da FAMOPOCCI e do COMMASA:

A maioria faz parte do governo. Como eles são maioria eles sobem a água da forma que eles querem porque somos a minoria. Lá é por votação. A aprovação da água depende do conselho. Só sobe com a aprovação do conselho e a maioria do conselho trabalha no município [RF-CI].

Ainda a atuação é fraca, a questão democrática do conselho são um caso... Essa democratização das decisões, o equilíbrio das decisões dentro do conselho é comprometido pela própria formação [RCO-2-COL].

Já o predomínio do discurso técnico, que pode levar ao constrangimento de participantes, pode ser constatado na fala do representante do COMUSA:

Me sinto inibido durante as reuniões, devido à presença dos “doutores” [RCO-CI].

Assim, ficam comprometidos os pressupostos da democracia deliberativa pautados no debate público entre cidadãos livres com condições iguais de participação. Participação que prevê a argumentação na busca de consenso e na possibilidade de que todos possam levantar suas pretensões de validade (verdade, correção, veracidade), diante de uma contestação, como requer a ação comunicativa (HABERMAS, 1987, v.1).

A falta de qualificação dos representantes especialmente da sociedade civil foi outra questão reconhecida nas entrevistas, tanto do COMMUSA quanto do COMMASA, como impedimento para uma participação mais qualificada.

Não conheço a lei, mas tem. Tem a lei, mas eu não conheço não. Olha, essa entrevista tá sendo boa, que eu vou buscar isso tudo aí daqui a pouco... essa informação. É, porque... às vezes eu tô fazendo parte do Conselho e eu num posso tá falando só sim e não lá pro Conselho. Eu tenho que dar tipo a minha opinião pra eles também (referindo-se à Lei da PMS) [RCO1 – CI].

Porque o conselheiro, sem ele ter noção, capacitação de... de participação e controle e fiscalização mesmo, no Conselho ele não vai ter noção do que é ser conselheiro. Ele vai tá ali voando, sem saber o quê que ele tem que fazer [RCS – CI].

São pessoas que não têm muita instrução na verdade. Eu vejo ao longo dos anos de 93 pra cá, as pessoas, as associações comunitária, a gente cobra, eles pegam qualquer um, é pego a laço, quem quer? Vai lá [RCO2-COI].

Essa questão tem gerado discussões sobre como promover a capacitação dos conselheiros de forma que a participação seja qualificada, sem tornar os conselhos instâncias elitizadas e burocráticas, distantes de suas bases, que funcionem como órgãos autônomos referenciados por meios sistêmicos de coordenação de ação (BATISTA;MELO, 2011; GOHN, 2006; HABERMAS, 1987, v.2; TATAGIBA, 2002).

Essa preocupação é muito importante já que, entendendo-se os Conselhos como espaços de consenso intersubjetivo, de acordo com os fundamentos habermasianos da democracia, é essencial considerar os saberes locais, valores e concepções de vida, práticas dos movimentos sociais, que trazem contribuições do *mundo da vida*. Uma qualificação sem levar em conta esses elementos poderia tornar os Conselhos espaços meramente burocráticos e técnicos nos moldes da ação estratégica. A importância de se levar em conta contribuições do *mundo da vida* está presente na fala de um dos conselheiros do COMMASA:

Mas aparece pessoas muito humildes na sua formação tanto social, quanto financeira, mas com uma grande percepção de vida, é assim... [RCO2-Col].

E olha que quando você for pra sociedade, a sociedade é capaz de apresentar proposta inteligente, capaz de ser benéfica para o saneamento de uma maneira muito mais útil do que às vezes a própria ideia de alguns prefeitos, vereador [RCO2-CI].

Numa discussão sobre o que chamou de conflito entre tecnoburocracia e tecnodemocracia, características presentes no OP, Santos (2005) comenta o processo de profunda aprendizagem em relação à comunicação e à argumentação com cidadãos comuns e afirma sobre suas observações de campo: “assisti a muitos debates vivos entre moradores e engenheiros acerca da pavimentação, da localização dos canos de esgoto, etc. e fiquei impressionado com a capacidade de argumentação das comunidades” (SANTOS, 2005, p. 540).

A informação é outra questão que pode limitar a participação dos conselheiros, como se constata nos trechos das entrevistas do representante da prefeitura de Cachoeiro de Itapemirim e do COMMASA de Colatina:

Eu vejo a falta de informação, principalmente da questão legal, muito grande. O próprio Conselho em si, as atribuições de cada um, o papel de cada um, né? Ainda tem que ser mais determinado, mais esclarecido, mais orientado, tá? E isso faz com que, vamos dizer, quem hoje tá fazendo a gestão fique mais à vontade. Ou seja: ele tá lidando com o público, ele tá lidando com uma liderança que às vezes não tem conhecimento profundo do verdadeiro papel, da verdadeira ação... [RP-CI].

[...] Porque eles trazem coisas que a gente não tá sabendo. Então, todos juntos debatendo acha um outro caminho para as coisas [RCO1 – Col].

Assim como a capacitação, é necessário assegurar o acesso às informações e o conhecimento sobre o funcionamento das estruturas estatais sem que com isso se incorporem ou se integrem as pessoas à teia burocrática (GOHN, 2006). Os representantes da população deveriam ter igualdade de condições para participar, como requerem os processos democráticos deliberativos nos moldes habermasianos.

Outros fatores que limitam a participação mais efetiva dizem respeito às pautas que já vêm definidas e em geral não inserem temas relevantes para a gestão dos WSS, como ressalta o representante do COMMASA:

Os processos são simulados, às vezes te convocam uma reunião que só tem corte de árvores. Gente pedindo pra cortar árvore na cidade. Os grandes temas são resolvidos lá dentro mesmo, não sei por que forma? [...] [RCO1 – COL].

Ou, ainda, se restringem aos interesses da empresa como revela trecho da fala do representante do COMUSA:

[...] eu como participante do conselho municipal de saneamento, a gente só é comunicado quando tem a reposição anual de tarifa, o reajuste de tarifa, né? Então, a gente tem aqui, uma justificativa de um realinhamento de tarifa que girou em torno de trinta e poucos por cento né? Reajuste econômico financeiro, dado pela empresa. E o que a gente acha mais interessante é que na reunião que tivemos, tava o prefeito de Cachoeiro de Itapemirim...Alguns secretários, e o gerente da Agersa né? E as pessoas defendem entendeu, como se realmente aquilo não pode, tem que ter reajuste mesmo, tem que ter realinhamento econômico [RCO2-CI].

O assunto de tarifa é bastante relevante para os usuários e sua discussão democrática é importante para compreensão, de forma transparente, da sua composição e consideração dos aspectos socioeconômicos. Nesse caso, no entanto, o que o entrevistado questiona é a forma como o tema é trazido para a reunião, sem discussão prévia e de forma impositiva, deixando transparecer uma velada forma de constrangimento à participação, contrária à ação comunicativa e alinhada com a ação estratégica que visa predominantemente os interesses da concessionária.

Outro tipo de limitação à participação refere-se aos horários em que ocorrem as reuniões, que favorecem aos representantes do governo que participam dessas reuniões, como parte de suas atividades de trabalho, diferentemente dos representantes da sociedade civil, como explica o representante do COMUSA:

Normalmente eles marcam uma reunião num horário que a gente tá trabalhando. Como a gente é voluntário, nós não podemos ter reunião no momento que eles marcam a reunião. Aí a gente deixa de ir. Porque a gente é voluntário. Aí quem é... quem é do poder público tá nessa reunião [RCO1-CI].

Também a falta de retorno das decisões dessas instâncias formais à sociedade retira dela a possibilidade de que a esfera pública se torne a caixa de ressonância. Assim percebe o representante do COMUSA e da prefeitura de Cachoeiro de Itapemirim:

O povo organizado, associação de moradores... tem que tá tudo nisso daí.. Porque a maioria das associações de moradores... eles não sabem disso. Por exemplo: mês... mês que vem, a água já vai subir 8,46%. Nenhum... bem pouco... são poucas as associações de moradores que sabem disso [RCO1-CI].

Eu acho que tinha que ser mais amplo, né? Assim, as pessoas... Introduzir mais a comunidade nesse meio, né? É assim que eu penso, porque, igual você colocou, o Conselho do Meio Ambiente aqui em Colatina, de Saneamento Ambiental e a população não sabe disso. É até um crime contra a população não ser espalhado isso pela cidade [P4GFJA-COL].

A percepção da importância do conselho como espaço para apresentar e debater questões que poderão se transformar em políticas públicas que afetarão a sociedade como um todo e que possa se constituir no elo entre o *sistema* e o *mundo da vida* foi assim expressa pelos representantes do COMUSA e do SANEAR:

Quanto ao Conselho, o Conselho eu acho extremamente importante, porque eu acho que o Conselho, é um espaço que você tem, é um espaço que você tem pra discutir as questões, pra apresentar propostas, as ideias e debater as questões e alertar a própria sociedade, né? [RCO – CI].

Então é importante, a gente ter o conselho também como um canal de comunicação da sociedade com o órgão do saneamento. Então como o conselheiro é capilarizado, ou seja, tá espalhado pela cidade toda, os conselheiros todos servem de canal pra essa comunicação [RS – COL].

Como define Habermas (1997, v.2, p. 91), [...] “tratamos a esfera pública política como se fosse uma estrutura comunicacional enraizada no *mundo da vida* através da sociedade civil”. Esse espaço público foi descrito como uma caixa de ressonância onde os problemas a serem elaborados pelo sistema político encontram eco.

Cabe ressaltar que o COMMASA teve sua história de formação diferente do COMUSA, pois, ao contrário desse, que se originou de uma iniciativa governamental, foi criado a partir da reivindicação do movimento ambientalista. Percebe-se assim que, apesar de terem limitações semelhantes, o COMMASA tem obtido resultados importantes relativos às políticas públicas de saneamento. São exemplos a implantação de um aterro sanitário na cidade e a obtenção de empréstimo junto ao Banco

Interamericano de Desenvolvimento (BID) para o financiamento de obras de esgotamento sanitário, cuja meta é a cobertura de 100% de coleta e tratamento, na sede do município.

Hoje nós temos o único aterro licenciado, já também uma das ações que era desenvolvida dentro do conselho [RCO1 – COL].

É o que eu venho te falando, nós provocamos todas as... a reação de um projeto estrutural pra tratar 100% do esgotamento sanitário de Colatina. Então esse processo, foi uma provocação do conselho e através dessa decisão do conselho, essa, vamos dizer, essa impressão digital do conselho nesse projeto, acionou organismos internacionais financeiros, que apoiaram o projeto. Porque houve a participação popular [RCO2-COL].

Isso corrobora a afirmação de Habermas (1997, v.2) sobre a importância do enraizamento das instâncias formais ao *mundo da vida*. De acordo com Fuks (2007, p. 269), [...] “as condições diferenciadas em que surgem os conselhos contribuem para experiências participativas mais ou menos bem-sucedidas”.

Além disso, questão como reajuste de tarifas tem sido tema discutido no COMMASA com possibilidades de negociações e acordos, como demonstram as falas do conselheiro e do representante do SANEAR:

[...] quando entrou nessa discussão de tarifa, que a gente teve um reajuste agora em agosto da tarifa de água, nós fizemos três reuniões extraordinárias com o conselho pra tentar adiantar o processo, né? Teve uma discussão muito profunda nesse caso, inclusive a gente trouxe proposta pro conselho, o conselho em princípio pediu que a gente fizesse outros estudos nós refizemos e aprovou-se uma segunda proposta e não a primeira, então assim, o conselho realmente debate essas questões e se, como eu vou dizer? Se responsabiliza por elas [RS – COL].

[...] É dentro do conselho, porque essa água agora a alta que ela teve nós tivemos três reuniões pra poder ela subir. Que a gente não concordou nas duas primeiras planilhas né? Nas duas primeiras. Aí na última, inclusive eu não pude estar nela. Eles aprovaram ela, porque não tinha mais jeito de passar daquele dia, por causa do processo né? Aí ela foi brecada porque ia subir uma média de 12%, subiu menos [RCO1 – COL].

Ressalta-se que, como previsto por Habermas, os processos comunicativos possibilitam o aprendizado. Essa percepção está presente na fala do entrevistado do Conselho de Saúde de Colatina, que participa do COMMASA:

Então ali é a mesma coisa, é um aprendizado que você vai ter no dia-a-dia, você comenta com uma pessoa, comenta com outra, aquilo vai só criando raízes [...] A minha participação é coisa assim bastante interessante, porque você acaba recebendo muitos dados do seu município, que às vezes é coisa que você não conhece né [...] você acaba, você tendo uma informação maior do seu município né. Então isso é muito importante pra mim como pessoa [RCO3-Col].

Habermas (2006, p. 415) vislumbra nessas deliberações evidências de “efeitos de aprendizado e de amadurecimento da reflexão relativos às conversações políticas entre os cidadãos em sua vida cotidiana”.

4.2 A participação social em Vitória

O município de Vitória não dispõe de política municipal e nem de canais de participação em saneamento, constatando-se ainda ausência do poder público na definição, controle e regulação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Também não existem espaços para que a população possa participar do planejamento, acompanhamento e fiscalização desses serviços.

Isso tem se repercutido, por exemplo, na dificuldade de adesão da população às redes de esgotamento sanitário. Com as obras do Projeto Águas Limpas, que tem como meta a cobertura de 100% de coleta e tratamento de esgoto sanitário, os usuários deverão efetuar as ligações de esgoto e pagar a tarifa equivalente a 80% do valor pago pelo consumo de água. A CESAN tem enfrentado problemas com a adesão a esses serviços por parte dos usuários, como expressam o gerente e a representante da área de comunicação da CESAN:

Nós tivemos no caso de Vila Velha, um município vizinho da capital, nós tivemos...O Ministério Público teve de fazer uma intervenção civil, um processo civil, se não ligar [a moradia à rede] ia correr um processo civil pra cada morador [RC1 – V].

[...] pra empresa é a necessidade de aceitação da cobrança pelo serviço, eu acho que são os principais desafios hoje [RC2 – V].

O representante da área de comunicação da CESAN entende que a participação da população é importante para a adesão e uso adequado do sistema:

A gente percebe como essencial, porque a comunidade é a usuária do serviço, se ela não conhece o sistema, se ela não sabe a importância dele, ela não vai aderir de livre e espontânea vontade e não vai usar da forma correta [RC2-V].

Questões como prestação de contas dos investimentos não vêm sendo acompanhadas, nem pelo poder público municipal, nem pela população. Essa questão, importante devido aos volumosos empréstimos de agências nacionais e internacionais de financiamento, torna-se ainda mais relevante devido aos antecedentes de denúncias de desvios de verba ocorridos em programas anteriores, como o Programa de Despoluição dos Ecossistemas Litorâneos (Prodespol) (GALVÊAS; RODRIGUES, 2005). Também a definição de tarifas era definida unilateralmente pelo Governo do Estado, como afirmam os representantes da Cesan e da prefeitura de Vitória:

[...] essa tarifa ela era definida até um tempo atrás, pela Cesan e aprovada, através de vários estudos, e aprovado pelo governo do Estado, pelo governador...[RC2-V].

[...] eu nunca assisti uma discussão da Cesan com a Prefeitura ou com qualquer comunidade que fosse em relação às suas tarifas. Até mesmo qual é a composição, quais os fatores que ela leva em relação pra poder dizer que a água custa tanto, né? E ela tem lá suas planilhas, entendeu? [RP2-V].

Essa preocupação com a ausência de uma política municipal de saneamento está presente nos trechos das entrevistas dos representantes da prefeitura de Vitória:

Primeiro o Município tem de elaborar sua política, de olhar e falar assim pra onde é que está indo? O que que está faltando? O que que nós achamos que tem que ser feito? O Município tem que estabelecer essa, essa interlocução, ele tem que se capacitar pra essa interlocução com a CESAN [RP2-V].

Se você hoje chegar pra mim e falar assim:você conhece o Plano Diretor de Água ou de Esgoto que a CESAN desenvolveu aqui pra Região Metropolitana? Eu não conheço. Eu já pedi e eu nunca recebi. A gente não conhece. Agora como é que eles fazem... envolvem o

município num plano e a gente não conhece o que que eles têm a nos oferecer até 2025? [RP1-V].

No trecho da fala do participante do grupo focal do Bairro Itararé, se pode constatar a deficiência de interlocução entre a CESAN e a comunidade:

Pelo menos eu como representante da associação de moradores,... eu nunca fui convidado pra discussão de saneamento básico, eu fui agora depois desse projeto aí Água limpa, agora. Assim mesmo, quando eles chamaram a nossa comunidade, eles já estavam trabalhando já em toda região já [P4GFI].

No que se refere aos modelos de gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário adotados na América Latina e encontrados no Brasil, o enfoque na especialização e a tradição hierárquica contribuem para o desenvolvimento de instituições fechadas à avaliação e ao controle do usuário e cidadão. Isso cria um distanciamento em relação a eles, tanto da perspectiva do reconhecimento dos seus direitos, como de seus deveres e responsabilidades (CASTRO; LACABANA, 2005).

Os expressivos números da cobertura por abastecimento de água, próxima de 100% e de 54% para o esgotamento sanitário (com o projeto Águas Limpas alcançariam próximo a 100% até o ano 2012), informados pela CESAN (2010), são importantes, mas não são por si só suficientes para o êxito das ações.

Como se comentou anteriormente, a dificuldade de adesão aos serviços de esgotamento sanitário, a necessidade de maior transparência em relação aos recursos aplicados e a inclusão dos serviços em áreas periféricas com tarifas que levem em conta o perfil socioeconômico são questões que corroboram a necessidade de se considerar para além da provisão física dos serviços, aspectos político-sociais e de democratização (ALLISON, 2002; HELLER; CASTRO, 2007; AGUILAR; FUENTES, 2007).

A ausência de canais formais de participação limita a participação. Habermas (1997, v.2, p. 95) afirma que “a influência político-publicitária só pode ser transformada em poder político através de processos institucionalizados”.

5. Conclusão

O estudo mostrou que a participação social formalizada, nos três modelos de gestão, ainda acontece de forma incipiente ou não existe, como no caso do município de Vitória. O município de Cachoeiro de Itapemirim, com gestão privatizada dispõe de uma política municipal de saneamento que prevê avançados instrumentos

de participação social e de prestação de contas. Na prática, no entanto, esses vêm funcionando de forma a respaldar decisões sem permitir a interação com a sociedade civil nos moldes da democracia deliberativa habermasiana. Isso induz à conclusão de que se tornou um instrumento burocrático de aparente controle social, para amenizar o impacto da privatização dos serviços.

No município de Colatina, com modelo de gestão municipalizada, o COMMASA embora apresente deficiências e limites de funcionamento tem obtido melhores resultados de participação e de absorção das reivindicações da sociedade civil.

No Município de Vitória, com gestão estadual, ficou evidenciado o distanciamento do poder público em relação à gestão dos WSS e a falta de mecanismos institucionais de participação social, demonstrando que a política do município em relação a esses serviços é a “ausência de políticas”.

De maneira geral a sociedade percebe a importância da participação como forma de evitar desvio de recursos e de melhoria dos serviços, embora reconheça que participe pouco das questões coletivas.

A participação na gestão dos WSS tem sido apontada como essencial para promover a *accountability*, melhorar o acesso e a qualidade dos serviços (AGUILAR; FUENTES, 2007; FUNG, 2006; FRANCEYS; GERLACH, 2011; HADI, 2000; JIMÉNEZ; PÉREZ-FOGUET, 2010; VIERO, 2003), podendo se constituir ainda em aprendizado e promoção da cidadania, importantes quando se trata de serviços tão essenciais à qualidade de vida.

Nos municípios estudados ficaram evidentes questões que requerem controle social como, por exemplo, a privatização dos serviços em Cachoeiro de Itapemirim, e, mais recentemente, a venda dos direitos de concessão a outra empresa, além da baixa cobertura de esgotamento sanitário na área rural. Em Colatina, o lançamento de cerca de 95% dos esgotos sem tratamento no Rio Doce (principal rio da Bacia Hidrográfica de mesmo nome, que corta a cidade), a ausência de tarifas diferenciadas para a população pobre (Tarifa social) e a proposta de vultoso empréstimo pelo BID, são assuntos que requerem discussão e acompanhamento da sociedade civil.

Em Vitória, a falta de uma política municipal de saneamento e a ausência de mecanismos de controle social, os elevados empréstimos do Programa Águas Limpas com agências nacionais e internacional de financiamento, a previsão de Parcerias Público Privadas (PPP) e a ausência de tarifas sociais não deixam dúvida de que é necessário o controle da sociedade civil.

Corroborando Barth (2006, p. 262), é necessário reconhecer que “procedimentos participativos não são a solução para a gestão pública eficaz, mas um ingrediente valioso”. À luz da teoria da ação comunicativa e da democracia deliberativa de Habermas, acredita-se no potencial dos espaços institucionais, capazes de se vincular aos processos de organização e mobilização da sociedade civil. Essa interação em duas vias – formal e informal – é relevante para a transformação de realidades ainda muito precárias no que diz respeito ao acesso a esses serviços, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, com acentuadas desigualdades sociais.

6. Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa

A pesquisa desenvolveu um modelo de avaliação de processos participativos em saneamento, com base no modelo teórico da ação comunicativa. O modelo é testado em três municípios. Tanto o modelo desenvolvido como os achados da pesquisa podem ser poderoso instrumento, tanto para formulação de processos participativos nos projetos de saneamento da Funasa quanto para a avaliação de experiências já realizadas.

Referências bibliográficas

AGUDO, P. A. **Desafíos hacia un desarrollo sustentable, agua y construcción de una institucionalidad democrática.** In: SOPHIE, E. *et al.* (Ed.). *La gota de la vida: hacia una gestión sustentable y democrática del agua.* México y Cuba: Fundación Heinrich Böll, Oficina Regional para C.A., p.172-190, 2006.

AGUILAR, M. D.; FUENTES, A. G. **Barriers to achieving the water and sanitation-related Millennium Development Goals in Cancún, Mexico at the beginning of the twenty-first century.** *Environment and Urbanization*, London, v.19, n.1, p. 243–260, Apr., 2007.

ALLISON, M. C. **Balancing responsibility for sanitation.** *Social Science Medicine*, v.55, n.9, p. 1539-1551, 2002.

BANDESHA, G.; LITVA, A. **Perceptions of community participation and health gain in a community project for the South Asian population: a qualitative study.** *Journal of Public Health*, v. 27, n.3, p.241-245, 2005.

BARTH, J. **Public policy management councils in Brazil: how far does institutionalised participation reach?** *Public Administration and Development*, v.26, n.3, p. 253-263, 2006.

BATISTA, E. S.; MELO, E. M. **A participação popular em Ipatinga-MG: conquistas e desafios do setor de saúde.** Revista Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.337-347, fev., 2011.

BAUR, V. E.; ABMA, T. A. **Resident councils between lifeworld and system: Is there room for communicative action?** *Journal of Aging Studies*, v.25, n.4, p.390-396, 2011.

BERLINCK, C.; SAITO, C. **Action Research for Emancipation Informed by Habermas and Hierarchy of Systems: Case Study on Environmental Education and Management of Water Resources in Brazil.** *Systemic Practice and Action Research*, v.23, n.2, p. 143-156, 2010.

BRASIL. **Lei nº 8080 de 19 de setembro de 1990.** Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências, 1990.

_____. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. Avaliação do impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica. Brasília: Ministério da Saúde, 116p. 2004.

_____. Congresso Nacional. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 15 fev. 2008.

BURKART, R.. **On Jürgen Habermas and public relations.** *Public Relations Review*, v.33, n.3, p. 249-254, 2007.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Lei nº 4.797, de 14 de julho de 1999.** Dispõe sobre a política de saneamento, seus instrumentos e dá outras providências. Cachoeiro de Itapemirim. Disponível em <<http://leis.cachoeiro.es.gov.br:8081/>>. Acesso em: 28 maio 2008.

CASTRO, J. E.; LACABANA, M. **Agua y desarrollo en América Latina: por una democracia sustantiva en la gestión del agua y sus servicios.** *CDC*, Caracas, v. 22, n. 59, p.9-15, 2005.

CASTRO, J. E. **La privatización de los servicios de agua y saneamiento en America Latina.** Nueva Sociedad, [S.l.], n. 2007, enero/feb., 2007.

COLATINA. **Lei nº 5.045, de 23 de dezembro de 2004. Institui o código municipal de meio ambiente no município de Colatina.** Colatina, 2004. Disponível em: <<http://www.legislacaoonline.com.br/colatina/images/leis/html/L50452004.html>>. Acesso em: 23 out. 2009.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, 1986.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE – CNS (Brasil). **Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996**. Dispõe sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, 1996. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/1996/Reso196.doc>>. Acesso em: 12 set. 2009.

DAGNINO, E. **Sociedade civil, participação e cidadania: de que estamos falando?** In: Mato, D. (Coord.). *Políticas de ciudadanía y sociedad civil en tiempos de globalización*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 95-110, 2004.

FRANCEYS, R. W. A.; GERLACH, E. **Consumer involvement in water services regulation**. *Utilities Policy*, 19(2), 61-70, 2011.

FUKS, M. **Contexto, regras e efetividade deliberativa: considerações a respeito dos conselhos de Curitiba**. In: AVRITZER, L. (Org.). *A participação social no Nordeste*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, p.255-270, 2007.

FUNG, A. **Varieties of Participation in Complex Governance**. *Public Administration Review*, p. 66, 66-75, 2006.

GALVÊAS, L.; RODRIGUES, Z. **A desconstrução de um projeto**. In: MARTINUZZO, J. A. *Diário capixaba: 115 anos da imprensa oficial do Espírito Santo*. Vitória: Departamento de Imprensa Oficial – DIO, p. 122-141, 2005.

GARANDE, T.; DAGG, S. **Public Participation and effective water governance at the local level: A case study from a small under-developed area in Chile**. *Environment, Development and Sustainability*, v.7, n.4, p. 417–431, 2005.

GASKELL, G. **Entrevistas individuais e grupais**. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Ed.). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Tradução de Pedrinho A. Guareschi. Petrópolis: Vozes, p. 64-89, 2002.

GINÉ, R.; PÉREZ-FOGUET, A. **Sustainability assessment of national rural water supply program in Tanzania**. *Natural Resources Forum*, v.32, n.4, p. 327-342, 2008.

GODFREY, S.; OBIKA, A. **Improved community participation: Lessons from water supply programmes in Angola**. *Community Development Journal*, v.39, p.2, p.156-165, 2004.

GOHN, M. G. **Conselhos gestores e gestão pública.** *Ciência & Saúde Coletiva*, 16(1), 337-347. 2006.

GUTMANN, A.; THOMPSON, D. **O que significa democracia deliberativa?** *Revista Brasileira de Estudos Constitucionais*, 1 (1), p.17-78, 2007.

Habermas, J. **Teoria de la acción comunicativa: crítica de la Razón funcionalista.** Traducción. Manuel Jiménez Redondo. Madrid: Taurus, 1987, v.1.

_____. **Teoria de la acción comunicativa: Racionalidad de la acción y racionalización social.** Traducción Manuel Jiménez Redondo. Madrid: Taurus, 1987, v.2.

_____. **A nova intransparência – a crise do Estado de Bem-Estar Social e o esgotamento das energias utópicas.** *Novos Estudos*, São Paulo, n. 18, p. 103-114, set. 1987b.

_____. **Direito e democracia: Entre facticidade e validade.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1997, v1.

_____. **Direito e democracia: Entre facticidade e validade.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1997, v2.

_____. **Political communication in media society: does democracy still enjoy an epistemic dimension? The impact of normative theory on empirical research.** *Communication Theory*, Illinois, v. 16, n. 4, 411-426, 2006.

HADI, A. **A participatory approach to sanitation: experience of Bangladeshi NGOs.** *Health Policy Plan*, v.15, n.3, p. 332-337, 2000.

HALL, D.; LOBINA, E. **The relative efficiency of public and private sector water.** London: PSIRU Business School, 2005. Disponível em: <<http://www.psiu.org/reports/2005-10-W-efic.doc>>. Acesso em: 28 maio 2006.

HELLER, L.; CASTRO, J. E. **Política pública de saneamento: apontamentos teórico-conceituais.** *Revista de Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 13, p. 284-295, jul/set., 2007.

HIGGINS, J. W. **Citizenship and empowerment: a remedy for citizen participation in health reform.** *Community Development Journal*, v. 34, n. 4, p. 287-307, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades – Espírito Santo – Cachoeiro de Itapemirim.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lan>>

g=&codmun=320120&search=espírito-santolcachoeiro-de-itapemirim>. Acesso em 01 dez 2016a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades – Espírito Santo – Colatina**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=320150&search=espírito-santolcolatina>>. Acesso em 01 dez 2016b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades – Espírito Santo – Vitória**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=320120&search=espírito->>>. Acesso em 01 dez 2016c.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. **Índice de desenvolvimento social dos municípios do Espírito Santo**. Vitória, 2004. 132 p.

JACOBSON, T. L.; STOREY, J. D. **Development Communication and Participation: Applying Habermas to a Case Study of Population Programs in Nepal**. *Communication Theory*, v.14, n.2, p. 99-121, 2004.

JIMÉNEZ, A.; PÉREZ-FOGUET, A. **Building the role of local government authorities towards the achievement of the human right to water in rural Tanzania**. *Natural Resources Forum*, v. 34, n.2, p. 93-105, 2010.

MARQUES, A. C. S. **As interseções entre o processo comunicativo e a deliberação pública**. In: MARQUES, A. C. S (Org. e trad.). *A deliberação pública e suas dimensões políticas comunicativas: textos fundamentais*. Belo horizonte: Autêntica, 2009. p.11-28.

MELO, E. M. D., FARIA, H. P. D., MELO, M. A. M. D., CHAVES, A. B., MACHADO, G. P. **Projeto meninos do rio: mundo da vida, adolescência e risco de saúde**. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 21, n.1, p. 39-48. 2005.

MELO E. M. **Podemos prevenir a violência**. Organização Pan-Americana da Saúde, 2010.

MINAYO, M. C. **O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde**. 11a ed. rev. e aum. Rio de Janeiro: HUCITEC, 2008.

MOREIRA, E. **Cachoeiro: Uma história de lutas (1539 a 1930)**. v. 1., Cachoeiro de Itapemirim: Gracal *apud* Balthazar, A, M. *Gestão Pública do Saneamento e dos Recursos Hídricos*. Estudo de Caso: Cachoeiro de Itapemirim e Santo André. (2005). 146 f. Dissertação (Mestrado em urbanismo) – Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2004.

- MULAS, A. S. **El papel de los órganos de control externo de la actividad económico-financiera en el ciclo del agua.** In: Fernández, J. M. Y.; Curiel, P. B. (Coord.). *Aguas limpias, manos limpias: corrupción e irregularidades en la gestión del agua en España.* Zaragoza: Fundación Nueva Cultura del Agua, p.93-103, 2006.
- NEBLO, M. **Thinking through Democracy: Between the Theory and Practice of Deliberative Politics.** *Acta Política*, v.40, n.2, p. 169-181, 2005.
- PARKINS, J. R.; MITCHELL, R. E. **Public Participation as Public Debate: A Deliberative Turn in Natural Resource Management.** *Society & Natural Resources*, v.18, n.6, p.529-540, 2005.
- PINTO, J. M.R. **Administração e liberdade: um estudo do conselho de escola à luz da teoria da ação comunicativa de Jürgen Habermas.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.
- PURI, S. K.; SAHAY, S. **Participation through communicative action: A case study of GIS for addressing land/water development in India.** *Information Technology for Development*, v. 10, n. 3, p. 179-199, 2003.
- RAMÍREZ, M., BENGO, I., MEREU, R., BEJARANO R, A.; SILVA, J. **Participative Methodology for Local Development: The Contribution of Engineers Without Borders from Italy and Colombia: Towards the Improvement of Water Quality in Vulnerable Communities.** *Systemic Practice and Action Research*, v.24, n.1, p.45-66, 2011.
- RIST, S., CHIDAMBARANATHAN, M., ESCOBAR, C., WIESMANN, U.; ZIMMERMANN, A. **Moving from sustainable management to sustainable governance of natural resources: The role of social learning processes in rural India, Bolivia and Mali.** *Journal of rural studies*, v.23, n.1, p. 23-3, 2007.
- SANTOS, B. S. **Orçamento participativo em Porto Alegre: para uma democracia redistributiva.** In: Santos, B. S. (Org.). *Democratizar a democracia: os caminhos da democracia participativa.* Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, p.452-559, 2005.
- SILVA, M. Z.; NASCIMENTO, E. C. (Coord.). **Dimensões da democracia participativa no Projeto Terra – Vitória, ES.** Vitória: CCHN/DCSO/LEP/FACITEC/PMV, 2006.
- SILVA, S. R., HELLER, L., VALADARES, J. C.; CAIRNCROSS, S. **Relationship (or its lack) between population and a water and sanitation service: a study of users' perception in Vitória (ES) Brazil.** *Journal of Water and Health*, v.8, n.4, p.764-778, 2010.
- SUBIRATS, J. **¿Por qué es importante la participación ciudadana en la gestión sostenible del agua?** In: Fernández, J. M. Y.; CURIEL, P. B. (Coord.). *Aguas limpias, manos limpias:*

corrupción e irregularidades en la gestión del agua en España. Zaragoza: Fundación Nueva Cultura del Agua, p.83-92, 2006.

TATAGIBA, L. **Os conselhos gestores e a democratização das políticas públicas no Brasil.** In: Dagnino, E. *Sociedade civil e espaços públicos no Brasil.* São Paulo: Paz e Terra, p. 47-105, 2002.

TEIXEIRA, E. C. **As dimensões da participação.** Caderno CRH, Salvador, n. 26/27, p.179-209, jan./dez., 1997.

TENÓRIO, F. G.; MARQUES FILHO, H. **Cidadania deliberativa: um estudo de caso.** In: Jacobi, P.; Pinho, J. A. (Org.). *Inovação no campo da gestão pública local: novos desafios, novos patamares.* Rio de Janeiro: FGV, p.97-118, 2006.

VIERO, O. M. **Water supply and sanitation in Porto Alegre, Brazil.** In: Conferência Internacional Prinwass – Private Participation in Water and Sanitation, 2., 2003, México. *Anais Eletrônicos...* Mexico: PRINWASS. Disponível em: <<http://prinwass.ac.uk/PDFs/DMAE.PDF>>. Acesso em: 22 abr. 2009.

VINCENT, L. F. **Towards a smallholder hydrology for equitable and sustainable water management.** *Natural Resources Forum*, v.27, n.2, p.108-116. 2003.

VIZEU, F; BIN, D. **Democracia deliberativa: leitura crítica do caso CDES à luz da teoria do discurso.** *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v.42, n.1, p.83-108, 2008.

WAMPLER, B. **Can participatory institutions promote pluralism? Mobilizing low-income citizens in Brazil.** *Studies in Comparative International Development (SCID)*, v.41, n.4, p.57-78, 2007.

WAMPLER, B. **Expanding Accountability Through Participatory Institutions: Mayors, Citizens, and Budgeting in Three Brazilian Municipalities.** *Social Forces*, v.86 n.3, p.911-936, 2008.

Coleta seletiva: modelos de gestão com e sem inclusão de catadores, vantagens e desvantagens na perspectiva da sustentabilidade

Coordenadora da Pesquisa: Helena Ribeiro

Participantes: Wanda Maria Risso Günther; Pedro Roberto Jacobi; Gina Rizpah Besen; Sonia Maria Dias; Thatiana Costa Reis; Carolina da Silva Buno; Beatriz Beccari Barreto; Juliana Teixeira Gonçalves; Antônio Ribeiro

Instituição executora: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Departamento de Saúde Ambiental (HSA)

Instituição convenente: Universidade de São Paulo

Resumo

A implementação da coleta seletiva nos 5.565 municípios brasileiros de forma universalizada, eficiente e com condições adequadas de trabalho é um desafio aos governos e à sociedade para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos e seu respectivo Plano, ainda não aprovado. O presente estudo teve como objetivo analisar vantagens e desvantagens da coleta seletiva realizada em municípios que a operam diretamente ou contratam empresas para realizá-la, bem como em municípios que a realizam conjuntamente com organizações de catadores, na perspectiva da sustentabilidade. Foram analisados 20 programas de prefeituras nos estados de São Paulo (15) e de Minas Gerais (5) e 13 organizações de catadores parceiras desses municípios, visando verificar as tendências. Aplicaram-se questionários autodeclaratórios que alimentaram 14 indicadores de sustentabilidade da coleta seletiva e 19 indicadores de sustentabilidade de organizações de catadores e seus respectivos índices. A metodologia empregada foi quali-quantitativa e os resultados apresentados com valores das medianas. Verificou-se que a coleta seletiva realizada pelas prefeituras ou em parceria com organizações de catadores é muito favorável em promover a educação e divulgação; a gestão compartilhada e

o estabelecimento de parcerias; e muito desfavorável em autofinanciamento do serviço; na taxa de recuperação de recicláveis; e nas condições de saúde e segurança do trabalhador. A coleta seletiva praticada sem catadores também é muito favorável no atendimento à população e no custo da prestação do serviço; favorável em medir a adesão da população; obter menores taxas de rejeito e melhores condições ambientais de trabalho; porém é desfavorável nos indicadores de taxas de recuperação de recicláveis e de condições de saúde e segurança do trabalhador; e muito desfavorável no autofinanciamento do sistema. A coleta seletiva praticada com organizações de catadores é favorável no atendimento à população; no custo da coleta seletiva; no custo da coleta seletiva em relação à coleta regular; e na destinação dos resíduos. Porém, na maioria dos municípios estudados os catadores não são remunerados pelos serviços. A avaliação foi desfavorável no autofinanciamento; nas taxas de recuperação de recicláveis e de rejeito; e nas condições ambientais de trabalho e segurança e saúde do trabalhador. Observaram-se diferenças significativas entre os municípios dos dois estados, embora os índices de sustentabilidade da coleta seletiva nas duas modalidades tenham resultados favoráveis, porém muito próximos do limite do nível desfavorável. Quanto aos indicadores das organizações de catadores, o resultado foi muito favorável na relação de ganhos entre gêneros, autogestão e participação; favorável quanto à regularização, qualidade das parcerias, renda média por membro, capacitação, produtividade por catador e uso de equipamentos de proteção individual; e desfavorável no que se refere aos instrumentos legais da relação com a prefeitura, autossuficiência de equipamentos e veículos, diversificação das parcerias, benefícios aos membros, diversificação de atividades e serviços, taxa de recuperação de materiais recicláveis, taxa de rejeitos e condições ambientais de trabalho e de saúde do trabalhador. Conclui-se que há impactos ambientais e socioeconômicos positivos dos programas de coleta seletiva municipais, nas duas modalidades, mas que ainda são muito pequenos em relação às necessidades e possibilidades.

Palavras-chave: Coleta Seletiva, Resíduos Sólidos, Organizações de Catadores, Indicadores de Sustentabilidade, Estado de São Paulo, Estado de Minas Gerais.

Abstract

Selective waste collection implementation in Brazil's 5,565 municipalities as a universal and efficient policy with adequate working conditions is a challenge for governments and the society as a whole, in order to comply with the National Policy of Solid Waste and its Plan, not yet approved. This research analysed advantages and disadvantages of selective waste collection within an approach of sustainability. The study occurred in municipalities that implemented this type of operation by contracting companies to operate it, and also in those that operate jointly with waste picker's

organizations, resulting in 30 case studies: 20 in municipalities and 13 in partner waste pickers organizations. An auto-declaratory questionnaire gave feedback of 14 selective waste collection sustainability indicators and 19 waste pickers organizations indicators and their respective indexes were calculated. The method was quali-quantitative and it considered as a priority the medians, given it is a tendency analysis. It has been verified that selective collection, in both cases, is very favourable in promoting education and dissemination; shared management; establishing partnerships; and very unfavourable as to self-financing of services; the rate of recyclable materials recovery; and workers health and safety conditions. Selective waste collection without waste pickers has very favourable evaluation as to servicing the population; cost of the service; favourable as to the adherence of population; obtaining smaller reject rates; and better environmental working conditions. However, it is unfavourable as to the recyclables recovery rates; workers health and safety conditions; and very unfavourable as to self-financing of the system. Selective waste collection with waste pickers organizations is favourable as to servicing the population; cost and cost compared with regular collection and destination. But it is to be emphasized that in most of the municipalities studied waste pickers are not paid for their services. The evaluation was unfavourable as to self-financing; recyclables recovery and reject rates; environmental conditions of work; and workers health and safety. Significant differences were observed in both states. The sustainability of selective collection indexes in both modalities was favourable, but very close to an unfavourable evaluation threshold. As to the indicators of the waste pickers' organizations it was possible to verify that the outcome was very favourable as to the relation of earnings between genders, self-management and participation; favourable as to regularization; partnerships quality; average income per member; training; productivity per waste picker; and use of individual protection equipment. It was unfavourable as to legal instruments in their relation to the municipality; auto sufficiency of equipment and vehicles; partnership diversification; benefits to members; diversification of activities and services; recyclable materials recovery rate; reject rate; and environmental and health working conditions. The conclusion is that despite the existence of environmental and socioeconomic positive impacts of municipal selective collection programs in both cases studied they are still minor compared to the needs and possibilities.

Keywords: Recycling Programs, Solid Waste, Waste Pickers Organizations, Sustainability Indicators, State of São Paulo, State of Minas Gerais.

1. Introdução

A sustentabilidade urbana é um dos grandes desafios da atualidade e a gestão sustentável dos resíduos sólidos é uma meta a ser implementada nos 5.565 municípios brasileiros para contribuir a essa sustentabilidade.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) do Brasil, Lei Federal 12.305/2010 (BRASIL 2010c), e sua regulamentação pelo Decreto Federal 7.404/2010 (BRASIL, 2010b) constituíram um marco legal para a gestão sustentável de resíduos sólidos no país e novos desafios para a implantação e aprimoramento da prestação do serviço de coleta seletiva. O Plano Nacional, ainda não aprovado, propõe a redução de resíduos sólidos domiciliares dispostos em aterros sanitários e a inclusão de catadores de materiais recicláveis na coleta seletiva, nas regiões metropolitanas.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2011), são geradas, diariamente, 183.481,50 toneladas de resíduos sólidos urbanos no país. Dessas, 31,9% correspondem aos resíduos secos. O mesmo documento estima que a coleta seletiva formal tenha uma participação ainda muito pequena na recuperação de resíduos e recomenda a realização de estudos específicos nesse sentido.

2. Objetivos

- Identificar programas municipais de coleta seletiva, com e sem inclusão de catadores, nos Estados de São Paulo e de Minas Gerais, preferencialmente nas regiões metropolitanas de São Paulo (39 municípios) e de Belo Horizonte (34 municípios), e identificar os principais fatores que os diferenciam.
- Caracterizar e mapear a evolução da coleta seletiva nas regiões metropolitanas de São Paulo e de Belo Horizonte.
- Caracterizar os modelos de gestão municipal selecionados para estudo em dois grupos: com e sem inclusão de catadores.
- Aplicar os indicadores de sustentabilidade da coleta seletiva (BESEN, 2011) à gestão municipal para os casos selecionados, assim como às organizações de catadores parceiras, quando existentes.
- Verificar os impactos sociais, econômicos, sanitários e ambientais da gestão da coleta seletiva na perspectiva da sustentabilidade, nos casos selecionados.
- Avaliar as alternativas de aperfeiçoamento dos modelos de gestão dos programas, a ampliação do público beneficiário e sua escala de impacto.
- Propor mecanismos de fortalecimento da prestação de serviço da coleta seletiva.

- Elaborar publicação sobre gestão municipal da coleta seletiva, com e sem inclusão de catadores, para divulgação a um público interessado no tema, para a Funasa e para apoiar as iniciativas municipais.

3. Metodologia

O método de trabalho foi estruturado em três etapas: 1) Levantamentos, 2) Pesquisa preliminar e 3) Estudos de caso.

3.1 1ª Etapa – Levantamentos

O levantamento bibliográfico sobre experiências nacionais e internacionais de gestão municipal da coleta seletiva, com e sem inclusão de catadores, abrangeu o período entre 2009 e 2013. Foram levantados estudos em bancos de teses da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Universidade de Campinas (UNICAMP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade de Brasília (UnB), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade Federal da Paraíba (UFPB); artigos em periódicos científicos e relatórios técnicos de órgãos governamentais e não governamentais, com destaque para as publicações Working Paper (Urban Policies) da Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing (WIEGO) e publicações da Fundação AVINA. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave, em português: *Gestão de resíduos sólidos, coleta seletiva, cooperativa de catadores, catadores, organizações de catadores, indicadores*. Utilizaram-se as seguintes palavras-chave em inglês: *Solid waste management, waste pickers, informal sector, recycling programs*.

Para o levantamento de dados secundários nacionais de fontes oficiais e não oficiais da coleta seletiva no Brasil e na região Sudeste e dos estados de São Paulo e Minas Gerais, foram consultadas fontes oficiais.

3.2 2ª Etapa – Pesquisa preliminar

A pesquisa de dados primários sobre a coleta seletiva foi realizada por meio telefônico, no período de março a maio de 2013, para a totalidade dos municípios das regiões metropolitanas de São Paulo (39 municípios) e de Belo Horizonte (34 municípios). Seu objetivo foi elaborar o diagnóstico da coleta seletiva, identificar modelos de programas de coleta seletiva com e sem catadores e obter dados para a seleção dos estudos de caso. O Laboratório LABTEL da Faculdade de Saúde Pública foi utilizado para as entrevistas por telefone e/ou por e-mail com os gestores ou responsáveis pela coleta seletiva nos municípios. Foi utilizado um questionário desenvolvido pelos pesquisadores participantes da pesquisa.

3.3 3ª Etapa – Estudos de Caso

Essa etapa compreendeu três fases: Fase 1) Definição de critérios e seleção dos estudos de caso, Fase 2) Elaboração e aplicação de questionários semiestruturados para as entrevistas com os responsáveis pelos municípios selecionados para estudo: um para prefeituras e um para organizações de catadores e Fase 3) Aplicação de indicadores, sistematização e discussão dos resultados.

Considerou-se somente a população urbana dos municípios estudados.

Para identificar as vantagens e desvantagens das duas modalidades de coleta seletiva com e sem catadores, foram selecionados 12 indicadores, tendo sido excluídos dois indicadores para efeito dessa análise: 1) Instrumentos legais de contratação de organizações de catadores e 2) inclusão de catadores. Esses indicadores foram excluídos da análise comparativa, pois no caso da coleta seletiva sem catadores esses indicadores não se aplicam, o que levaria a uma distorção nos dados obtidos. Também se considerou que penalizar os municípios que não incluem catadores nesses indicadores seria injusto, uma vez que nem todos os municípios implantarão a coleta seletiva com inclusão de catadores no país. No entanto, por sua importância no modelo com catadores, eles foram analisados separadamente nas prefeituras com coleta seletiva operada por organizações de catadores.

Tabela 1 – Estudos de caso em municípios e organizações de catadores

Estudos de Caso						
Faixa	Estado	Município com coleta seletiva com catadores	População Urbana	Organizações de catadores	Municípios com coleta seletiva sem catadores	População Urbana
1	SP	Salesópolis	9.954	ARES	Nova Canaã Paulista	880
		Biritiba Mirim	24.525	Cooperalto	Corumbataí	2.093
					Iacanga	8.726
					Itajobi	12.142
	MG	Mateus Leme	24.679	Ascaleme	Não identificados	
		Brumadinho	28.642	ASCAVAPE		
2	SP	Assis	90.991	COCASSIS	Andradina	51.649
	MG	Pedro Leopoldo	49.953	ASCAPEL	Itabira	106.783
		Itaúna	80.451	CCOPERT		
3	SP	Santana do Parnaíba	108.813	AVEMARE	Indaiatuba	199.592
		Barueri	240.749	Cooperyara		
	MG	Não identificados			Itabira	102.316
4	SP	Santo André	676.407	a) Coopcicla	Mogi das Cruzes	357.313
				b) Cidade Limpa		
		São Bernardo	752.658	a) Associação Refazendo	São José dos Campos	617.106
				b) Associação Raio de Luz		
	MG	Não identificados			Não identificados	

A análise dos resultados dos estudos de caso foi desenvolvida a partir de duas categorias de resultados:

- 1) de valores numéricos atribuídos às tendências de sustentabilidade de cada indicador, que variam de 0 a 1 sendo: 1 = muito favorável, 0,75 = favorável, 0,50 = desfavorável, 0,25 = muito desfavorável, e 0 = não respondeu.
- 2) de dados primários obtidos nos questionários.

Para facilitar a leitura dos gráficos e compreensão dos resultados, foram atribuídas cores, sendo: vermelho = muito desfavorável, amarelo = desfavorável, azul = favorável e verde = muito favorável.

Também foram realizados dois seminários para apresentação dos resultados parciais da pesquisa, como parte de atividades previstas no projeto: um em Belo Horizonte e um em São Paulo, com participação de especialistas no tema e membros de organizações de catadores.

4. Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) na publicação de 2013 (BRASIL, 2015) apontou uma elevada cobertura do serviço regular de coleta domiciliar, correspondente a 98,4% da população urbana. No entanto, o déficit de atendimento nas cidades brasileiras é de aproximadamente 2,9 milhões de habitantes (correspondente a 2% da população urbana). Verifica-se que 65,9% da população deficitária do serviço no Brasil reside nas regiões Nordeste (49,9%) e Norte (16%). O estudo estimou, para o país, a massa coletada de resíduos domiciliares e públicos nos municípios em 61,1 milhões de toneladas no ano de 2013, com uma massa média *per capita* de 1,01 kg/hab./dia.

Ainda segundo o SNIS do mesmo ano (BRASIL, 2015), em 2013, das 61.126.734 toneladas coletadas, 50,25% eram dispostas em aterros sanitários, 17,0% em aterros controlados, 11,3% em lixões, 2,7% encaminhadas para unidades de triagem, 0,02% para unidades de compostagem e 19,63% sem informação.

Quanto à despesa total com o manejo dos resíduos sólidos, quando rateada pela população urbana, resultou em um valor médio anual de R\$ 105,77 por habitante. Estima-se que, em 2013, as prefeituras tiveram um gasto de cerca de R\$ 16,1 bilhões com pessoal, veículos, manutenção, insumos e demais remunerações, exceto investimentos, para o manejo dos resíduos sólidos urbanos em todo o país (BRASIL, 2015).

De um total de 3.572 municípios que responderam à pesquisa do SNIS 2013, 1.161 municípios declararam ter coleta seletiva (32,5%), sendo 33,3% por catadores com apoio da prefeitura.

Segundo o SNIS 2013 (BRASIL, 2015), na região Sudeste, dos 755 municípios que responderam à pesquisa, 391 declararam ter coleta seletiva.

Responderam ao SNIS (2013), 595 municípios (69,75%) do total de 853 municípios do Estado de Minas Gerais. Desses 595 municípios, 427 (71,76%) afirmaram não ter coleta seletiva.

Em relação à situação da coleta seletiva no estado de São Paulo, o SNIS 2013 indica que 536 (83,10%) municípios do estado responderam à pesquisa, e desses 311 (58,02%) municípios afirmaram ter coleta seletiva.

Estima-se que, em 2013, foram geradas, na RMSP, cerca de 21.298,93 toneladas diárias de resíduos urbanos (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014). As

condições de disposição final desses resíduos, em 2013, eram adequadas em todos os 39 municípios da RMSP.

4.1 Resultados da Pesquisa Telefônica

4.1.1 Região Metropolitana de São Paulo

A maioria dos 39 municípios da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) pesquisados, em 2013, prestava o serviço de coleta seletiva (77%).

O total de materiais recicláveis coletado era de 9.473,5 toneladas por mês, sendo 6.440 t/mês (68%) no município de São Paulo e 3.032,5 t/mês (32%) nos demais 29 municípios da RMSP que praticavam a coleta seletiva.

Considerando-se uma geração de, aproximadamente, 21.298 toneladas/dia ou, o equivalente a 639 mil toneladas/mês, as 9.474 toneladas/mês, coletadas seletivamente, correspondiam a 1,5% do total gerado na RMSP. Por outro lado, considerando-se uma parcela conservadora de 30% de materiais potencialmente recicláveis no total de resíduos coletados (BIZZOTTO *et al.*, 2010; JACOBI & BESEN, 2011) obtém-se 5,1% de materiais recicláveis coletados. Ou seja, de qualquer modo esse percentual não atende às metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2011) para a região.

Até 2011 existiam 49 organizações de catadores trabalhando na coleta seletiva, em 28 municípios, sendo 43 cooperativas (87,8%) e 6 associações (12,2%). A primeira iniciativa de coleta seletiva, com continuidade, na RMSP foi em 1994 e a última levantada pela pesquisa, em 2011.

Quanto à cobertura, de 30 municípios que afirmaram ter coleta seletiva, apenas sete (23,3%) declararam ter alta cobertura (>70% da área urbana), cinco (16,7%) média cobertura (entre 51 e 69,9%), seis municípios (20%) baixa cobertura (entre 25 e 49,9%) e 12 (40%) afirmaram desenvolver projetos-piloto (menos de 25%). Quanto à modalidade de coleta seletiva, do total de 30 municípios, 17 (56,7%) realizavam a coleta em sistemas conjuntos de pontos de entrega voluntária (PEV) e coleta porta a porta, 9 (30%) realizavam a coleta porta a porta com caminhão, 2 (6,7%) exclusivamente em pontos de entrega voluntária, 1 (3,3%) porta a porta com caminhões e carrinhos, 1 (3,3%) PEVS e porta a porta com caminhão e carrinhos.

No que se refere aos instrumentos legais de contratação da organização de catadores pelas prefeituras, de 28 municípios que operavam em parceria com organizações de catadores, 14 (50%) municípios possuíam convênio sem repasse de recursos

financeiros, 4 (14,3%) possuíam convênio com repasse de recursos financeiros, 2 (7,1%) possuíam termo de cooperação e 8 (28,6%) não possuíam nenhum instrumento. Ou seja, apenas 4 municípios (14,3%) remuneravam os catadores pelos serviços prestados e nenhum deles em forma de contrato de prestação de serviço.

4.1.2 Região Metropolitana de Belo Horizonte

A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) é composta por 34 municípios e, desses, 16 afirmavam prestar serviço de coleta seletiva, sendo 15 em parceria com organizações de catadores. Na RMBH foram identificadas 22 organizações de catadores operando em 16 municípios, sendo 9 cooperativas (40,9%) e 13 associações (59%). Ou seja, diferentemente da RMSP, em que preponderavam as cooperativas de catadores, na RMBH predomina o formato jurídico de associações de catadores. Das 22 organizações, 7 (31,9%) operavam a coleta seletiva em Belo Horizonte. As demais 15 organizações (68,1%) operavam nos outros municípios da região metropolitana. Nessas organizações trabalhavam 525 catadores, sendo 323 (61,5%) deles em Belo Horizonte e 202 (38,5%) na RMBH.

A primeira iniciativa de coleta seletiva data de 1993 e a última de 2012, sendo que os municípios foram implantando paulatinamente, ao longo dos anos.

Sobre a cobertura da coleta seletiva, dos 16 municípios que a possuíam, 4 afirmavam que era alta, ou seja, atendiam mais de 70% da área urbana, 5 atendiam entre 25% e 49,9% da área urbana, com cobertura baixa, 2 municípios possuíam cobertura média, atendendo entre 51% a 69,9% da área urbana, 3 municípios atendiam menos de 25% da área urbana, sendo considerados projetos-piloto, 1 município não respondeu e 1 município declarou que sua cobertura iria depender da modalidade de coleta seletiva a ser implantada.

Quanto à modalidade de coleta seletiva, em 9 municípios (56,25%) havia coleta porta a porta com caminhão, sendo que 2 desses (12,5%) também praticavam coleta porta a porta com carrinho, 1 município (6,25%) realizava apenas coleta em pontos de entrega voluntária, 4 municípios (25%) praticavam coleta porta a porta e pontos de entrega voluntária e 1 município (6,24%) não respondeu.

No que se refere aos instrumentos legais de contratação da organização de catadores pelas 15 prefeituras da RMBH que realizavam a coleta seletiva com catadores, 2 (13,3%) municípios possuíam convênio com repasse de recursos financeiros, 5 municípios (33,3%) tinham convênio sem repasse de recursos financeiros, 1 (6,7%) município possuía contrato, 5 municípios (33,3%) não possuíam nenhum tipo de instrumento legal de contratação, 1 município (6,7%) não respondeu e 1 (6,7%) muni-

cípio possuía outra parceria documentada como apoio social. Ou seja, dentre os 15 municípios pesquisados, apenas 3 municípios (20%) declararam remunerar as organizações de catadores pelos serviços prestados, seja via contrato ou via convênio com repasse financeiro.

O total de materiais recicláveis coletados seletivamente na RMBH chegou a 2.107 t/mês, sendo 600 t/mês no município de Belo Horizonte e 1.507 t/mês nos demais 15 municípios. Considerando-se a quantidade estimada de 4.166,72 toneladas/dia coletadas na RMBH, obtêm-se 116.652,76 ton/mês. Nesse contexto, a coleta seletiva desviava dos aterros sanitários e lixões, no caso da RMBH, apenas 1,8% dos resíduos domiciliares coletados na região. Considerando-se um percentual conservador de 30% de resíduos recicláveis no total coletado (BIZZOTTO *et al.*, 2010; JACOBI & BESEN, 2011), têm-se que o desvio de resíduos atingia 6%.

4.2 Estudos de caso

Foram analisados os resultados da aplicação de 12 indicadores e índices de sustentabilidade em 20 municípios, sendo 15 no estado de São Paulo e 5 em Minas Gerais. Desses 20 municípios, 11 (55%) executavam a coleta seletiva com participação de catadores, sendo sete municípios no estado de São Paulo (seis deles na RMSP) e quatro em Minas Gerais (três deles na RMBH). Os demais nove municípios executavam a coleta seletiva sem participação de catadores, sendo 8 no estado de São Paulo (apenas um na RMSP), e um em Minas Gerais, não pertencente à RMBH.

No que se refere às organizações de catadores parceiras de 11 municípios que praticavam a coleta seletiva, o resultado foi analisado a partir da aplicação de um conjunto de 20 indicadores e índices de sustentabilidade por organização. Dois municípios tinham parcerias com duas organizações de catadores cada um.

4.2.1 Indicadores de Sustentabilidade de Coleta Seletiva (ISCS)

Considerou-se importante, no caso dos indicadores de sustentabilidade, avaliar prioritariamente as medianas¹ obtidas, uma vez que essas apresentam o valor central

1 A mediana é uma medida de localização do centro da distribuição dos dados, definida do seguinte modo: ordenados os elementos da amostra, a mediana é o valor (pertencente ou não à amostra) que a divide ao meio, isso é, 50% dos elementos da amostra são menores ou iguais à mediana e os outros 50% são maiores ou iguais à mediana. Para a sua determinação utiliza-se a seguinte regra: depois de ordenada a amostra de n elementos, se n é ímpar, a mediana é o elemento médio. Se n é par, a mediana é a semi-soma dos dois elementos médios (Fonte: goo.gl/O3OJxX).

da amostra de municípios estudada, e permitem entender melhor o seu perfil e as tendências.

Com relação aos valores das medianas obtidas pelos indicadores nos 20 municípios estudados (Figura 1), obtiveram-se as seguintes tendências à sustentabilidade relacionadas a partir dos melhores desempenhos obtidos:

- Muito favorável: ISCS1 – Atendimento, ISCS3 – Educação e divulgação, ISCS4 – Gestão Compartilhada, ISCS5 – Parcerias, e ISCS11 – Custos do serviço/ quantidade coleta seletiva.
- Favorável: ISCS6 – Adesão da população, ISCS9 – Condições ambientais de trabalho e ISCS12 – Custo da coleta/regular + destinação final.
- Desfavorável: ISCS2 – Autofinanciamento ISCS7 – Taxa de recuperação de materiais recicláveis, ISCS8 – Taxa de Rejeito, ISCS10 – Saúde e Segurança do Trabalhador.
- Muito desfavorável: Nenhum indicador obteve essa avaliação.

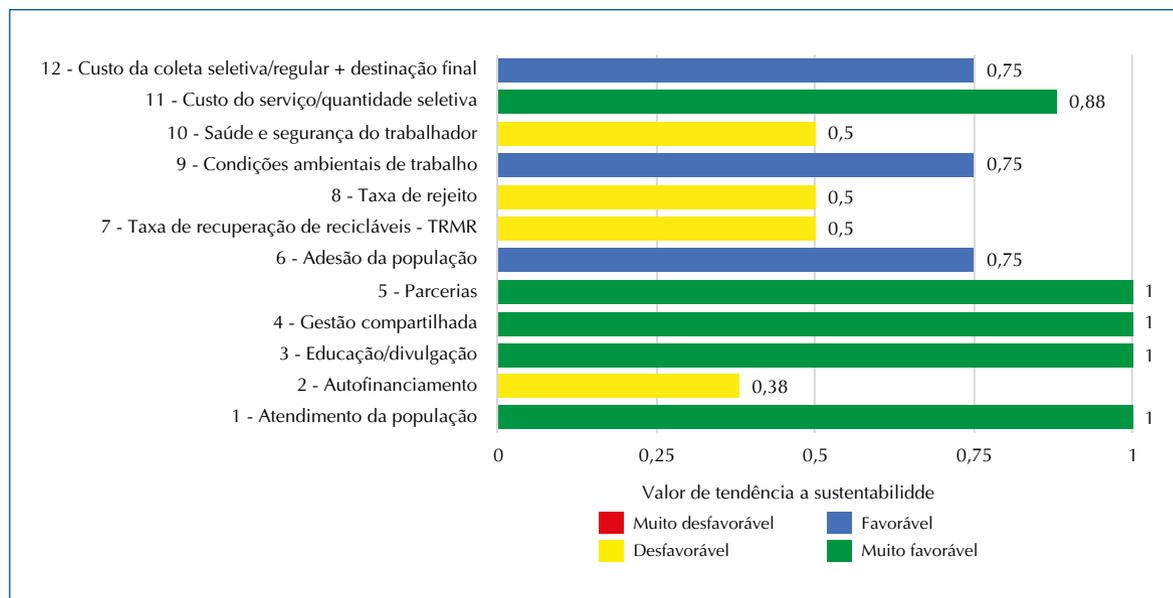


Figura 1 – Valores das medianas dos indicadores da coleta seletiva, em municípios com e sem catadores, nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

É importante destacar que os valores dos indicadores correspondem aos valores numéricos resultantes das tendências à sustentabilidade. No caso dos índices houve uma ponderação.

As cores utilizadas nas figuras correspondem aos intervalos nos quais esses valores se encontram, a saber: vermelho, de 0,00 a 0,25 – muito desfavorável; amarelo de 0,26 a 0,50 – desfavorável; azul, de 0,51 a 0,75 – favorável e, verde, de 0,76 a 1,00 – muito favorável.

Observa-se a seguinte avaliação dos indicadores comparados de coleta com e sem catadores (Figura 2):

- Muito favorável para a coleta seletiva com e sem catadores: ISCS-3 – Educação e divulgação, ISCS-4 – Gestão Compartilhada e ISCS-5 – Parcerias.
- Muito favorável para municípios com coleta seletiva sem catadores e favorável para com catadores: ISCS 1 – Atendimento e ISCS 11 – Custo da coleta seletiva.
- Favorável para com catadores e sem catadores: ISCS12 – Custo do serviço/regular + destinação
- Favorável nos municípios sem catador e desfavorável nos com catador: ISCS 8 – Taxa de rejeito e ISCS 9 – Condições ambientais de trabalho.
- Desfavorável em municípios com e sem catadores: ISCS 7 – Taxa de recuperação de materiais recicláveis e ISCS 10 – Saúde e segurança do trabalhador.
- Desfavorável para municípios com catador e muito desfavorável sem catador ISCS2 – Autofinanciamento.

Não foi possível comparar o indicador ISCS 6 – Adesão da população devido à inexistência de respostas de municípios sem e com catadores.

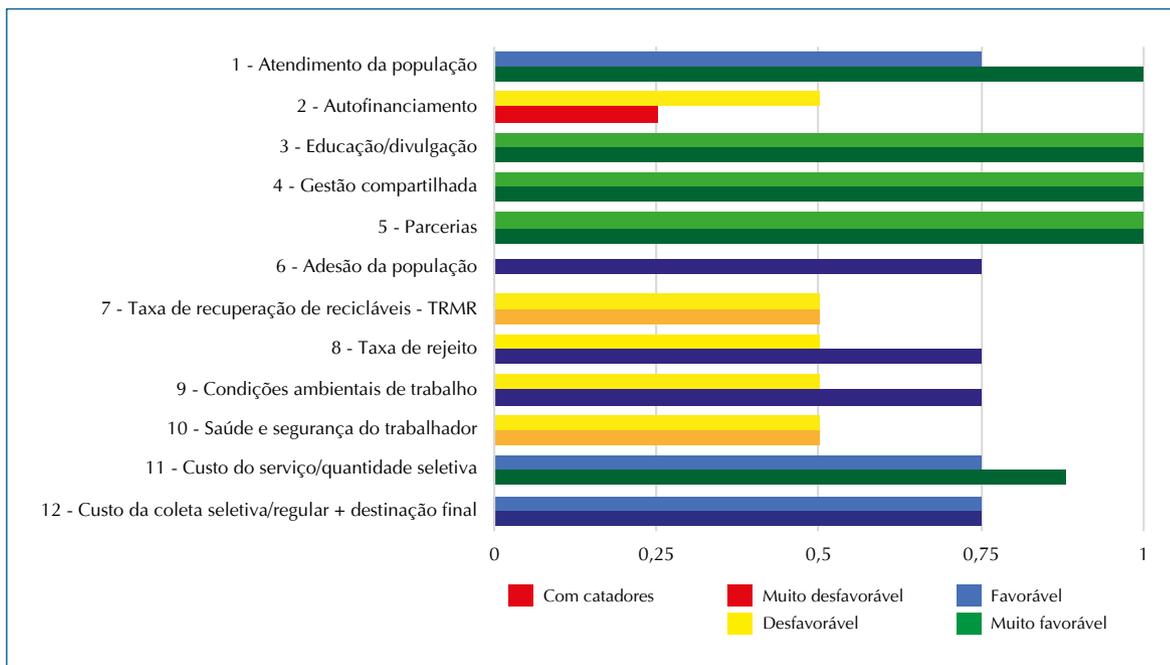


Figura 2 – Medianas dos indicadores da coleta seletiva praticada com e sem catadores, nos estados de SP e MG.

Conclui-se, a partir das análises das medianas dos indicadores, que as vantagens da coleta seletiva com catadores são: promover a educação e divulgação da coleta seletiva, a gestão compartilhada e estabelecer uma rede de apoio de parcerias. Também se destacam vantagens no atendimento à população, nos custos do serviço e quanto ao custo da coleta seletiva em relação à coleta regular e destinação dos resíduos. No entanto, na maioria dos municípios os catadores não são remunerados pelos serviços, o que poderia aumentar os custos da coleta seletiva e modificar essa relação.

Por outro lado, a coleta seletiva praticada com catadores mostrou desvantagens no que se refere ao autofinanciamento, à recuperação dos materiais recicláveis, aos índices de rejeitos e na promoção de condições ambientais de trabalho, segurança e saúde do trabalhador adequadas.

No que se refere à coleta seletiva praticada sem catadores, conclui-se, a partir das análises das medianas dos indicadores, que suas vantagens são: o atendimento à população, a promoção de educação e divulgação da coleta seletiva, a gestão compartilhada e o estabelecimento de uma rede de apoio de parcerias, assim como no custo da coleta seletiva. Também se destacam vantagens nas taxas de rejeito e nas condições ambientais de trabalho.

Por outro lado, a coleta seletiva praticada sem catadores mostrou desvantagens na recuperação de materiais recicláveis e nos aspectos de saúde e segurança do trabalhador.

4.2.2 Índices de Sustentabilidade da Coleta Seletiva

Com relação aos índices de sustentabilidade da coleta seletiva nos 20 municípios estudados, obtiveram-se os seguintes resultados:

- Muito favorável: 2 municípios, um do estado de São Paulo com coleta seletiva sem catadores e um do estado de Minas Gerais com coleta seletiva com catadores.
- Favorável: 12 municípios, 6 com catadores (5 em SP e 1 em MG) e 6 sem catadores (5 em SP e um em MG).
- Desfavorável: 6 municípios, 4 com catadores (2 em SP e 2 em MG) e 2 sem catadores (2 em SP).
- Muito desfavorável: Nenhum município.

Verifica-se que as medianas dos Índices de Sustentabilidade são favoráveis e não apresentam diferenças significativas entre a coleta seletiva praticada com e sem catadores nos municípios estudados em SP e MG (Figura 3). Porém, cabe destacar que, embora a avaliação dos índices seja favorável, os valores obtidos, que variam de 0,53 a 0,61 (excetuando-se o valor diferenciado, em MG, em coleta seletiva praticada sem catador, um único caso estudado), se encontram próximos ao limite da avaliação desfavorável e mais distantes da avaliação muito favorável.

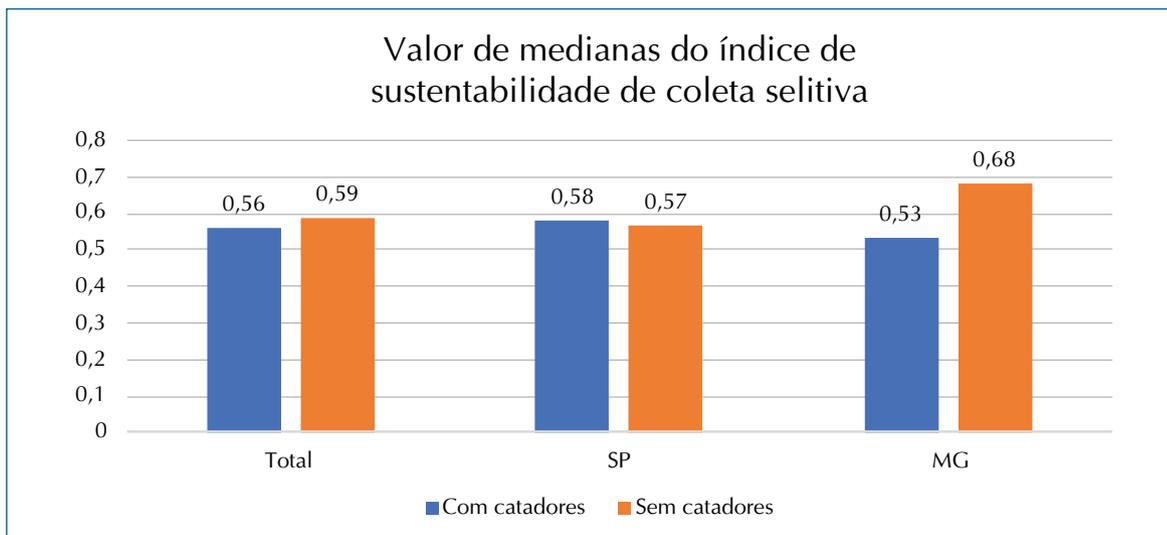


Figura 3 – Medianas dos índices de sustentabilidade da coleta seletiva praticada, com e sem catadores, em municípios de SP e MG.

4.2.3 Indicadores de Sustentabilidade de Organizações de Catadores

Foram aplicados 13 questionários junto a organizações de catadores em 11 municípios, nove no estado de São Paulo (dos quais oito deles na RMSP) e quatro no estado de Minas Gerais (dos quais três na RMBH). Dois municípios da RMSP possuem duas organizações de catadores parceiras cada um.

Aplicou-se um conjunto de 20 indicadores de sustentabilidade de organizações de catadores (ISOC). Assim como em relação aos indicadores da coleta seletiva, optou-se por priorizar a análise das medianas obtidas (Figura 4).

Os indicadores obtiveram a seguinte avaliação das medianas (Figura 4):

- Muito Favorável: ISOC7 – Relação de ganhos entre gêneros, ISOC8 – Auto-gestão, ISOC10 – Participação em reuniões.
- Favorável: ISOC1 – Regularização, ISOC4 – Qualidade das parcerias, ISOC6 – Renda média por membro, ISOC9 – Capacitação, ISOC14 – Adesão da população, ISOC17 – Produtividade por catador e ISOC20 – Uso de equipamentos de proteção individual.
- Desfavorável: ISOC2 – Instrumentos legais na relação com a prefeitura, ISOC3 – Autossuficiência de equipamentos e veículos, ISOC5 – Diversificação de parcerias, ISOC12 – Benefícios aos membros, ISOC13 – Diversificação de

atividades e serviços, ISOC15 – Taxa de recuperação de materiais recicláveis, ISOC16 – Taxa de rejeito, ISOC18 – Condições ambientais de trabalho, ISOC19 – Saúde e segurança do trabalhador.

- Muito desfavorável: Nenhum indicador de sustentabilidade obteve essa avaliação.

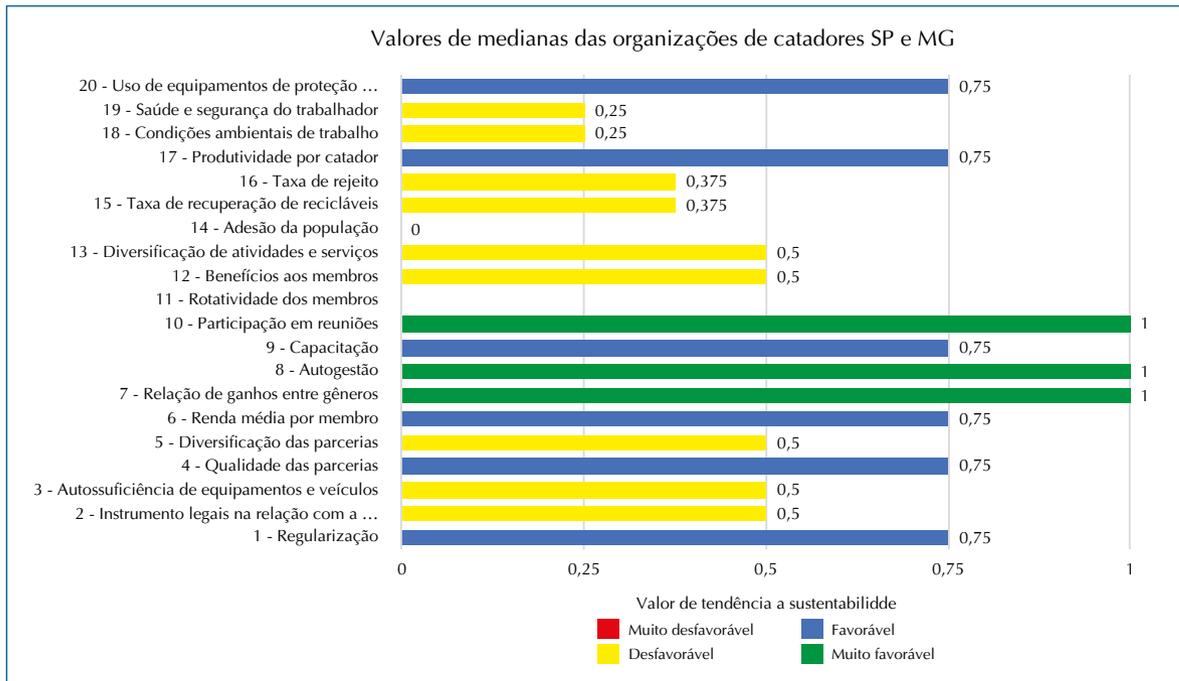


Figura 4 – Medianas dos indicadores das organizações nos municípios dos estados de SP e de MG.

4.2.4 Índices de Sustentabilidade de Organizações de Catadores

Com relação aos índices de sustentabilidade das 13 organizações de catadores estudadas, em 11 municípios obtiveram-se os seguintes resultados:

- Muito favorável: Duas organizações, ambas no estado de São Paulo.
- Favorável: Nove organizações, sete em SP e duas em MG.
- Desfavorável: Duas organizações no estado de MG.
- Muito desfavorável: Nenhuma organização.

Com relação às medianas que indicam as tendências à sustentabilidade de organizações de catadores (Figura 5), obteve-se, também, que a mediana geral e a dos municípios do estado de São Paulo foram favoráveis e a das organizações do estado de Minas Gerais desfavoráveis.

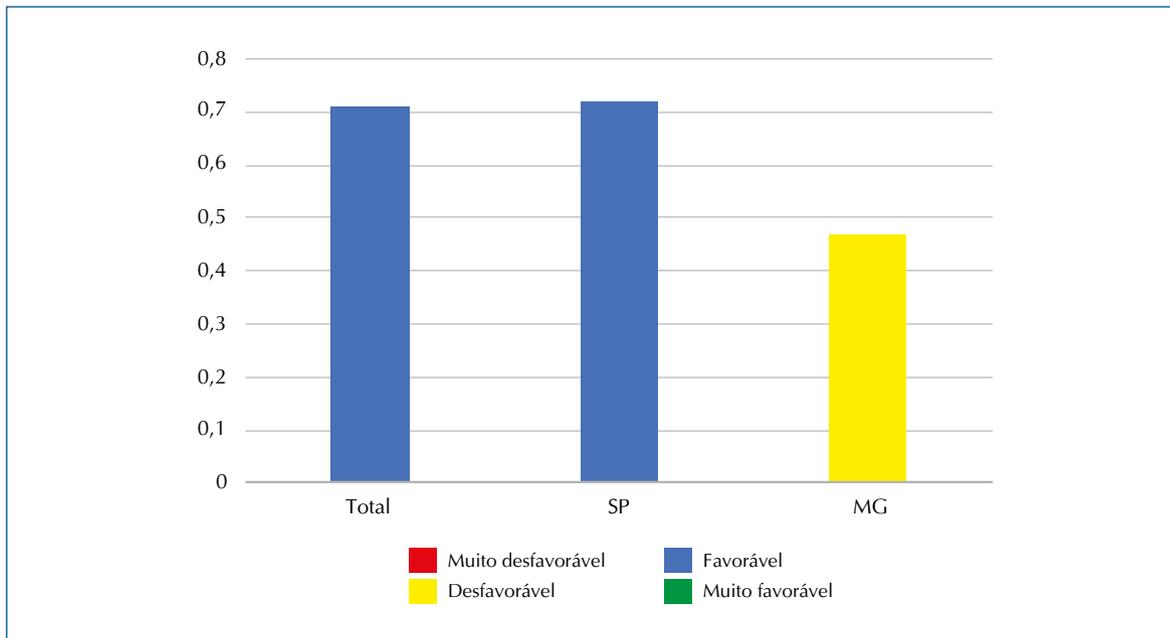


Figura 5 – Medianas dos índices de sustentabilidade de organizações de catadores, SP e MG.

Comparação dos Índices de Sustentabilidade da Coleta Seletiva e de Organizações de Catadores

Em quatro (33,4%) dos 11 municípios estudados que possuem coleta seletiva com catadores verificou-se uma semelhança do índice favorável, tanto para prefeituras, quanto para organizações de catadores e em um município (9,1%) uma diferença entre o município e a respectiva organização de catadores.

Apenas em um município o índice da prefeitura foi muito favorável e da organização favorável. Também em um município, o índice da prefeitura foi favorável e da organização desfavorável. Em três municípios, o índice da prefeitura foi desfavorável e das organizações: em duas favorável e em uma muito favorável. Por fim, em um município o índice da prefeitura foi favorável e o da organização muito favorável.

5. Conclusões

Apesar de alguns limites da pesquisa realizada, algumas conclusões importantes puderam ser formuladas e serão apresentadas nesse item.

Dentre os limites da pesquisa, destacam-se:

- Dificuldade de identificar municípios com médio e alto atendimento de coleta seletiva, para realização de estudos de caso.
- Poucos estudos de caso em Minas Gerais, principalmente de coleta seletiva sem catadores. Consideramos que, no Brasil como um todo, há dificuldade de se encontrar programas de coleta seletiva que atendam aos critérios da pesquisa.
- A aplicação de questionários autodeclaratórios, apesar de ter sido realizada nos locais estudados, demanda cuidado na interpretação dos resultados, na medida em que as informações obtidas não são verificadas.
- A aplicação de indicadores demanda uma grande quantidade de informação dos gestores. No entanto, verificou-se que não há uma prática de registro de dados na área de resíduos sólidos. Geralmente, quando existentes, os dados são dispersos e coletados de maneira diferenciada, com unidades de medidas diferentes, em períodos de tempo diversos. Essa realidade prejudica a realização de estudos e, sobretudo, de avaliação de programas visando seu aprimoramento.
- O próprio SNIS, que é uma pesquisa realizada pelo Governo Federal, é respondido de forma voluntária, parcial e retrata essa precariedade de dados.
- A validação dos índices com pesos preestabelecidos dificulta a inclusão de outros indicadores no desenvolvimento da pesquisa.
- Há uma cultura imperante de desconfiança em relação à pesquisa acadêmica, que dificulta o acesso às informações, tanto de governos, quanto de organizações não governamentais.
- Cooperativas e mesmo ONGs que as assessoram ainda não têm a intromissão de uma cultura de registro sistemático de informações, que também não é exigida dos parceiros governamentais.

Dessa forma, apesar dos elevados gastos das prefeituras com o manejo de resíduos sólidos, que em 2013 somou R\$ 16 bilhões no país, representando alta porcentagem dos gastos do orçamento municipal, o gerenciamento dos resíduos sólidos ainda é muito mal resolvido no Brasil. Mesmo em termos *per capita*, os gastos de R\$ 105,00 hab/ano (BRASIL, 2015) não são triviais e poderiam redundar em uma gestão mais eficiente, com maior compromisso por parte dos governos locais, das empresas e da sociedade.

Além disso, há uma tendência geral de se considerar recicláveis apenas os resíduos secos, que representam aproximadamente 31,9% dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2011). Desses, sobretudo os plásticos, que representam 29%, exigem um enfrentamento urgente em todo território nacional. Por sua baixa degradabilidade e longa duração, os plásticos consistem em uma questão que não se restringe às cidades brasileiras. As áreas rurais, as praias, os parques e os corpos hídricos têm sido muito impactados negativamente por esse material, que destrói as paisagens, seu potencial turístico e de geração de renda por seu efeito estético desagradável. Além disso, ao atingir os corpos d'água e a rede de drenagem reduz a vazão, provoca assoreamento e entupimento, causando inundações e desastres; propicia a proliferação de vetores de doenças infectocontagiosas por representar criadouro propício; e causa mortalidade de animais silvestres aquáticos e terrestres.

Os resíduos orgânicos representam 50% dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. No entanto, experiências de compostagem e reaproveitamento da biomassa são escassas e não estruturadas. Há que inseri-las em programas de reaproveitamento, a exemplo da África do Sul, que produz grandes quantidades de composto de material retirado de áreas urbanas, para atender suas vinícolas.

Assim, a implementação da coleta seletiva nos 5.565 municípios brasileiros de forma universalizada, eficiente e com condições adequadas de trabalho ainda é um desafio dos governos e da sociedade para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos e seu respectivo Plano, ainda não aprovado. Para que as metas da PNRS e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos sejam atingidas há necessidade de melhoria na produção, sistematização e disseminação de dados e informações sobre a coleta seletiva. Tanto a indisponibilidade de dados quanto a sua baixa qualidade – o que tem influência direta na confiabilidade – prejudicam uma compreensão mais abrangente da coleta seletiva e a construção de políticas públicas mais adequadas.

A aplicação de indicadores pode estimular um acompanhamento mais atento às experiências de coleta seletiva por parte das prefeituras, das cooperativas, das organizações interessadas e da sociedade civil como um todo. Nessa pesquisa, a partir

da aplicação de indicadores e índices de sustentabilidade para a coleta seletiva – praticada com e sem a participação de catadores de materiais recicláveis – foi possível identificar suas vantagens e desvantagens.

Verificou-se que a coleta seletiva, tanto realizada pelas prefeituras como em parceria com organizações de catadores é muito favorável em promover a educação e divulgação de um manejo mais adequado de resíduos assim como a gestão compartilhada e o estabelecimento de parcerias. Por outro lado, os indicadores são muito desfavoráveis nos itens de autofinanciamento do serviço, taxa de recuperação de recicláveis e condições de saúde e segurança do trabalhador.

A coleta seletiva praticada sem catadores também é muito favorável no atendimento à população e no custo da prestação do serviço; favorável em medir a adesão da população, obter menores taxas de rejeito e melhores condições ambientais de trabalho. Porém, é desfavorável nos indicadores de taxas de recuperação de recicláveis e de condições de saúde e segurança do trabalhador, e muito desfavorável no autofinanciamento do sistema.

A coleta seletiva praticada com organizações de catadores é favorável no atendimento à população, no custo da coleta seletiva, no custo da coleta seletiva em relação à coleta regular e na destinação dos resíduos. Porém, na maioria dos municípios estudados os catadores não são remunerados pelos serviços. A avaliação foi desfavorável no autofinanciamento, nas taxas de recuperação de recicláveis e de rejeito e nas condições ambientais de trabalho e segurança e saúde do trabalhador.

Observaram-se diferenças significativas entre os municípios dos dois estados embora, no geral, os índices de sustentabilidade da coleta seletiva, nas duas modalidades, tenham resultados favoráveis, porém muito próximos do limite do nível desfavorável.

Quanto aos indicadores das organizações de catadores, o resultado foi muito favorável na relação de ganhos entre gêneros, na autogestão e na participação dos membros. O resultado foi favorável quanto à regularização, qualidade das parcerias, renda média por membro, capacitação, produtividade por catador e uso de equipamentos de proteção individual. No entanto, o resultado foi desfavorável no que se refere aos instrumentos legais da relação com a prefeitura, à autossuficiência de equipamentos e veículos, à diversificação das parcerias, aos benefícios aos membros, à diversificação de atividades e serviços, à taxa de recuperação de materiais recicláveis, à taxa de rejeito e às condições ambientais de trabalho e de saúde do trabalhador.

Os índices de sustentabilidade das organizações de catadores se mostraram favoráveis em São Paulo, com diferenças significativas para o estado de Minas Gerais, onde foram desfavoráveis. No entanto, em apenas duas organizações os índices foram muito favoráveis. Destaca-se a importância de integrar a atividade dos catadores de materiais recicláveis, no contexto do processo de modernização da gestão de resíduos sólidos em curso no Brasil, após a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Verifica-se que permanece uma necessidade grande de aprimoramento da gestão da coleta seletiva, tanto em experiências com ou sem catadores, e que os determinantes são econômicos, de organização, de gestão e de melhoria das condições ambientais e de saúde e segurança do trabalhador.

Conclui-se que há impactos ambientais e socioeconômicos positivos dos programas de coleta seletiva municipais, nas duas modalidades, mas que ainda são muito pequenos em relação às necessidades e possibilidades.

Em relação aos impactos ambientais positivos, o desvio de resíduos de aterros em virtude dos programas de coleta seletiva ainda é muito pequeno. Na RMBH apenas 1,8% dos resíduos são reciclados, correspondendo a 6% dos recicláveis desviados de aterros ou lixões.

Na RMSP houve maior avanço em termos de atendimento à qualidade da destinação final. Hoje, os 39 municípios que compõem a região metropolitana destinam adequadamente seus resíduos sólidos urbanos a aterros sanitários. Entretanto, as taxas de reciclagem de 1,5% dos resíduos e 5% dos materiais secos desviados de aterros ainda são pífias.

Outro aspecto muito relevante, em relação aos impactos dos programas de coleta seletiva, é sua contribuição para a minimização das mudanças climáticas. A redução de gases de efeito estufa poderia chegar a 15-20% com a prevenção da geração e recuperação de resíduos sólidos urbanos. Esse benefício se dá não só pela redução de emissão de gases dos aterros, como por evitar o transporte para aterros, em distâncias cada vez maiores, e por utilizar menos recursos naturais.

Políticas públicas brasileiras têm favorecido a disseminação do modelo de coleta seletiva com integração de catadores, mas a maior parte dos municípios ainda enfrenta dificuldades de ordem técnica e econômica e pouca prioridade política para a efetivação da coleta seletiva com a contratação de organizações de catadores. Além disso, essa pesquisa mostrou que não há grandes diferenças de desempenho e efetividade entre programas com ou sem catadores.

Quanto a impactos socioeconômicos, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2011) estimou que houvesse entre 400 e 600 mil catadores de recicláveis no país, mas apenas 10% em organizações. Portanto, ao longo do tempo as políticas públicas não têm resultado em inserção muito significativa de catadores. A atual pesquisa mostrou essa realidade nas regiões metropolitanas de Belo Horizonte e de São Paulo, onde dados têm sido levantados ao longo de uma década.

Além disso, a taxa de analfabetismo dentre os catadores é de 20%, representando mais que o dobro da média nacional de 9%. Portanto, os programas de coleta seletiva com inclusão de catadores deveriam ter maior incentivo, como fonte de emprego e de geração de renda. Por outro lado, deveria haver mais apoio e exigência de ações de alfabetização de adultos nos programas parceiros como forma de melhorar o nível de vida dos participantes e a eficácia dos programas.

Essa pesquisa mostrou que, apesar de recursos disponibilizados pelo governo, os avanços são poucos e a eficácia dos programas é baixa.

Além disso, dependendo da realidade socioeconômica de cada município, os governantes deveriam optar por um melhor sistema para a coleta seletiva, com ou sem catadores. Em municípios com forte industrialização, índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) mais elevado e menores taxas de analfabetismo e desemprego, podem ser mais interessantes programas sem parceria com organizações de catadores, como é o caso de Indaiatuba, no estado de São Paulo. Já em municípios fortemente dependentes de políticas de inclusão social, como bolsa família, programas com inclusão de catadores fazem todo o sentido, sobretudo porque geralmente, nesses municípios os problemas de resíduos urbanos são muito mal equacionados.

6. Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa

Como alternativas de aprofundamento da pesquisa para aperfeiçoamento dos programas, há algumas sugestões:

- Desenvolver métodos de pesquisa e pesquisas que meçam a adesão da população aos programas de coleta seletiva, como forma de avaliar sua eficácia.
- Homogeneizar as formas de medida de cobertura e abrangência dos programas (por área, domicílio ou habitantes).
- Cobrar responsabilidade dos municípios para os programas de coleta seletiva e produção de dados, tanto de programas operados por prefeituras ou empresas, quanto de programas em parceria com organizações de catadores.

Referências bibliográficas

- BESEN, G.R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. 2011. 275 p. [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/USP.
- BIZZOTTO, A. *et al.* **Cidade de São Paulo ainda recicla apenas 1% de todo o lixo**. *O Estado de S. Paulo*, São Paulo, 10 maio 2010.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Programas municipais de coleta seletiva de lixo como fator de sustentabilidade dos sistemas públicos de saneamento ambiental na região metropolitana de São Paulo/Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010a.
- BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, 2010b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm. Acesso em: 11 nov. 2013.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, 2010c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 11 jul 2013.
- BRASIL. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Versão preliminar para consulta pública. 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao0202201204_1757.pdf. Acesso em: 11 jul 2013.
- BRASIL. Ministério das Cidades. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Programa de modernização do setor de saneamento: Diagnóstico da gestão e manejo de resíduos sólidos urbanos – 2013**. Brasília: MCIDADES/SNSA; 2015.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. CETESB. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos da CETESB, 2013. CETESB, São Paulo, 2014a.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo [recurso eletrônico]/Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, CETESB; Autores André Luiz Fernandes Simas... [et al.]; Organizadores André Luiz Fernandes Simas, Zuleica Maria de Lisboa Perez. – 1ª ed. – São Paulo: SMA, 2014b.
- JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

Metodologias para fortalecimento do controle social na gestão em saneamento

Pedro Roberto Jacobi (coordenador da pesquisa);
Denise de La Corte Bacci; Ana Paula Fracalanza;
Carla Fernandes de Moura Caruso; Mariana Gutierrez
Arteiro da Paz; Maria Aparecida Pimentel Toloza
Ribas; Izabela Penha de Oliveira Santos; Vânia Maria
Nunes dos Santos.

Proponente: Fundação da Universidade de São Paulo

Executora: Instituto de Energia e Ambiente,
Universidade de São Paulo

Resumo

A aprovação da Política Nacional de Saneamento Básico, pela Lei 11.445/2007, representou avanços no planejamento e na gestão do setor do saneamento. Um dos aspectos introduzidos pela Lei é a atuação da sociedade civil, que antes não era contemplada e passa a ser um componente indispensável a partir do controle social como um princípio básico no setor de saneamento no Brasil. Dessa forma, a participação e a democracia passam a ser características do planejamento do setor do saneamento, inclusive no Plano Municipal de Saneamento Básico, instrumento previsto e detalhado no Art. 19 da Lei 11.445/2007. Jacobi (2009) afirma que “o fortalecimento dos mecanismos de controle de políticas setoriais amplia as possibilidades de constituição de sujeitos democráticos na interlocução com as políticas públicas, promovendo corresponsabilização” (p. 107). Portanto, dada a importância e exigência da instituição do Plano Municipal de Saneamento Básico como fruto de uma construção social coletiva (MORAES, 2009), o objetivo desse trabalho foi oferecer metodologias que promovam e/ou fortaleçam a participação da comunidade em processos de gestão dos serviços de saneamento básico em dois municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica dos rios Sorocaba e Médio Tietê (BH-SMT): Iperó e Mairinque. Foram utilizadas metodologias participativas na fase de estudos preliminares (World Café e Open Space); de diagnóstico (Caminhada Diagnóstica e Mapeamento Socioambiental); de sensibilização e propositivas

(Fóruns, Oficinas de Protagonismo); e avaliativas (Grupo Focal). Observou-se que as metodologias aplicadas tiveram diferentes resultados devido às particularidades de cada município. Em Iperó, o alcance das metodologias foi na sensibilização quanto a importância do controle social no saneamento. E, em Mairinque, no auxílio à criação e ao fortalecimento do controle social no saneamento. As metodologias se mostraram eficientes e demandam continuidade no processo para manutenção da articulação da comunidade mobilizada e da interação dos vários segmentos, a saber: sociedade civil organizada; técnicos da prefeitura; e representantes políticos.

Palavras-chave: controle social no saneamento; metodologias participativas; Iperó; Mairinque.

Abstract

The National Policy of Sanitation, Law 11,445/2007, represented advances in the management of planning and sanitation sector. This Law introduced the participation of civil society with social control as a basic principle in the sanitation sector in Brazil. Participation and democracy are now characteristics of the sanitation sector, including the tool of Municipal Sanitation Plans, detailed in Article 19 of Law 11.445/2007. For Jacobi (2009) “strengthening social control mechanisms in sectorial policies expands the possibilities of establishment of democratic subjects in dialogue with public policies, promoting co-responsibility” (p. 107). Given the importance and requirement of the Municipal Sanitation Plan to be a result of a collective social construction (MORAES, 2009), this study aimed to provide methodologies that promote and/or strengthen community participation in the management of basic sanitation processes in two municipalities belonging to the hydrographic basin of Sorocaba rivers and Middle Tiete (BH-SMT): Iperó and Mairinque. The research was based on participatory methodologies in all phases: preliminary studies (World Café and Open Space); diagnostic (Diagnostic Walk and Environmental Mapping); awareness and propositional (Forums, Protagonism workshops); and evaluative (Focus Group). The methodologies have different results because of the particularities of each municipality. In Iperó, these methodologies provided the awareness of the importance of social control in sanitation. In Mairinque, they helped the creation and strengthening of social control in sanitation. The methodologies were efficient and require continuity in the process to keep the joint mobilized community as well as interaction of the various segments: civil society; technical city hall; and political representatives.

Keywords: social control in sanitation; participatory methodologies; Iperó; Mairinque

1. Introdução

1.1 Política Nacional de Saneamento Básico e o Controle Social

A promulgação da Lei 11.445/2007, que estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, representou um avanço para o setor de saneamento no Brasil. Tal texto legal altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e ressalta que a prestação dos serviços públicos de saneamento básico deve observar uma série de condições que garantam o acesso de todos a serviços de qualidade e com continuidade.

A Lei estabelece os princípios para a Política de Saneamento Básico, que deve ser norteadas pela universalização do acesso aos quatro componentes (abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo das águas pluviais) de forma adequada à saúde pública, à proteção do meio ambiente e às condições locais, além de promover integração com outras políticas públicas – habitação, recursos hídricos, educação, desenvolvimento urbano, entre outras. A forma como os serviços serão prestados deve ser definida para atender a demanda do saneamento, os serviços de regulação e fiscalização, os direitos e deveres dos usuários. A lei estabelece ainda que a sociedade exercerá seu direito ao controle social.

A Lei 11.445/2007 conferiu ao titular dos serviços, dentre outras atribuições, a formulação da política pública de saneamento básico e, para tanto, a elaboração dos planos de saneamento básico e o estabelecimento de mecanismos de controle social no planejamento e gestão dos serviços de saneamento básico. O controle social é definido como “conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico” em seu inciso IV do artigo 3º. Portanto, foi assegurado o controle social em todo o processo da prestação dos serviços de saneamento básico, bem como a transparência das ações, baseadas em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados¹.

1 O Art. 34. do Decreto nº 7.217/2010, que regulamentou a Lei 11.445/2007, define o prazo para estabelecimento do controle social no saneamento: “§ 6º Após 31 de dezembro de 2014, será vedado o acesso aos recursos federais ou aos geridos ou administrados por órgão ou entidade da União, quando destinados a serviços de saneamento básico, àqueles titulares de serviços públicos de saneamento básico que não instituírem, por meio de legislação específica, o controle social realizado por órgão colegiado, nos termos do inciso IV do caput.”

As obrigações e responsabilidades do poder público e dos prestadores de serviço estão claramente definidas, assim como os direitos da sociedade. A Lei define a obrigatoriedade de todos os municípios elaborarem a Política bem como o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) (Quadro 1).

Quadro 1 – Atores integrantes do controle social do saneamento básico e suas competências

Atores/segmentos e suas competências
Titular
<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar os planos de saneamento básico. - Prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços. - Definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação. - Adotar parâmetros para garantir o atendimento à saúde pública (volume mínimo <i>per capita</i> de água para abastecimento público e normas nacionais relativas à potabilidade da água). - Fixar os direitos e os deveres dos usuários. - Estabelecer mecanismos de controle social. - Estabelecer sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento. - Intervir e retomar a operação dos serviços delegados, por indicação da entidade reguladora, nos casos e condições previstos em lei e nos documentos contratuais. - Participar do controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços.
Prestador de serviço
<ul style="list-style-type: none"> - Participar do controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços.
Entidade de regulação
<ul style="list-style-type: none"> - Atender aos princípios de independência decisória e transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões. - Utilizar as normas de regulação dos serviços editadas pelo titular para os direitos e obrigações dos usuários e prestadores e as penalidades a que estarão sujeitos; e os procedimentos e critérios para a atuação das entidades de regulação e de fiscalização. - Seguir a norma da entidade de regulação, no que se refere às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços.
Órgãos governamentais relacionados ao setor de saneamento básico
<ul style="list-style-type: none"> - Exercer o controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços.
Usuários de serviços de saneamento básico
<ul style="list-style-type: none"> - Seguir os direitos e deveres fixados pelo titular. - Exercer o controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços.
Entidades técnicas, organizações da sociedade civil e de defesa do consumidor relacionadas ao setor de saneamento básico
<ul style="list-style-type: none"> - Exercer o controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços.

Fonte: PAZ, 2015.

A Lei nº 11.445/2007 também traz um grande avanço na articulação do Saneamento Básico com a área de Recursos Hídricos. Tal avanço está explícito no Art. 2º que trata dos princípios fundamentais, item XII – integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos, e reforçado no Capítulo IV

sobre planejamento, no item V, § 3º, que os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas em que estiverem inseridos.

No contexto da Lei de Saneamento Básico, o Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Sorocaba e Médio Tietê (CBH-SMT) foi contemplado por um convênio do Estado de São Paulo para elaboração dos planos municipais de saneamento básico nos 34 municípios cuja sede se localiza na referida bacia. Tais planos foram elaborados por uma empresa prestadora de serviço, tendo o CBH como interlocutor entre os municípios e a empresa. No entanto, o Plano como instrumento de planejamento deve ser elaborado para atender as demandas locais, e não apenas ser uma peça meramente técnica (MORAES, 2009), como aconteceu com os Planos Diretores (BRAGA, 1995). Para isso o Plano deve ter características políticas, sendo fruto de um processo de decisão político-social; ser transparente; e democrático, garantindo a participação da sociedade como previsto na Lei 11.445/2007 (MORAES, 2009). Jacobi (2009) enfatiza que experiências de gestão participativa fortalecem a capacidade crítica e de engajamento, assim como a capacidade de multiplicação e aproveitamento do potencial dos cidadãos no processo decisório.

Nesse contexto, a presente pesquisa-ação se baseou em duas premissas: 1. Colaborar para que os princípios da Lei 11.445/2007 acerca do controle social sejam assegurados no processo de elaboração dos Planos; e 2. Contribuir para estimular e fortalecer a participação social através de metodologias e/ou aperfeiçoamento das metodologias existentes.

1.2 Metodologias Participativas

O projeto, ao destacar o conceito de Aprendizagem Social para o controle social, propõe-se a contribuir para que os envolvidos, a partir da aplicação das metodologias participativas, possam: aprofundar seus conhecimentos e ampliar caminhos de diálogo; estabelecer laços de confiança e cooperação; administrar e resolver conflitos e buscar soluções conjuntas, que sejam técnica e socialmente adequadas (HARMONICOP, 2003).

A Aprendizagem Social (AS) tem como objetivo contribuir para o diálogo e intervenção conjunta dos atores locais na realidade. A AS está em estreita relação com o desenvolvimento de capacidades. Isso representa a possibilidade de construir processos dinâmicos de participação e colaboração de número crescente de atores públicos e da sociedade em novas formas de pensar e enfrentar problemas relacionados à sustentabilidade socioambiental como, por exemplo, o uso sustentável dos recursos naturais na interação entre sociedade e poder público. Propõe-se, dessa forma, a dis-

seminação de metodologias e atividades que fortaleçam diagnósticos colaborativos e articulados que promovam a sustentabilidade.

Ao destacar o conceito de Aprendizagem Social para a sustentabilidade socioambiental propõe-se contribuir para que os envolvidos, a partir da aplicação das ferramentas participativas, possam: aprofundar seus conhecimentos e ampliar caminhos de diálogo; estabelecer laços de confiança e cooperação; administrar e resolver conflitos; e buscar soluções conjuntas, que sejam técnica e socialmente adequadas (HARMONICOP, 2003). Segundo Pahl-Wostl *et al.* (2007), o desenvolvimento de conteúdos e metodologias (criação de novos conhecimentos e utilização de novas ferramentas de gestão) é muito relevante nos processos de governança ambiental. O importante é que essas possam ser implantadas e promovam o engajamento do maior número possível de atores comprometidos com a gestão e proteção dos recursos naturais.

Os princípios norteadores da AS contemplam o envolvimento ativo, a consulta e o acesso público à participação. A participação ativa implica que os atores relevantes sejam convidados e participem no processo de planejamento abordando todos os temas e contribuindo ativamente nos debates na busca de respostas e soluções.

As ações previstas pelo presente projeto para a identificação do atual grau de participação e a sua promoção nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico teve como base metodologias participativas, que acompanharam todas as etapas. As metodologias participativas estimularam uma participação mais ativa da sociedade e podem se apresentar como uma forma de estabelecer conjuntamente a identificação de problemas, objetivos e soluções. Nesse sentido, um grande desafio foi o de multiplicar a disseminação de um conhecimento baseado em valores e práticas sustentáveis, indispensáveis para estimular o interesse e engajamento dos cidadãos na ação e na responsabilização (JACOBI e FRANCO, 2011).

As metodologias participativas e colaborativas favorecem a aprendizagem e o desenvolvimento prático de diagnósticos coletivos e planos de intervenção para a construção de agendas locais. Três níveis de participação podem ser definidos: o acesso à informação; consultas públicas como espaço de apresentação de propostas pelo poder público aos cidadãos; e a participação ativa, que possibilite diálogo com gestores e atuação direta na definição de agendas e nas tomadas de decisão (JACOBI e FRANCO, 2011).

As metodologias podem, por exemplo, antecipar alguma atividade/oficina visando “provocar” os diferentes atores sociais identificados para o debate/reflexão sobre a

questão do saneamento no seu município. O que se espera com o uso de ferramentas participativas é a Aprendizagem Social, que enfatiza a colaboração entre os diferentes atores sociais, estimula o diálogo, motiva a formar um pensamento crítico, criativo e sintonizado com a necessidade de propor respostas para o futuro (JACOBI e FRANCO, 2011).

Nesse sentido, a comunidade se prepara para cumprir seu direito como cidadão de acompanhar, em todas as fases, as ações de saneamento com as quais serão contempladas ou, ainda, buscar mecanismos para ter suas demandas atendidas. A Aprendizagem Social deve contemplar o reconhecimento da interdependência dos atores sociais; a interação entre os atores; transparência e confiança; autorreflexão crítica; percepção compartilhada dos problemas e soluções; desenvolvimento e valorização crítica das soluções possíveis; processo decisório conjunto, com base na reciprocidade; e instrumentos e meios para promover a implantação das decisões (HARMONICOP, 2003).

As metodologias apresentadas trazem reflexões sobre os referenciais teóricos e sua aplicação na realidade local, como: (a) aperfeiçoar a compreensão dos problemas inter-relacionados e complexos em diferentes espaços e contextos (CRAPS, 2003); e (b) contribuir para que diferentes atores compreendam melhor as percepções dos outros (WALS, 2007) sobre os problemas socioambientais.

As metodologias participativas foram adequadas pelos pesquisadores para o contexto do projeto. Os resultados apresentados mostram sua efetividade como metodologias alternativas e inovadoras para capacitação, sendo essas:

- *World Café* (Café Mundial – método de diálogo e criação coletiva): é um processo de diálogo com o objetivo de promover conversas significativas, juntamente com a investigação apreciativa; os princípios dessas metodologias se encontram em práticas de conversação que recuperam o sentido de comunidade num diálogo que busca o envolvimento pleno dos participantes, a inteligência coletiva que emerge do grupo e a criação coletiva de soluções para problemas complexos (CAMARGO, 2011).
- *Open Space* (Espaço Aberto): iniciada por Harrison Owen, consiste em uma forma de reunir pessoas em uma conferência, retiro ou encontro, no qual os participantes são convidados a gerar a agenda do encontro assim como participar liderando pequenos grupos de discussão.
- *Mapeamento Socioambiental*: consiste em um (re)conhecimento local (SANTOS e BACCI, 2011), podendo ser diagnóstico ou propositivo. A metodologia

foi aplicada em diferentes contextos com diferentes grupos e visou elaborar um diagnóstico participativo da realidade socioambiental local, como subsídio para a Aprendizagem Social.

- *Caminhada Diagnóstica*: pode ser desenvolvida como base para o mapeamento socioambiental; também procura identificar e diagnosticar de forma coletiva o lugar/ambiente.
- *Fóruns Públicos*: trata-se de um espaço público para discussão e encaminhamento de conflitos, onde a sociedade civil participa efetivamente dos processos decisórios, obtendo respostas aos seus anseios na busca do bem-estar social e do desenvolvimento de alguma questão específica. Após a sua aprovação, esse desempenha o papel de responsável pelo monitoramento das metas do plano em questão.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Capacitar os atores sociais envolvidos, com base em atividades de pesquisa-ação, visando contribuir para promover a participação da comunidade em processos de gestão dos serviços de saneamento básico na bacia hidrográfica dos rios Sorocaba e Médio Tietê (SMT), em suas sub-bacias/localidades periurbanas em municípios com menos de 50.000 habitantes.

2.2 Objetivos específicos

- 1) Verificar se os princípios da Lei 11.445/2007 acerca do controle social foram assegurados no processo de elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico.
- 2) Aperfeiçoar a compreensão dos problemas inter-relacionados e complexos na gestão do saneamento e da água junto aos atores envolvidos.
- 3) Contribuir para melhorar as relações entre os participantes e fortalecer a colaboração e interconexão, visando avanços rumo a uma gestão mais sustentável.
- 4) Contribuir com orientações e conhecimentos sociotécnicos para criar um contexto favorável para práticas cooperativas.

3. Metodologia

3.1 Objetos do estudo

O público das ações de capacitação foi a comunidade que direta ou indiretamente está envolvida nos processos de controle social em Saneamento Básico nos municípios com até 50.000 habitantes na Bacia dos rios Sorocaba e Médio Tietê selecionados: Iperó e Mairinque (Figura 1). A comunidade foi composta pelos moradores e população em geral dos municípios selecionados, como também atores multiplicadores da sociedade organizada, tais como líderes comunitários e gestores locais.



Figura 1 – Localização dos municípios de Iperó e Mairinque na Bacia dos Rios Sorocaba e Médio Tietê. Fonte: ENGEORPS (2011a e b).

Para os eventos realizados foi solicitado que a Prefeitura indicasse quais seriam os atores considerados importantes para participar dessa capacitação e divulgar amplamente o evento em escolas, postos de saúde, entre outros.

O número de participantes de cada encontro realizado assim como os setores de atuação estão detalhados no item 4.

3.1.1 Município de Iperó

O município de Iperó está localizado na Região Administrativa de Sorocaba, no Estado de São Paulo. Possui área de mais de 170,29 mil km² e faz fronteira com as cidades de Boituva, Sorocaba, Araçoiaba da Serra, Capela do Alto e Tatuí. Abriga, em sua parte sul, parte da Floresta Nacional de Ipanema, criada com a principal função de proteger, conservar e restaurar os remanescentes de Mata Atlântica.

Historicamente, a cidade se desenvolveu na segunda metade do século XIX, a partir da instalação de ferrovia e expansão da Estrada de Ferro Sorocabana, que aliada à atividade agrícola, intensificou o povoamento no século XX. Na década de 90, com a decadência do transporte ferroviário e o corte dos investimentos militares, houve a principal crise financeira do município, de forma que ao final da década muitas terras foram alocadas para o processo de reforma agrária. Esses espaços beneficiaram centenas de famílias do Movimento Sem Terra (MST), o que modificou o cenário social e criou outras demandas por serviços.

Atualmente, Iperó possui uma população estimada pelo IBGE (2016a) de 34.149 habitantes, com densidade demográfica de 200,53 habitantes por km², que residem em três bairros: George Oetterer (mais próximo a Sorocaba do que ao centro de Iperó, e o mais carente, com 10.000 habitantes), sede (centro) e Bacaetava (distrito).

3.1.2 Município de Mairinque

O município de Mairinque está localizado na região administrativa de Sorocaba, São Paulo, com uma área de aproximadamente 210,15 mil km². Possui em torno de 46.294 habitantes, com densidade demográfica de 220,29 habitantes por km² (IBGE, 2016b).

Mairinque surgiu a partir de uma pequena estação de trem no século XIX, onde cresceu uma vila habitada por operários da estrada de ferro e agricultores. Posteriormente, maiores investimentos foram realizados para a expansão da Estrada de Ferro Sorocabana. No século XX, devido ao rápido desenvolvimento da via férrea, onde novos operários eram admitidos, tornou-se necessário criar condições de vida mais saudáveis para essa população. A presença da estrada de ferro atraiu grandes indústrias para a região e, atualmente, a principal atividade base da região é industrial (PREFEITURA DE MAIRINQUE, 2013).

3.2 Etapas metodológicas

3.2.1 Estudos preliminares e escolha das localidades

Esse projeto de pesquisa tem como base as metodologias participativas como instrumento de fortalecimento do controle social no setor de saneamento. Nesse sentido, o grupo de pesquisa procurou construir junto ao município a demanda pela nossa proposta, apresentar o trabalho e levantar junto aos participantes os principais conceitos com os quais estamos trabalhando, assim como levantar informações, sempre que possível, de forma participativa. A primeira atividade foi o “Encontro com os gestores”, no dia 10/05/2013, nos municípios de Iperó e de Mairinque. O objetivo principal era verificar se havia o interesse dos municípios que selecionamos, em análise prévia, em participar do projeto². Nesse momento foi realizado um “Contrato/Pacto de Convivência”, atividade de negociação em que o grupo pactua no início as regras necessárias ao convívio e trabalho coletivo, onde todos trazem suas experiências, valores, conhecimentos e percepções (JACOBI e FRANCO, 2011).

Em Iperó, participaram cinco pesquisadores e a Secretária de Educação, a Secretária de Assistência e Desenvolvimento Social, o Gestor do Sistema Único de Saúde (SUS), a Diretora da empresa municipal de saneamento (SEAMA) e uma técnica da SEAMA. Em Mairinque, na mesma data realizou-se um encontro também com o propósito de apresentar o grupo e o projeto. A reunião foi na Prefeitura Municipal e estavam presentes, além dos pesquisadores, o Secretário de Meio Ambiente, duas técnicas da Secretaria de Assistência Social, a diretora do SUS e uma vereadora. Nos dois casos apresentamos o grupo de pesquisa; conhecemos os técnicos e gestores; compartilhamos o Projeto de Pesquisa em termos gerais; confirmamos o interesse da prefeitura em participar do projeto; e levantamos informações importantes sobre o município e a gestão do saneamento local.

3.2.2 Diagnósticos participativos e construção da agenda

As etapas 02 “Diagnósticos participativos sanitários e socioambientais” e 03 “Elaboração do plano de ação com as metodologias de intervenção” aconteceram em conjunto, pois as atividades realizadas servem não somente para fomentar a atuação da comunidade no controle social, mas também para levantamento de informações que fomentassem o diagnóstico.

2 Atividade prevista nas Etapas 01 “Estudos preliminares da região, escolha de localidades e identificação das práticas de participação social consideradas no plano de saneamento de cada município” e 02 “Diagnósticos participativos sanitários e socioambientais”

O *diagnóstico participativo* teve por objetivo conhecer os problemas e demandas sociais locais relativos à gestão dos serviços de saneamento básico, bem como para o acompanhamento e a avaliação dos processos de controle social existentes. Em cada caso selecionado foi possível identificar as formas de participação social nas ações de saneamento. Também foram identificados os mecanismos de controle social existentes, bem como os espaços onde ocorre a participação social em todos os processos de gestão dos serviços de saneamento básico, a saber: decisão do planejamento, regulação, monitoramento e gestão dos serviços públicos de saneamento básico.

As oficinas participativas junto à comunidade organizada evidenciada objetivam diagnosticar a situação do saneamento ambiental nos municípios selecionados, identificando os recursos hídricos e as formas de abastecimento de água, bem como do esgotamento sanitário; a situação dos resíduos sólidos e ainda, os focos de vetores de doenças (áreas de risco à saúde). Nesse caso serão utilizadas ferramentas participativas tanto para diagnosticar o estado da arte do saneamento ambiental na região de estudo e identificar/levantar problemas, como para provocar/motivar o debate sobre esses problemas entre os participantes, estimulando-os à participação.

World Café

Pode-se elencar uma principal metodologia escolhida pelo grupo para um diagnóstico socioambiental preliminar junto aos atores sociais participantes, denominada *World Café*. O diagnóstico é feito para conhecimento dos problemas e demandas sociais locais relativos à gestão dos serviços de saneamento ambiental, bem como para o acompanhamento e a avaliação dos processos de controle social existentes. Em cada caso selecionado, foram identificadas as formas de participação social nas ações de saneamento. Também foram identificados os mecanismos de controle social existentes, bem como os espaços onde ocorre a participação social em todos os processos de gestão dos serviços de saneamento básico, a saber: decisão do planejamento, regulação, monitoramento e gestão dos serviços públicos de saneamento básico.

O *World Café* é um método participativo desenvolvido por Juanita Brown, David Isaacs e por toda uma rede de atores que compõe uma “Comunidade de Pesquisa e de Prática” com foco na facilitação do diálogo acerca de questões complexas de difícil solução (BROWN, 2007). Parte-se do princípio de que, para que o diálogo efetivo ocorra é preciso criar as condições adequadas para o processo. Nesse sentido, a conversa é organizada em pequenos grupos, em pequenas mesas, de forma a proporcionar um ambiente mais informal e descontraído para que as pessoas possam se expressar livremente, de forma autêntica. Ao longo das rodadas da dinâmica são formuladas perguntas estratégicas sobre o assunto que se pretende abordar, buscando uma reflexão mais aprofundada. Os atores principais envolvidos na questão são con-

vidados e todos têm o mesmo direito de voz num ambiente democrático e participativo que estimula a contribuição de todos. Os depoimentos são registrados nas toalhas de mesa e os participantes são livres para escrever, desenhar e rabiscar suas ideias de forma a gerar um registro ao final do encontro e estimular o pensamento criativo e o engajamento dos atores envolvidos, de modo que sirva para o desenvolvimento de ações locais no contexto que se pretende atuar.

O Café foi organizado em três rodadas, sendo que a primeira buscou um levantamento de histórias marcantes em relação a participação da sociedade no setor de saneamento, de forma que cada um pudesse contar um pouco do seu trabalho e de sua atuação no município. Depois de compartilhar as histórias os participantes foram convidados a mudar de mesa, permanecendo em cada uma das mesas um “anfitrião”, que tem o papel de receber os novos participantes e estimular a discussão.

Na segunda rodada, a questão abordada buscou o levantamento da percepção dos participantes em relação à importância do seu trabalho no município. Na terceira e última rodada buscou-se um levantamento de ideias, ações e caminhos possíveis em busca de um maior controle social no setor de saneamento.

Nos municípios a Oficina foi chamada de “Café com Atores”. O 1º encontro foi realizado em Iperó, no dia 18 de setembro de 2013, e em Mairinque, no dia 03 de junho de 2014. Os objetivos desse primeiro encontro foram: 1. Apresentar o projeto; 2. Levantar o entendimento do grupo acerca do controle social no saneamento: Como percebem a importância do seu trabalho?; O que entendem por participação no setor de saneamento?; e, 3. Iniciar e proporcionar um espaço de diálogo no município através de metodologias inovadoras.

O grupo de pesquisa optou por aplicar metodologias participativas tanto no sentido da capacitação dos atores para o entendimento de questões a respeito do saneamento e controle social, quanto para levantar informações e fazer um diagnóstico do município. Portanto, todas as atividades aplicadas e oficinas realizadas foram consideradas metodologias de intervenção. Foram sistematizadas as informações levantadas nas oficinas participativas junto às lideranças comunitárias e às redes sociais locais na etapa anterior, para a elaboração do Plano de Ação com as metodologias de intervenção.

Após análise cuidadosa dos casos estudados e do levantamento de metodologias de mobilização social foram formuladas metodologias que fortalecessem o controle social no processo de prestação de serviços de saneamento básico, de modo a considerar as características e necessidades locais. O Plano de Ação foi elaborado com base nos diagnósticos participativos nos municípios selecionados. As metodologias

de intervenção formuladas para aplicação foram ajustadas e detalhadas de acordo com as expectativas das partes envolvidas e quanto ao seu cronograma de execução. Portanto, para cada intervenção feita o grupo de pesquisa se reunia, discutia sobre as últimas reuniões ou oficinas realizadas nos municípios e definia quais seriam as próximas abordagens para cada município.

As atividades de pesquisa de campo foram realizadas de forma separada em cada município. Optou-se por iniciar por um dos municípios na aplicação de metodologias e organização de atividades, para, então, iniciar o mesmo processo em outro município, pois, dessa forma foi possível manter um encadeamento de ações e uma tentativa de não perder o contato com os interessados. Portanto, o primeiro ano foi dedicado ao município de Iperó, e, a partir de junho de 2014, iniciaram-se ações em Mairinque.

3.2.3 Realização das oficinas participativas

As ações tiveram como objetivo a sensibilização e mobilização social para realização das oficinas de capacitação com as ferramentas participativas. Para as oficinas estruturadas foram realizadas ações junto com os parceiros para sensibilização e mobilização da comunidade. A estratégia foi buscar inserções em eventos já programados, cujo público-alvo fossem as entidades e os atores envolvidos na gestão do controle social dos serviços de saneamento nos municípios, otimizando, dessa forma, os recursos e aproveitando a mobilização já realizada pelos parceiros.

Essas ações também foram parte de um plano de comunicação e contaram com palestras e participação em eventos, que ocorreram no período, voltados à comunidade dos municípios selecionados, tais como: *workshops*, oficinas, seminários, encontros etc.; notícias, artigos e comunicados nos jornais e revistas locais, principalmente aqueles de característica comunitária; e divulgação por meios de comunicação dos parceiros sobre o cronograma das capacitações para inscrições dos interessados.

Open Space (Espaço Aberto)

Para o aprofundamento das questões relacionadas ao controle social foi escolhida a metodologia *Open Space (Espaço Aberto)*, iniciada por Harrison Owen, que consiste em uma forma de reunir pessoas em uma conferência, retiro ou encontro, no qual os participantes são convidados a gerar a agenda do encontro, assim como participar liderando pequenos grupos de discussão.

O *Open Space* é baseado em quatro princípios e uma lei. Os princípios são:

- 1) Quem quer que venha e quem tinha que vir – esse princípio deve mostrar aos participantes que para que algo seja feito não é necessária a presença de milhares de pessoas, nem de uma pessoa especialmente importante. O que importa é a presença de pessoas que realmente estão interessadas no assunto.
- 2) O que quer que aconteça é a única coisa que poderia ter acontecido – esse princípio mantém as pessoas focadas no aqui e no agora, eliminando questões improdutivas como “o que poderia ter sido”, ou “o que deveria ser”.
- 3) A hora que começar é a hora certa – mostra que um desempenho inspirador e resoluções criativas raramente têm hora marcada, e acontecem quando têm de acontecer.
- 4) Quando acabar, acabou – significa que não se deve perder tempo. Quando notar que a discussão já não é mais produtiva, parta para outra atividade.

A Lei é a chamada “Lei dos dois pés”, que significa que se em algum momento o participante sentir que não está aprendendo nem contribuindo com uma situação, ele deve usar os seus dois pés e se deslocar para um grupo ou local que lhe seja mais favorável. Essa Lei torna o *Open Space* especialmente produtivo no sentido de que cada participante é responsável pelo seu desempenho e aprendizado no encontro.

Após a apresentação da metodologia os participantes foram convidados a propor questões que julgassem importantes a respeito do controle social no saneamento. Por conta do limite de tempo, os pesquisadores sugeriram que fossem propostos apenas três temas. Os demais participantes reuniram-se em grupos em torno dos temas que mais lhe interessavam e discutiram por 15 minutos.

A metodologia *Open Space* foi a segunda proposta de oficina em Iperó, que ocorreu no dia 29 de janeiro de 2014 e também a segunda oficina proposta em Mairinque, que ocorreu no dia 15 de agosto de 2014. Os objetivos dos encontros eram de apresentar os resultados alcançados no encontro anterior e um aprofundamento das questões que ainda precisavam ser exploradas em relação ao controle social no setor de saneamento.

Caminhada diagnóstica e mapeamento socioambiental participativo

O mapeamento socioambiental participativo foi uma metodologia escolhida com o propósito de promover maior sensibilização quanto aos problemas relacionados a saneamento de forma conjunta, no intuito de motivar os participantes à proposição de ações. A metodologia é considerada como um instrumento didático-pedagógico de diagnóstico, planejamento e ação que promove a participação da comunidade local no levantamento de informações sobre o local (SANTOS e BACCI, 2011).

Nesse sentido, o mapeamento socioambiental pode contribuir para subsidiar, conscientizar e mobilizar diferentes atores sociais locais na discussão de propostas de intervenção e no desenvolvimento de práticas colaborativas cidadãs transformadoras do ambiente/lugar, considerando as seguintes etapas:

- 1ª etapa: elaboração do **mapa mental**. Realizado antes da ida a campo, visa resgatar a concepção de ambiente dos participantes – moradores, ou melhor, revelar como esses o percebem.
- 2ª etapa: elaboração do **mapa socioambiental participativo** (Figura 2). Visa o levantamento de diferentes aspectos socioambientais em campo para o diagnóstico da realidade local, tais como: cursos d'água; áreas verdes e áreas desmatadas; núcleos habitacionais; ruas pavimentadas e ruas de terra; disposição inadequada de resíduos sólidos (lixões); áreas de risco; serviços de saúde; áreas de lazer; redes de abastecimento de água e esgoto; empreendimentos industriais e comerciais; contrastes entre áreas pouco e mais adensadas; processos de erosão e assoreamento, etc.

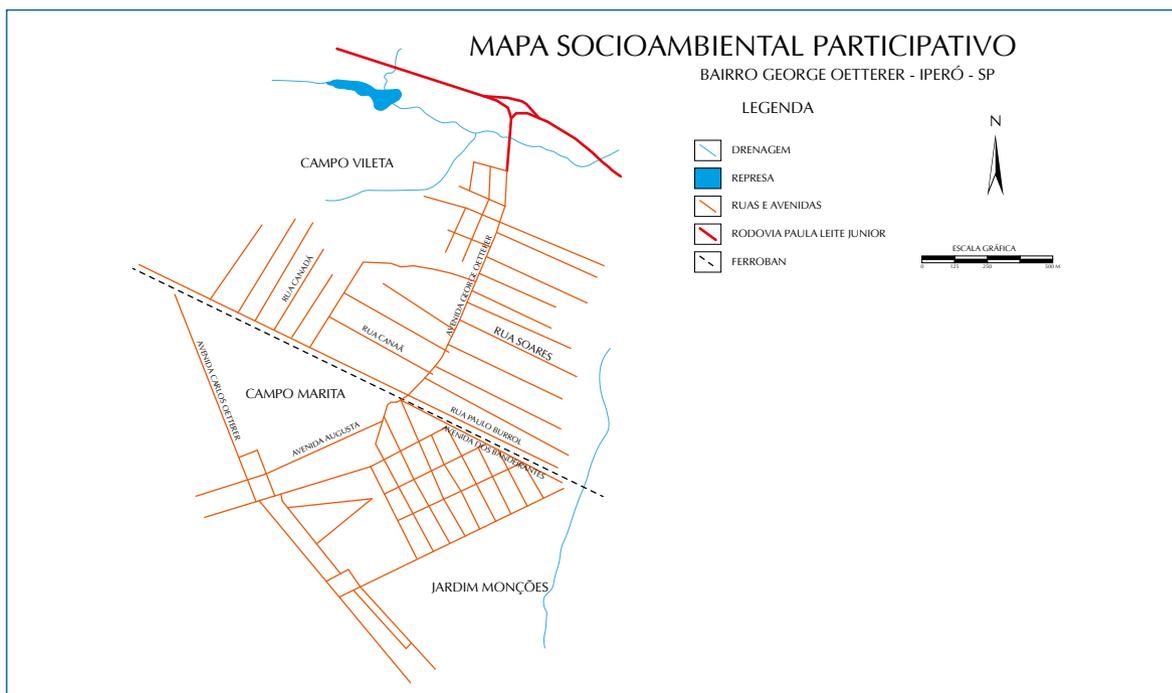


Figura 2 – Base do mapa usado no mapeamento socioambiental.

- 3ª etapa: elaboração do **mapa síntese**. Momento em que o grupo de participantes dialoga sobre os mapas socioambientais elaborados, ou melhor, sobre

as diferentes percepções e problemas observados individualmente em campo, visando à construção de um mapa coletivo pactuado, com a síntese dos principais problemas/conflitos locais para o grupo. O mapa coletivo tem a possibilidade de ser reconstruído outras vezes, expressando “sínteses parciais”, na medida em que subsidiar novas reflexões e diálogos sobre a realidade socioambiental local com o ingresso de novos atores sociais no debate. O mapa-síntese é interativo e dinâmico, construído e reconstruído a partir de “problematizações” sobre questões/conflitos da realidade socioambiental local.

- 4ª etapa: elaboração do *mapa propositivo*. Esse mapa é resultado do processo coletivo de reflexão e diálogo sobre os problemas e conflitos locais, os quais foram levantados em campo e representados no mapa-síntese. Nesse mapa são apresentadas as propostas pactuadas dos grupos de atores sociais para definir as ações e as responsabilidades individuais e coletivas para a melhoria da qualidade de vida no local.

O Mapeamento socioambiental Participativo foi realizado apenas no município de Iperó, no bairro George Oetterer, no dia 28 de março de 2014. A oficina desenvolvida foi elaborada em três etapas, descritas a seguir:

- 1ª etapa: pré-campo – participação de agentes de saúde local e da supervisora da Secretaria da Educação. O pré-campo teve como objetivo reconhecer previamente o local para desenvolver a atividade do mapeamento socioambiental, de forma que se possa elaborar o mapa e o roteiro. Ainda como preparação do mapeamento foram contatadas diferentes secretarias da Prefeitura de Iperó para divulgação do evento por correio eletrônico e por meio de convite, enviado aos mais diferentes atores sociais no bairro.
- 2ª etapa: elaboração dos mapas socioambientais locais por diferentes grupos de atores, levantamento de diferentes aspectos socioambientais em campo para o diagnóstico da realidade local, tais como: cursos d’água, áreas verdes e áreas desmatadas; núcleos habitacionais; ruas pavimentadas e ruas de terra; disposição inadequada de resíduos sólidos (lixões); áreas de risco; serviços de saúde; áreas de lazer; redes de abastecimento de água e esgoto; empreendimentos industriais e comerciais; contrastes entre área urbanizada e rural, processos de erosão, assoreamento e áreas de risco de inundação. O mapeamento socioambiental foi realizado no dia 28 de março de 2014, das 9h00 às 14h30. A sede usada para o encontro foi a Escola Municipal Marinheiro Mariz de Barros.

3ª etapa: elaboração do mapa síntese-propositivo. Momento em que o grupo de participantes dialoga sobre os mapas socioambientais elaborados, ou melhor, sobre as diferentes percepções e problemas observados individualmente em campo, visando à construção de um mapa coletivo pactuado, síntese dos principais problemas/conflitos locais para o grupo. Nesse mapa também são apresentadas as propostas pactuadas dos grupos de atores sociais para definir as ações e as responsabilidades individuais e coletivas para a melhoria da qualidade de vida no local.

Fóruns regionais

Essa estratégia foi aplicada apenas no município de Mairinque, pois foi uma iniciativa que partiu dos gestores municipais juntamente com os pesquisadores. A metodologia proposta foi baseada em convocar a população para participar de fóruns Regionais, definidos em quatro regiões considerando a concentração da população, de formar a ampliar a participação nos eventos.

A estratégia possibilitou convite aos bairros circunvizinhos em cada uma das regiões, facilitando o deslocamento para participação. Dessa forma, foram contemplados os bairros:

- Região 1 – Centro: Centro, Jardim Cruzeiro A e B, Vila Sorocabana, Nova Mairinque, Cecap, Residencial Parque Mairinque, Jardim Vitória, Jardim Flora, Chácara Flora, Residencial Parque Cristiane e Jardim Nova Esperança.
- Região 2 – Vila Barreto: Vila Barreto, Jardim Granada, Recanto dos Eucaliptos, Monjolinho e Marmeleiro.
- Região 3 – Dona Catarina: Dona Catarina, Moreiras, Pitangueiras, Cristal, Cafezal, Benzenex, Concremix, Vale da Esperança e Porta do Sol.
- Região 4 – APA: Bairro Três Lagoinhas, Jardim Oriental, Sebandilha, Setúbal.

Com a definição das regiões foi possível criar uma agenda de Fóruns Regionais e uma Audiência Pública sobre o controle social no saneamento.

Nos Fóruns Regionais, após exposição teórica sobre o Plano de Saneamento Municipal de Água e Esgoto e sobre Controle Social, foram apresentadas três questões para reflexões coletivas: contribuição ao Plano de Saneamento apresentado; existência de interesse em participar do Controle Social na gestão do saneamento; e qual seria sua participação no Controle Social.

Após os fóruns regionais, foi realizada uma Audiência Pública, com a publicação do Edital de Convocação e com Regulamento próprio. As contribuições recebidas durante a Audiência Pública foram acolhidas e encaminhadas ao chefe do executivo para elaboração do Projeto de Lei para instituir o Colegiado de Controle Social no Saneamento Básico no Município de Mairinque.

Oficina de protagonismo para o controle social

A proposta de uma oficina de protagonismo foi pensada com o principal intuito de evidenciar resultados de atividades anteriores e induzir a produção de uma proposta dos atores sociais em direção ao controle social no saneamento, como a criação de um colegiado. A oficina foi realizada apenas no município de Iperó, haja vista que o município de Mairinque indicou uma proposta quanto à criação de um colegiado. A atividade foi realizada no dia 19 de outubro de 2014, no bairro George Oetterer, Iperó, e contou com a presença de 21 atores.

A oficina foi organizada com a seguinte estratégia: apresentação e discussão sobre as metodologias participativas utilizadas nos eventos realizados; apresentação de pontos ressaltados nas oficinas anteriores; rodada de conversa sobre participação e controle social; apresentação dos conceitos sobre o controle social e dos decretos sobre a criação do colegiado; e a formação de grupos para a indicação de propostas que direcionassem a criação de um colegiado.

A atividade começou com a apresentação das atividades desenvolvidas no município, como retrospectiva e devolutiva do Café com atores (*World Café, Open Space*), 1º Mapeamento Socioambiental (bairro George Oetterer) e Caminhada Diagnóstica (bairro Alvorada). Após esse momento inicial foi aberto um diálogo sobre participação e controle social, buscando instigar os participantes quanto à ideia de participação e quais seriam as ações possíveis para instituir o controle social no saneamento em Iperó, a partir da premissa da criação do colegiado para a execução do Plano de Saneamento e para o recebimento de verbas federais.

Depois da apresentação os participantes se dividiram em quatro grupos para debaterem entre si como seria possível montar um colegiado para o município. Após 30 minutos os grupos apresentaram suas conclusões sobre como envolver a população em geral no debate do saneamento e da criação do Colegiado.

3.3 Avaliação dos processos

A equipe elaborou uma metodologia de avaliação dos resultados das atividades realizadas no projeto com base na Proposta de Harmonicop (2003), adaptada para

o presente estudo. A proposta embasou as reuniões de avaliação dos pesquisadores, que tiveram como resultado a sistematização dos questionários e relatos de experiência dos próprios participantes; o objetivo foi entender o processo de participação e a contribuição que a participação teve no processo de controle social no saneamento nos dois municípios.

A avaliação do processo foi realizada de duas formas: a primeira pela equipe do projeto, nas diferentes fases do projeto; e a segunda envolvendo os atores sociais participantes, após alguns encontros, por meio de opiniões e sugestões e por meio de questionário estruturado respondido por alguns dos atores.

O controle e a avaliação do processo de participação foram realizados de forma continuada durante o projeto. A avaliação procurou integrar os benefícios do projeto e as memórias e narrativas de todos os atores participantes, de forma a melhorar a eficiência da participação em projetos futuros, bem como ampliar o conhecimento dos participantes sobre participação pública e as metodologias empregadas.

Portanto, foram elencados três aspectos do controle e da avaliação do projeto, segundo Harmonicop (2003):

- 1) Controle e avaliação dos **conteúdos** nos processos de participação e de aprendizagem social (o que se levou em consideração e o que se discutiu).
- 2) Controle e avaliação das **relações** nos processos de participação e aprendizagem social (quem foram os atores e como interagiram).
- 3) Controle e avaliação dos **procedimentos** nos processos de participação e aprendizagem social (como os processos foram organizados e as metodologias aplicadas).

Considerando esses aspectos, a avaliação do processo de participação baseou-se nas seguintes questões:

- 1) Qual foi a contribuição da participação dos atores na obtenção de resultados do projeto?
- 2) Qual foi a contribuição da participação na melhoria das relações entre os atores?
- 3) Qual foi a contribuição da participação na melhoria dos procedimentos dentro do projeto?
- 4) Qual foi o alcance das contribuições em relação aos objetivos iniciais do projeto?
- 5) As metodologias de participação devem ser adaptadas? Como?

Controle e avaliação dos conteúdos nos processos de participação e de aprendizagem social

A informação sobre determinados conteúdos relacionados ao projeto é fundamental para que a participação social ocorra. Dessa forma, elencamos as informações que julgamos importantes sobre conteúdos relevantes para o processo de fortalecimento do controle social, como:

- 1) Conhecimento sobre os objetivos do projeto desenvolvido nos municípios participantes.
- 2) Conhecimento da Lei Federal 11.445/2007 – Lei do Saneamento Básico.
- 3) Conhecimento sobre o plano de gestão do município.
- 4) Conhecimento sobre os projetos futuros das prestadoras de serviço para abastecimento e saneamento no município.
- 5) Conhecimento sobre controle social no saneamento.
- 6) Conhecimento para organizar os órgãos colegiados, que poderão fazer parte do controle social dos serviços de saneamento básico e terão função consultiva e não decisória.

O projeto buscou identificar se os princípios da Lei 11.445/2007 acerca do controle social foram assegurados no processo de elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico, seguindo os seguintes questionamentos:

- 1) Quem elaborou o Plano Municipal de Saneamento Básico?
- 2) Quais atores sociais participaram da elaboração?
- 3) Como se deu a participação da sociedade civil?
- 4) Houve audiência pública? Como ela ocorreu?
- 5) As manifestações da sociedade civil foram incorporadas ao Plano?
- 6) O Plano foi aprovado pelos órgãos públicos competentes, no caso a Câmara dos Vereadores?
- 7) O Plano contempla todos os setores do saneamento básico (drenagem urbana, abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos)?

Controle e avaliação das relações nos processos de participação e de aprendizagem social

Buscou-se avaliar a compreensão quanto a problemas inter-relacionados complexos em torno da gestão de saneamento e da água junto aos atores envolvidos.

- 1) Houve entendimento das relações existentes entre todos os setores do saneamento básico (drenagem urbana, abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos)?
- 2) Foram estabelecidas relações do saneamento e saúde pública?
- 3) Foram estabelecidas relações do saneamento e educação?
- 4) Houve integração entre as diferentes secretarias municipais para abordagem do tema?
- 5) Houve entendimento de que todos os atores sociais são responsáveis pela aplicação da Lei do Saneamento?

Da mesma forma, avaliou-se a contribuição para a melhoria das relações entre os participantes, a fim de proporcionar a base para a colaboração e interconexão, visando avanços rumo a uma gestão mais sustentável.

- 1) Houve organização de rede de comunicação entre os atores?
- 2) Houve ampliação de rede de comunicação entre os atores?
- 3) A comunidade pode influenciar decisões de gestão que afetam os seus bairros?
- 4) Os atores sociais se mobilizaram para trabalhos conjuntos em seus bairros?
- 5) O grupo permaneceu motivado para tomar parte em ações conjuntas?
- 6) Revisões do plano de saneamento estão previstas com a participação e aprovação da comunidade na gestão?
- 7) Os atores aprenderam como gerenciar conflitos de forma construtiva?

Controle e avaliação dos procedimentos nos processos de participação e de aprendizagem social

Sobre os procedimentos aplicados, buscou-se avaliar a contribuição das orientações e conhecimentos sociotécnicos na criação de um contexto favorável para práticas cooperativas. A proposta de avaliação foi baseada em um *checklist* para verificar qual foi o resultado das metodologias utilizadas perante os conteúdos e relações para o processo de participação e aprendizagem social (Quadros 2 e 3) apresentados no item 4.

Com o objetivo de apresentar os resultados do projeto e de triangular a avaliação dos pesquisadores com as impressões dos participantes foram realizados dois grupos focais e duas reuniões com os participantes de todo o processo nos municípios de Mairinque e Iperó. Essas atividades se deram entre os meses de abril e maio, e seguiram um roteiro de questões direcionadas.

4. Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

4.1 Contexto político e ambiental dos objetos de estudo

O município de Iperó possui uma população estimada de 32.077 habitantes, com densidade demográfica de 188,37 hab/km² (SEADE, 2016). Iperó apresenta um grau de urbanização baixo em relação a outros municípios na região hidrográfica onde está inserido (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI-10). Seu território abriga grande parte da Floresta Nacional de Ipanema e sedia o Centro Experimental Aramar, responsável da Marinha do Brasil por desenvolvimento de pesquisas nucleares.

O município possui três distritos, divididos em: Sede, Bacaetava e George Oetterer. George Oetterer é resultante de uma ocupação do Movimento Sem Terra (MST) em 1992, cuja consolidação acelerou o crescimento populacional desordenado em uma região distante do centro e mais próxima à divisa com Sorocaba. Devido ao seu histórico de ocupação, o distrito possui grandes problemas sociais e ambientais. Para tanto, o município criou uma subprefeitura no local para facilitar a gestão local.

A gestão do setor de saneamento no município está vinculada à Secretaria de Obras e, segundo o dado mais recente do Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE (2011), Iperó gastou no mesmo ano R\$ 3.463.238,00 no setor de saneamento. Durante 45 anos, os serviços de abastecimento de água e de esgoto foram prestados pela SABESP, porém, por questões contratuais, o município preferiu assumir esses serviços que, no final de 2009, passaram a ser prestados pela SEAMA (Serviço de Água e Meio Ambiente de Iperó). Todavia, no final de 2013, com dificuldades de arcar com determinadas despesas e necessitando sanar problemas de abastecimento de água, foi realizado um novo contrato com a SABESP, que a partir de então passou a ser a prestadora dos serviços. Os dados de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e de coleta de lixo levantados pela SEADE no município estão dispostos na Figura 3.

Em uma análise por distritos pode-se perceber que o sistema de abastecimento de água do município atende praticamente em 100% das unidades domiciliares da sede e do distrito de Bacaetava e em cerca de 55% no bairro de George Oetterer, segundo levantamento realizado para a proposta do Plano de Saneamento Básico Integrado (ENGEORPS, 2011a). Cada distrito conta com um sistema próprio de abastecimento. Iperó tem um índice baixo de coleta dos esgotos, porém todo o esgoto coletado é tratado, ainda tendo carga poluidora remanescente considerável para os rios Sorocamirim, Murundu e Paruru (Ibiúna) e rio Sorocaba e córrego Ipanema (Iperó). O sistema de esgotamento sanitário conta com três lagoas facultativas em série para o

tratamento de esgoto produzido na sede do município e, uma lagoa anaeróbia e outra facultativa para atender George Oetterer, o que consegue atender, aproximadamente, 70% e 40% das unidades desses distritos, respectivamente. Entretanto, o distrito de Bacaetava não apresenta nenhuma ligação para coleta e, por conseguinte, tratamento.

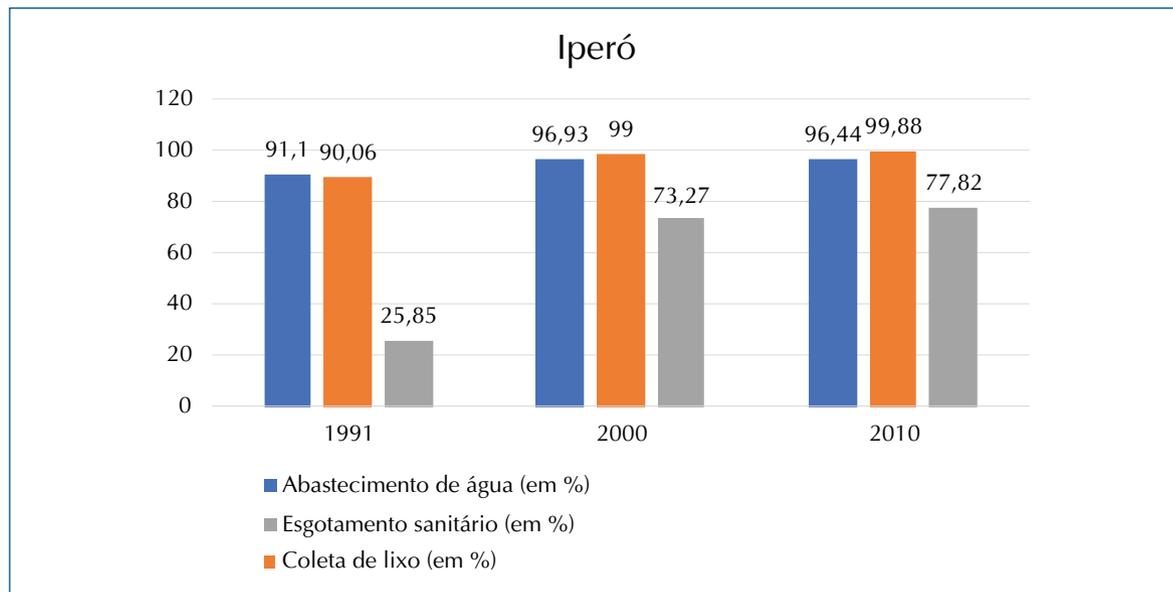


Figura 3 – Evolução do acesso aos serviços de saneamento em Iperó.

Fonte: IBGE, 2010.

Iperó tem seus serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto (SAE) prestados pela SABESP, porém, ainda aguarda assinatura de contrato. A Prefeitura de Iperó retomou a prestação de seus serviços entre 2010 e 2013 e está concedendo novamente a prestação dos SAE para a SABESP. O convênio foi assinado com o Estado e a concessão dos SAE para a SABESP aguarda a celebração do contrato, a qual está em trâmite desde novembro de 2013. Oficialmente o prestador é o Serviço de Água e Meio Ambiente de *Iperó* (SEAMA), mas na prática a SABESP retomou a execução dos serviços. O município não tem convênio com nenhuma agência reguladora, por estar em fase de contratação da SABESP. Representantes do município indicaram que a ARSESP será a reguladora, por ser uma prestadora regionalizada.

O PMSB de Iperó foi elaborado por técnicos da Prefeitura, pelo técnico responsável pelo serviço municipal de saneamento, SEAMA, sem contar com a participação de outras secretarias. No entanto, o Plano apresenta um maior detalhamento dos principais problemas locais na rede de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, como um indicador epidemiológico de ocorrência de diarreias com 640 casos identificados no período. Ainda que esse indicador seja primário, coletado num espaço curto de tempo e sem estratos populacionais, houve uma tentativa em se adequar às

diretrizes da Política Nacional de Saneamento Básico e de direcionar as ações para localidades com maior vulnerabilidade, com base em relatos da Vigilância Sanitária e investigação do órgão responsável pelos SAE. O município não tem registros sobre a audiência pública prévia à aprovação do PMSB.

Mairinque é um município de pequeno porte, com população estimada em 45.149 habitantes, com densidade demográfica de 214,84 hab/km² (SEADE, 2016). O município apresenta cerca de 80% de grau de urbanização. Seu território abriga parte da represa Ituparanga e o rio Sorocaba, e sua economia é baseada na instalação de um parque industrial. Segundo o Plano Diretor vigente (2006), em fase de revisão, existe grande área de expansão urbana resultante da pavimentação da Rodovia Mário Covas que irá ligar o município diretamente à Rodovia Castelo Branco. Historicamente, Mairinque possui seus serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário prestados por empresas privadas. No período de 1997 a 2009 a concessão de caráter privado existente estava com sérios problemas, o que levou a uma ação popular e o contrato foi cancelado. Nos anos de 2009 e 2010 a prefeitura realizou contratos emergenciais para suprimento das demandas. E nesse período, através da abertura de um edital de concorrência, foi assinado um consórcio com a SANEAQUA – Foz do Brasil, no período de 2010 a 2040.

O contato da SANEAQUA é realizado principalmente com a Secretaria de Obras. O município de Mairinque possui aproximadamente 98% e 100% da sua população atendida pelos serviços de abastecimento de água e de coleta de resíduos sólidos. O serviço de esgotamento sanitário é o que se apresenta em maior deficiência com, aproximadamente, 77% da população atendida (IBGE, 2010) (Figura 4).

O Sistema de Abastecimento de Água de Mairinque atende a 88,58% da sede do município, sendo operado pela empresa privada SANEAQUA, que recentemente assinou o contrato de concessão para operação desse sistema. O sistema de distribuição possui um total de 106 km de rede (2008), com existência de 11.327 ligações ativas (2011). Um dos grandes problemas existentes refere-se às perdas de água devido a vazamentos na rede e esvaziamento de ramais para manutenção, chegando a perdas de 53,8% do total produzido.

Mairinque tem o pior cenário para a questão de esgotos sanitários, com coleta de 72% de esgotos na área urbana, ainda sem tratamento, com um índice de eficiência muito baixo, contribuindo para o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de seu corpo receptor, o córrego Varjão. O sistema de esgotamento de Mairinque, operado recentemente pela empresa SANEAQUA atende a 66,68% da população urbana da sede com coleta de esgotos. Os esgotos coletados não possuem tratamento, sendo lançados *in natura* no Ribeirão do Varjão e nos córregos Carvalhal

e Marmeleiro. A rede coletora de esgoto existente possui uma extensão de 73,5 km, atendendo aproximadamente 23.102 habitantes em 2010.

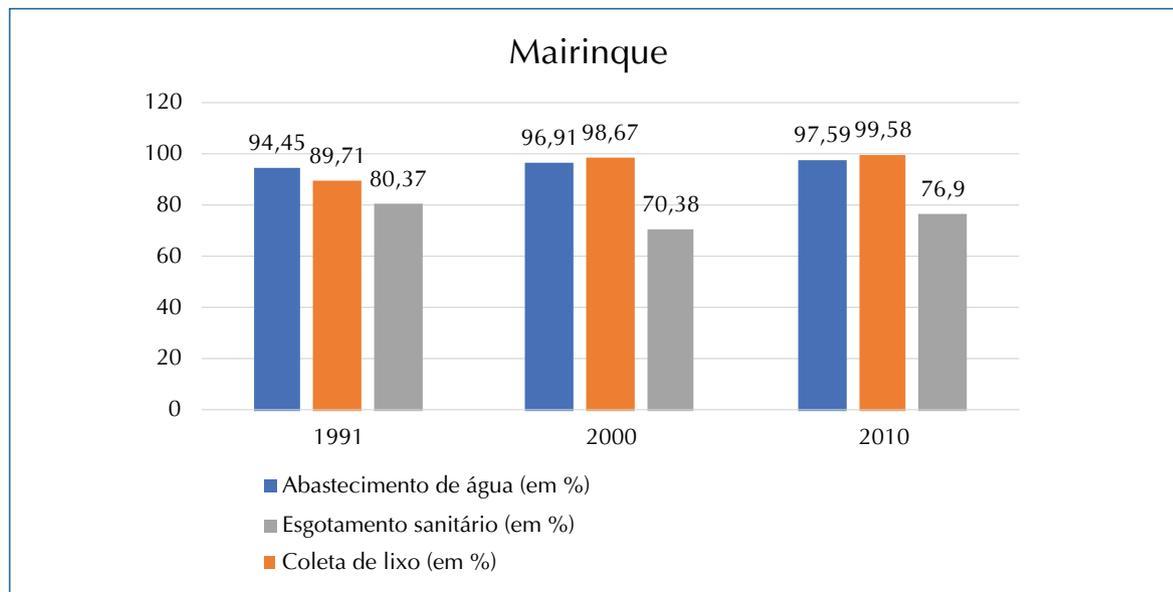


Figura 4 – Evolução do acesso aos serviços de saneamento em Mairinque.

Fonte: IBGE, 2010.

A prestação dos SAE é resultado de uma sociedade entre a SABESP, a Odebrecht Ambiental e a SANEAQUA, que possui a concessão plena dos serviços desde 2010 (Contrato de exploração dos SAE nº 79/2010) e está para ser renovado. Quanto à regulação dos serviços de saneamento, Mairinque tem convênio de cooperação com a Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP). O plano para abastecimento de água e esgotamento sanitário foi elaborado pela SANEAQUA e desmembrado por componentes, pois aquele elaborado pela ENGEORPS não atende à demanda do município. A audiência pública foi realizada em novembro de 2014 para o plano dos componentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário (Quadro 5). O Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos está em elaboração pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), contratado pelo município, com recursos próprios. Também, o plano de manejo de águas pluviais urbanas está sendo contratado por empresa de consultoria com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos, FEHIDRO.

Até outubro de 2014, a informação que existia era que o plano elaborado pela empresa ENGEORPS seria atualizado e encaminhado para Audiência Pública, seguindo para a Câmara dos Vereadores. No entanto, no início de novembro de 2014, foi informado que a SANEAQUA já tinha um plano para o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, o qual deve ser encaminhado ainda em 2014 para aprovação,

pois disso depende a renovação do contrato de concessão. A SANEAQUA entende que o plano elaborado pela ENGEORPS (ENGEORPS, 2011b) não era adequado às necessidades da região.

4.2 Resultados da aplicação das metodologias participativas

4.2.1 *World Café* e *Open Space*

As dinâmicas realizadas no primeiro ano do projeto mostraram ser importantes para oferecer subsídios às políticas públicas quanto ao aprimoramento da gestão de serviços de saneamento básico com controle social nas ações de saneamento, na medida em que: fomentam a participação de vários níveis da comunidade; promovem a construção coletiva de conceitos e a aprendizagem social; e, evidencia aos participantes a possibilidade de criar um espaço e um diálogo contínuo com os gestores dos serviços de saneamento.

Tais afirmações podem ser observadas nas questões levantadas nos dois primeiros encontros realizados em Iperó: *World Café* (Café com atores) e *Open Space* (Espaço Aberto), cujas análises foram sistematizadas a seguir:

I. As condições básicas de saneamento precisam ser atingidas

Nessa dinâmica pudemos perceber alguns pontos precedem o controle social do saneamento e ao mesmo tempo dependem do mesmo. Problemas básicos relatados pelos participantes como falta de água, tratamento de esgoto e coleta seletiva ainda fazem parte da realidade a ser enfrentada pelos municípios. Nesse sentido, questões de infraestrutura como acesso à água encanada, tratamento adequado de esgoto e coleta seletiva de resíduos em todos os bairros devem ser solucionadas, conforme o Quadro 2.

Todavia, há de se considerar as diferenças regionais do município de Iperó, onde há ainda muitos bairros irregulares em relação à questão fundiária, o que dificulta o acesso à rede de água e esgoto. Deve-se, portanto, buscar a regularização dessas regiões para que o município possa alcançar as metas de saneamento básico.

II. Informar e educar a população sobre a importância do saneamento básico e promover o entendimento acerca do Plano Municipal de Saneamento

Quadro 2 – Problemas e soluções de infraestrutura sanitária identificados pelos atores sociais nos municípios de Iperó e Mairinque

	Problemas	Soluções
Iperó	<ul style="list-style-type: none">- Falta de água frequente- Residências não conectadas à rede de coleta de esgoto- Fossas sépticas próximas de poços artesianos- Aterro sanitário recebe lixo de toda a Região- Estação de tratamento de esgoto abandonada no Vileta	<ul style="list-style-type: none">- Ampliação da rede de esgoto- Elaboração de projetos de engenharia para busca de verba junto ao governo- Análise de protocolos de solicitação de ligação de água, através de liberação de certidão de número- Caixa d'água gigante
Mairinque	<ul style="list-style-type: none">- Falta de água- Água de péssima qualidade- Falta de coleta de resíduos sólidos- Esgoto a céu aberto- Falta de tratamento dos esgotos	<ul style="list-style-type: none">- Gerenciamento, fiscalização e operação de parte dos serviços- Coleta de material reciclável- Cooperativa de catadores- Projeto de coleta de óleo (algumas escolas)- ETE com geração de energia- Coleta e tratamento de esgotos

Muitos relatam a falta de informação dos moradores em relação à qualidade da água e sobre doenças de veiculação hídrica para que a população tenha conhecimento sobre os riscos à saúde e possa incentivar a participação ativa do controle social do setor. Contudo, informação apenas por escrito não funciona, é necessário que seja feita por uma pessoa de confiança, presente no cotidiano da comunidade. Fazer parcerias com agentes comunitários de saúde para informar à população sobre o serviço de saneamento foi uma sugestão dos participantes de Iperó. Da mesma forma, em Mairinque, educadores falaram da importância da sua atuação na escola para informar e educar pais e filhos sobre a questão.

A partir dos relatos, pode-se perceber que muitos não sabiam o que engloba saneamento básico, quem são os responsáveis por promover o saneamento, quem são titulares do serviço e quem são os operadores. Nesse sentido, é muito importante promover uma disseminação maior das informações referentes ao setor de saneamento no município, o que seria uma estratégia importante para que a população compreendesse melhor o funcionamento do sistema, estimulando assim maior integração com o poder público.

Iperó apresentou um caso de descompasso na prestação de serviços de abastecimento, o que foi relatado nas oficinas como falta de informação por parte da população que não tinha conhecimento sobre as vantagens e/ou desvantagens em relação

ao serviço de saneamento prestado pela SABESP (empresa estadual) que na ocasião do evento passou a ser prestado pela SEAMA (empresa da Prefeitura).

III. Integração dos setores saúde e educação

Um dos pontos ressaltados nas conversas foi a falta de integração dos setores de Saúde e Educação e, conseqüentemente, do acesso a informações relevantes por parte da população local. Utilizar o espaço da escola como meio de divulgação de informações importantes relativas ao saneamento básico deve ser uma estratégia adotada para garantir o entendimento da população acerca das questões de saúde. Para tanto, os setores devem trabalhar juntos.

De modo geral, foi evidenciada pelos participantes a falta de informação sobre saneamento básico e ações que o envolvem assim como a falta de comunicação entre os órgãos responsáveis e desses com a população. Durante as oficinas, algumas soluções foram indicadas em ambos os municípios, como: aumentar a comunicação entre órgãos públicos, empresas prestadoras de serviço e a população; institucionalizar o controle social; investir em educação, conscientização e mobilização popular; e fomentar o acesso à informação.

Os atores de Iperó (Figura 5) apresentaram algumas ideias como: levantar os problemas com a participação da população e criar coordenações de bairros. Os de Mairinque (Figura 6) demandaram: maior articulação com a empresa que presta os serviços de água e esgoto; conscientizar os técnicos de todos os setores da prefeitura para que entendam a importância do seu trabalho para o saneamento; e fomentar a participação da população em conselhos já existentes, onde a questão de saneamento entraria em pauta.

O *Open Space* em Mairinque contou com grande parte de representantes da sociedade civil organizada (quatro); três técnicos da prefeitura e um vereador (Figura 6). O número de representantes da sociedade é fundamental para trazer as questões locais e fatores que dificultam ou limitam a participação.

Em Mairinque existem algumas singularidades: primeiro, diferente de Iperó, onde existem três regiões, em Mairinque existem muitos bairros rurais afastados do centro urbano. Essas comunidades isoladas não fazem parte do contrato de prestação de serviço da empresa concessionária e não possuem o mesmo sistema de coleta de resíduos sólidos que nas regiões centrais. Portanto, uma das questões que surgiram tanto no *World Café* como no *Open Space* foi a coleta regular dos resíduos sólidos, questão a qual a comunidade apresenta cada vez mais cobranças ao setor público. Esse fator é visto como positivo inclusive pela prefeitura, que alegou que tais cobran-

ças forçam a entidade a tomar medidas preventivas, além das corretivas. A questão dos esgotos domésticos a céu aberto surgiu na primeira atividade (*World Café*), que contou com uma maior presença numérica da população (19), e teve uma proposta mais diagnóstica (Figura 6).

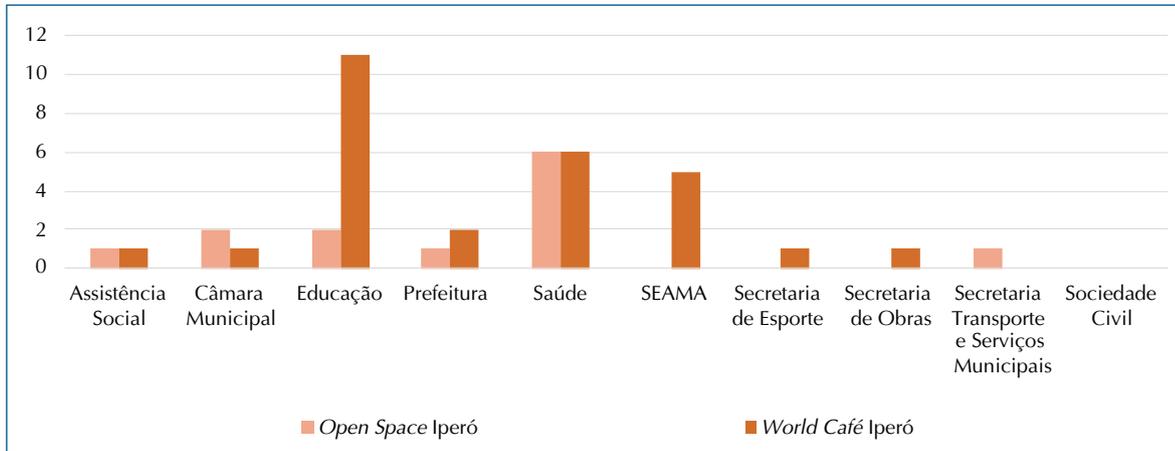


Figura 5 – Participantes, por segmento representado, no *World Café* e no *Open Space* em Iperó.

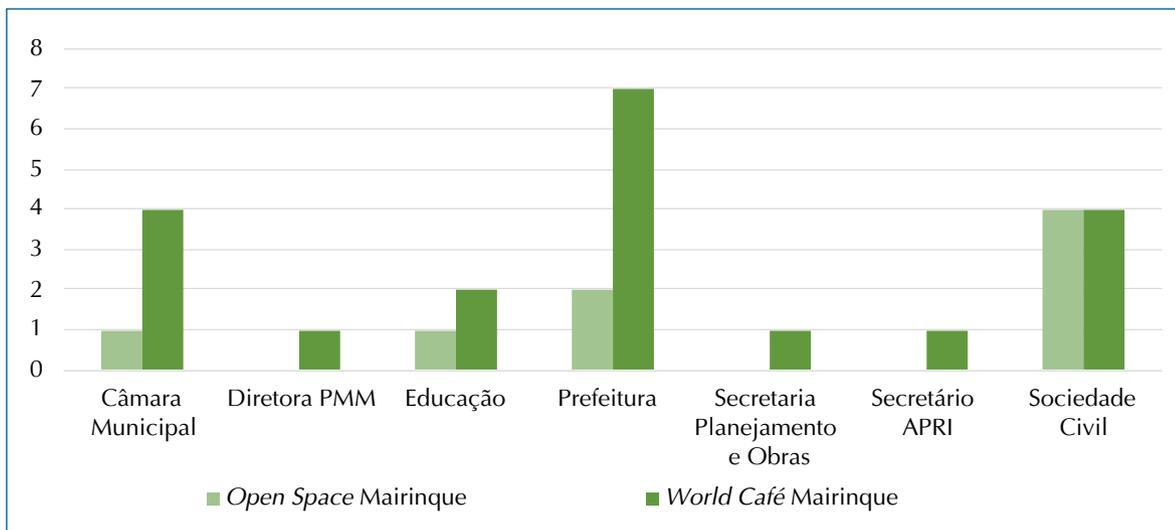


Figura 6 – Participantes, por segmento representado, no *World Café* e no *Open Space* em Mairinque.

Por ter acontecido em período que a região passava por estresse hídrico, devido à seca, surgiu a importância de se tratar as questões de uso de água, da represa Itupararanga (manancial) e da falta de água, por todos de maneira integrada, enfatizando a importância de cada setor (Quadros 3 e 4). A questão da comunicação tam-

bém esteve presente nos dois momentos, porém observou-se uma evolução. Enquanto no primeiro encontro a discussão ficou pautada na participação de todos os setores, no segundo momento o foco foi o acesso à informação. O Quadro 3 apresenta uma síntese das informações coletadas nas três rodadas de conversa do *World Café* e no *Open Space*, ambos nos dois municípios.

Quadro 3 – Temas propostos e resumo da discussão do grupo, no *World Café* e *Open Space* em Iperó e Mairinque

	Tema proposto	Resumo da discussão do grupo
Iperó	Informação à população a respeito do saneamento	Fazer parceria com agentes de saúde para informar a população sobre o serviço de saneamento. Informação por escrito não funciona, é necessário que ela seja feita por uma pessoa de confiança, presente no cotidiano da comunidade.
	Regularização da situação do bairro Campos Vileta	Fortalecer a ação no tribunal de justiça
	Descarte de resíduos sólidos	Falta de coleta seletiva gera problemas com a dengue. Formar parcerias entre a Sec. Do Meio Ambiente e Vigilância Sanitária para realizar um programa de conscientização da população sobre a necessidade da coleta seletiva. Não há um Ecoponto.
Mairinque	Uso da água, represa Itupararanga e a falta de água	Vários departamentos lidam com essa questão, sem dialogar e integrar suas ações. Há também a falta de compreensão por parte da população em participar. Para isso, um processo de conscientização da importância de integração entre setores e da participação. Um agente “provocador” poderia colaborar para estimular a participação.
	Controle social e acesso à informação	A população está acostumada a não ter que participar e deixar a tomada de decisão para o governo municipal. O desafio é trazer a população para o diálogo. Proporíamos criar uma organização que permita que o controle social aconteça, com representantes de associações em todos os bairros, com representantes da prefeitura, sociedade civil e empresas.
	Coleta de resíduos sólidos	A cobrança da sociedade para a coleta de resíduos sólidos chega aos órgãos municipais de forma acelerada. A equipe deveria atuar de forma preventiva e criar medidas para o cumprimento das medidas (resíduos sólidos). A educação seria um caminho interessante.

4.2.2 Fóruns Regionais

Os fóruns abrangeram todo o município de Mairinque, dividido em quatro regiões. Exceto no centro expandido, grande parte dos participantes foi de moradores (10 a 11), enquanto os demais segmentos mantiveram um padrão na participação (Figura 7).

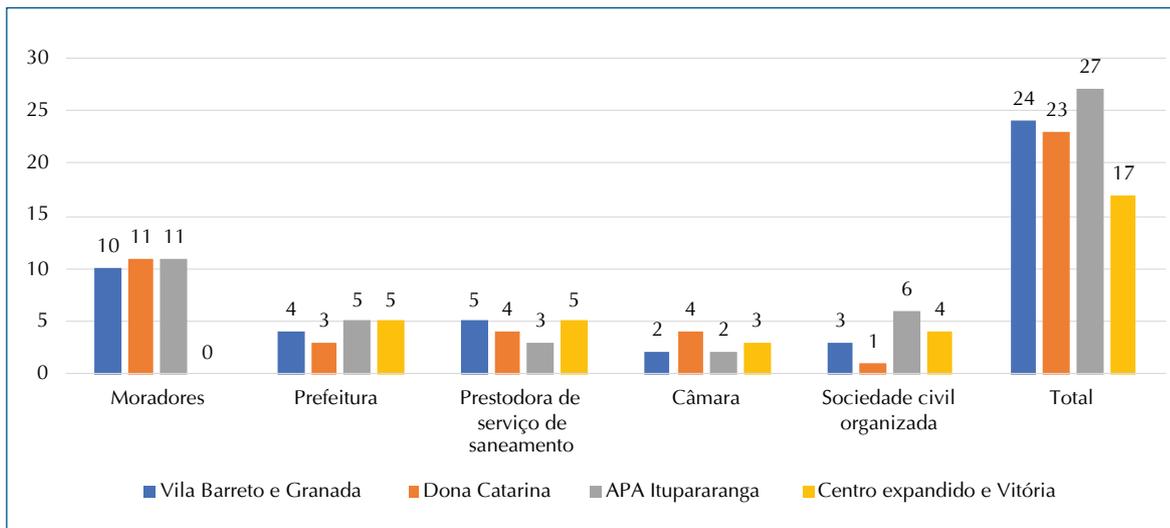


Figura 7 – Participantes dos Fóruns Regionais realizados em Mairinque, por região e total.

Após apresentação da proposta de trabalho (equipe de pesquisadores do GovAmb, grupo de pesquisa da Universidade de São Paulo) e do plano de saneamento básico proposto (técnicos da SANEQUA), os participantes tiveram a oportunidade de se reunir em grupos de discussão e propor modificações no plano, as quais poderiam ser acatadas ou negociadas. Portanto, como resultado imediato dos fóruns regionais foram apresentadas contribuições ao plano de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com base no plano que a prestadora de serviço apresentou.

Como resultado dos fóruns, os participantes com interesse em continuar participando do controle social e compor o colegiado se manifestaram. Portanto, o município possui uma lista de interessados em participar do controle social no saneamento (Quadro 4).

Quadro 4 – Lista de interessados em participar do colegiado de controle social, em Mairinque

Localidade (Fórum/Região)	Número de interessados em compor o colegiado	Qual seria sua participação no controle social na gestão do saneamento básico?
Centro Expandido e Vitória	Indicaram: representantes de empresas, poder público, sociedade civil e todos os prestadores de serviços, além da SANEAQUA	<ul style="list-style-type: none"> - Discutir, propor, fiscalizar as ações - Controle de resíduos - Questão do aterro sanitário - Formação de cooperativa de coleta de recicláveis - Câmaras técnicas dentro do Conselho de Meio Ambiente – CONDEMA - Propor fóruns com constância para envolver a população nas discussões e proposições
Vila Barreto e Granada	5	<ul style="list-style-type: none"> - Grupo que estabelece critérios - Como organizar essa participação - Utopias, premissas - Resolvo a minha rua, meu bairro – ações - Trazer informações - Estabelecer parâmetros - Educar, reeducação - Construir o modo de participar
Dona Catarina	1	<ul style="list-style-type: none"> - Nada apresentado pelo grupo
APA Itupararanga	5	<ul style="list-style-type: none"> - Pode contar conosco

Como resultado dos Fóruns realizados em Mairinque ocorreu o protocolo na Câmara Municipal de Mairinque, em 26/11/2014, do Projeto de Lei nº 99/2014, que “Institui Colegiado de Controle Social no Saneamento Básico no Município de Mairinque, e dá outras providências”. Na Câmara o Projeto recebeu emendas em 08/12/2014 e em 10/12/2014 foi protocolado Substitutivo nº 58/2014 (autoria de Vereador) ao PL nº 99/2014. Após novas emendas em 12/12/2014, e aprovação do Substitutivo, o mesmo foi encaminhado ao poder executivo para sanção e publicação. Aprovada Lei Municipal nº 3.192, de 16 de janeiro de 2015, que “Institui Colegiado de Controle Social no Saneamento Básico no Município de Mairinque, e dá outras providências”. Em 23 de março de 2015, o Presidente da Câmara Municipal de Mairinque promulgou a Lei Municipal nº 3.198, alterando parágrafo terceiro do Artigo 12 da Lei Municipal nº 3.192. Até a finalização dessa pesquisa não havia sido nomeado o Colegiado previsto em Lei Municipal.

4.2.3 Alcance das Metodologias

Conforme explicitado no item da metodologia, a avaliação das propostas metodológicas teve como pressuposto e referencial Harmonicop (2003). Portanto, os ei-

xos seguiram a divisão das metodologias, ou *processos* realizados, avaliados segundo conjunto de fatores que contribuem para os *conteúdos* e as *relações* entre os atores.

Nesse sentido, em Iperó observamos que as metodologias participativas aplicadas tiveram maior eficiência para a sensibilização dos atores sociais (Quadro 5). Ao longo das atividades, foi possível perceber que o nível de conhecimento e de informações a respeito do saneamento básico no município era muito incipiente. Da mesma forma, a comunicação entre os órgãos responsáveis e com a população era quase inexistente. Portanto, as atividades desenvolvidas buscaram ser trabalhadas nesse sentido.

A avaliação realizada evidenciou que as práticas realizadas foram muito importantes para a sensibilização, dar conhecimento a respeito e aumentar a relação entre os diferentes atores sociais, o que analisamos como um primeiro passo para construção de uma realidade de controle social.

Em Mairinque as atividades realizadas tiveram uma abordagem diferente de Iperó, pois existe um conselho de meio ambiente cujos conselheiros, representantes da sociedade civil organizada, participaram ativamente de todo o processo. Além disso o município se mostrou interessado em apoiar e dar o suporte necessário para um processo que culminou na criação do colegiado para o controle social no saneamento (Quadro 6). Nesse sentido, o alcance das metodologias atingiu um foco diferente, que além da sensibilização, fase mais trabalhada em Iperó, culminou em ações concretas.

5. Conclusão

O projeto teve como objetivo contribuir com a promoção e a participação da comunidade em processos de gestão dos serviços de saneamento básico na bacia hidrográfica dos rios Sorocaba e Médio Tietê (SMT), por meio da aplicação de novas metodologias participativas para a aprendizagem social e controle social no saneamento nos municípios de Iperó e Mairinque, estado de São Paulo.

Quadro 5 – Síntese do alcance da metodologia por fator avaliado, em Iperó e Mairinque

Aspectos do controle e avaliação dos processos	Metodologias (processos) – IPERÓ				
	World Café	Open Space	Mapeamento socioambiental	Caminhada diagnóstica	Devolutiva
Conteúdos					
a) Conhecimento sobre os objetivos do projeto desenvolvido nos municípios participantes					
b) Conhecimento da Lei Federal 11.445/2007 – Lei do Saneamento Básico			N.A.	N.A.	
c) Conhecimento sobre o plano de gestão do município			N.A.	N.A.	
d) Conhecimento sobre os projetos futuros das prestadoras de serviço para abastecimento e saneamento no município					
e) Conhecimento sobre controle social no saneamento					
f) Conhecimento para organizar os órgãos colegiados, que poderão fazer parte do controle social dos serviços de saneamento básico e terão função consultiva e não decisória	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Relações					
a) Estabelecimento de comunicação entre os atores					
b) Sensibilização dos atores para a realidade local					
c) Mobilização dos atores para trabalhos conjuntos em seus bairros					
d) Motivação dos atores para compor ações conjuntas					
e) Fortalecimento do controle social					
f) Contribuição para a construção de uma cultura de participação					
Aspectos do controle e avaliação dos processos	Metodologias (processos) – Mairinque				
	World Café	Open Space	Fóruns	Devolutiva	
Conteúdos					
a) Conhecimento sobre os objetivos do projeto desenvolvido nos municípios participantes					
b) Conhecimento da Lei Federal 11.445/2007 – Lei do Saneamento Básico					
c) Conhecimento sobre o plano de gestão do município					
d) Conhecimento sobre os projetos futuros das prestadoras de serviço para abastecimento e saneamento no município					
e) Conhecimento sobre controle social no saneamento					
f) Conhecimento para organizar os órgãos colegiados, que poderão fazer parte do controle social dos serviços de saneamento básico e terão função consultiva e não decisória					
Relações					
a) Estabelecimento de comunicação entre os atores					
b) Sensibilização dos atores para a realidade local					
c) Mobilização dos atores para trabalhos conjuntos em seus bairros					
d) Motivação dos atores para compor ações conjuntas					
e) Fortalecimento do controle social					
f) Contribuição para a construção de uma cultura de participação					

Legenda: N.A.: não se aplica

Bom	Regular	Ruim
-----	---------	------

O foco da proposta foi a capacitação dos atores sociais envolvidos, com base em atividades de pesquisa-ação, visando contribuir para promover a participação da comunidade em processos de gestão dos serviços de saneamento básico. A partir dos

encontros realizados em Iperó pôde-se compreender melhor a realidade dos serviços de saneamento no município, principalmente a partir do ponto de vista dos usuários e também atores sociais. Dessa forma, considera-se que as metodologias utilizadas foram importantes por permitir essa percepção mais aprofundada sobre o setor, bem como de seus problemas e desafios.

Ressalta-se que, mesmo em se tratando de um município de pequeno porte, há uma falta de comunicação entre os trabalhadores da área de Saúde, Educação e Meio Ambiente. Portanto, torna-se necessário integrar os participantes das diversas áreas de atuação a fim de construir parcerias e ações conjuntas para construção de estratégias que visem sanar os desafios de saneamento básico no município, garantindo a efetiva ação do controle social no setor.

A promoção desses espaços de diálogo no município obteve importantes resultados na medida em que todos os participantes puderam se expressar livremente, inclusive questionando os pesquisadores acerca dos objetivos, alcances e limites do projeto, e sobre a própria participação individual (como escola, como agente de saúde, entre outros) nas ações de saneamento. Acredita-se que o ambiente acolhedor e participativo favoreceu o diálogo e apresentou possibilidades para futuras ações. A maioria dos participantes mostrou-se satisfeita com o resultado das discussões, demonstrando uma disposição para a continuidade do processo com a inclusão e sugestão de outros atores que devem ser envolvidos, uma vez que apresentam poder de tomada de decisão no setor de saneamento.

Conclui-se que a temática saneamento básico é uma questão complexa e de difícil solução por envolver vários desafios socioambientais e transpassar diversos setores de administração pública. Portanto, é prioritário que seja um tema levantado e discutido a partir da visão de diversos atores, com participação ativa da sociedade civil usuária dos serviços, com a finalidade de gerar um aprendizado social, legitimar o direito à cidadania e desenvolver possíveis soluções para o setor, principalmente no que concerne a aplicação da Lei na garantia do controle social.

Com a finalidade de ampliar o escopo dos resultados obtidos na pesquisa, a equipe elaborou uma publicação para divulgar e multiplicar caminhos que fortaleçam o Controle Social e a Participação no Saneamento Básico, dois instrumentos fundamentais para fortalecer o papel dos cidadãos na Gestão Pública. O principal objetivo é de contribuir para a disseminação de conhecimentos através de materiais educativos que fortaleçam novas formas coletivas de pensar e enfrentar os problemas associados ao uso sustentável da água e saneamento. Desde janeiro de 2015 os municípios têm que instituir o controle social dos serviços públicos de saneamento para ter acesso aos recursos federais destinados às obras e outras ações dessa área, conforme a Lei de

Saneamento promulgada em 2007. Assim, as obras e serviços de saneamento básico nos municípios passarão a ter o acompanhamento da sociedade.

O foco da publicação se centrou no aprofundamento do conhecimento dos principais aspectos que demandam que as comunidades e o Poder Público ampliem seu diálogo em torno de um tema com estreita colaboração e uma intervenção conjunta dos atores locais e prefeituras, pois um dos maiores desafios atuais no Brasil é reduzir o déficit de acesso a saneamento básico nas cidades. A publicação foi organizada de forma a promover, contribuir e sensibilizar para ampliar a corresponsabilidade no Controle Social do Saneamento, por meio de processos coletivos e práticas inovadoras, apoiado em metodologias participativas e cooperativas. As palavras-chave do Manual são: aprendizagem social, diálogo, participação e corresponsabilidade.

Ao destacar a ideia de Aprendizagem Social, propõe-se contribuir para que os diferentes atores envolvidos possam aprofundar seu conhecimento sobre como ampliar os diálogos, estabelecer laços de confiança e cooperação; administrar e resolver conflitos, buscar soluções conjuntas que sejam técnica e socialmente adequadas, que possam ser implementadas e promovam o engajamento do maior número possível de atores compromissados.

Nosso enfoque propõe o fortalecimento de práticas coletivas que possam contribuir para melhorar a qualidade de vida, apoiado por meio de planejamento participativo que garanta a consulta das partes interessadas durante todo o processo, com base num permanente contato com os principais atores envolvidos.

6. Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa

Recomenda-se o aperfeiçoamento da compreensão dos problemas inter-relacionados e complexos em torno da gestão compartilhada do Controle Social do Saneamento Básico.

Entende-se que a principal meta é de contribuir para que diferentes atores compreendam melhor as percepções dos outros sobre os problemas que ajudam a melhorar as relações entre os participantes e proporcionam a base para a colaboração e interconexão, visando avanços rumo a uma gestão mais sustentável e, assim, ampliar as orientações e conhecimentos para criar um contexto favorável para práticas cooperativas.

Finalmente a importância de divulgar e multiplicar caminhos que fortaleçam o Controle Social e a Participação no Saneamento Básico para fortalecer o papel dos cidadãos na gestão pública.

Referências bibliográficas

BRAGA, R. Plano Diretor Municipal: três questões para discussão. **Caderno do Departamento de Planejamento**, Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.15-20, ago. 1995.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 jan. 2007. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. **Diário [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 jun. 2010. Edição Extra, p. 1.

BROWN, J. **Personal interview conducted by Madison Saunders of Algoma University College's NORDIK Institute**. 7 September 2007. Ontario Council for Alternative Businesses (OCAB), 2007.

CAMARGO, Maria Eugênia. "World Café: Método de Diálogo e Criação Coletiva Como Ferramenta de Educação Ambiental" In: Jacobi, Pedro Roberto (org.) **Aprendizagem Social – Diálogos e Ferramentas Participativas: Aprender Juntos para Cuidar da Água**. São Paulo: GovAmb/PROCAM/IEE/USP, 2011.

CRAPS, M. Social learning in river basin management. **Report of workpackage 2**, 2003.

ENGEORPS – CORPO DE ENGENHEIROS CONSULTORES S. A. Plano municipal integrado de saneamento básico, município: Iperó. **Secretaria de Saneamento e recursos hídricos do estado de São Paulo**, nov. 2011a.

ENGEORPS – CORPO DE ENGENHEIROS CONSULTORES S. A. Plano municipal integrado de saneamento básico, município: Mairinque. **Secretaria de Saneamento e recursos hídricos do estado de São Paulo**, nov. 2011b.

HARMONICOP. Public participation and the European Water Framework directive. Role of Information and Communication Tools. **Work Page 3 report of the HarmoniCOP project**. MAUREL, P. Ed. K.U.Leuven – Centre for Organizational and Personal Psychology. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 26 dez 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades – Iperó. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3521002>>. Acesso em 26 dez 2016a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades – Mairinque. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3528403>>. Acesso em 26 dez 2016b.

JACOBI, P.R. Gestão Democrática e Participativa. In: Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS). **Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico**. Brasília: SNSA, 2009. p. 101-113

JACOBI P.R., FRANCO, M.I. Sustentabilidade, Participação e Aprendizagem Social. In: JACOBI P.R. (coord.). **Aprendizagem Social: Diálogos e Ferramentas Participativas: Aprender Juntos para Cuidar da Água**. São Paulo: IEE/PROCAM, 2011.

MORAES, LRS. Política e Plano Municipal de Saneamento Básico. In: Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS). **Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico**. Brasília: SNSA, 2009. p. 31-53.

PAHL-WOSTL, C., Craps, M., Dewulf, A., Mostert, E., Tabara, D., & Taillieu, T. Social learning and water resources management. *Ecology and Society*, 12 (2), 2007.

PAZ, Mariana Gutierrez Arteiro da. **Integração das políticas públicas de recursos hídricos e saneamento: a bacia hidrográfica dos rios Sorocaba e Médio Tietê**. 2015. 250 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAIRINQUE. **Breve histórico**. Acesso em: 24 de fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://www.mairinque.sp.gov.br/acidade/>>.

SANTOS V.M.N. dos., BACCI D. C. Mapeamento Socioambiental para Aprendizagem Social. In: JACOBI P.R. (coord.). **Aprendizagem Social: Diálogos e Ferramentas Participativas: Aprender Juntos para Cuidar da Água**. São Paulo: IEE/PROCAM, 2011.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos municípios paulistas. Total de Despesas Municipais – Saneamento (2011)**. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>>. Acesso em: 26 de dez. 2016.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos municípios paulistas (2016)**. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>>. Acesso em: 26 de dez. 2016.

WALS, A.E.J. (org.) **Social learning towards a sustainable world: principles, perspectives, and praxis**. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. 2007.

Tratamento de águas com excesso de ânions fluoreto e nitrato utilizando HDLs, argilas e zeólitas como adsorventes

Sibele Berenice Castellã Pergher (coordenadora da pesquisa); Fábio Garcia Penha; Loiva Liana Santos Borba; Anne Priscilla Oliveira da Silva; Vilma Araújo da Costa; Reus Tiago Rigo; Renan Augusto da Silva; Hugo Mozer Barros Eustáquio; Carlos Alberto Martinez Huitle; Rogério Marcos Dallago.

Proponente: Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Executora: Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Resumo

A partir da problemática ambiental dos nitratos e fluoretos e seus potenciais riscos aos seres humanos, a presente pesquisa teve por objetivo principal buscar um adsorvente efetivo para a remoção de nitratos e fluoretos de águas para consumo humano. Para atingir esses objetivos, inicialmente se realizou um *screening*¹ de diversos adsorventes à base de hidróxidos duplos lamelares (HDLs), argilas e zeólitas para avaliar quais materiais são mais adequados para a remoção de nitratos e fluoretos. Uma vez selecionados os materiais mais promissores realizou-se um estudo empregando leito fixo e amostras reais. A metodologia foi desenvolvida na forma de filtros para serem usados em poços da região, beneficiando diretamente a população. De forma complementar foi estudada também a utilização de tratamentos eletroquímicos para a remoção de nitratos. Chegou-se à conclusão de que vários materiais podem ser empregados como adsorventes para nitratos e fluoretos, sendo que para ambos o mais adequado seriam compostos tipo hidrotalcitas. A alumina funciona também de forma adequada. Para alcançar eliminações maiores

1 Método de rastreamento, reconhecimento, varredura.

processos conjugados seriam mais adequados, tais como adsorção conjugada ao tratamento eletroquímico.

Palavras-chave: Nitratos, Fluoretos, HDLs, Argilas, Zeólitas, Filtros, Tratamento de Água, Tratamento Eletroquímico.

Abstract

Based on the environmental problems related to nitrate and fluoride and their potential risks to human beings, this research had as its major objective to find an effective adsorbent for nitrate and fluoride removal from human consumption water. In order to achieve the objective, a screening of different adsorbents, based on double lamellar hydroxides (HDLs), clays and zeolites was developed in order to evaluate which materials were more adequate for nitrate and fluoride removal. Once the most promising materials were selected, a study was developed using both fixed bed and real samples. The method consisted of building filters that could be used in regional wells, benefiting directly the population. Complementarily the use of electrochemical treatments for nitrate removal was studied. The conclusion is that several materials can be used as adsorbents for nitrate and fluoride, being hydrotalcite compounds the most adequate for both. Alumina also works properly. Finally, higher removal results can be achieved by combined processes, such as adsorption combined with electrochemical treatment.

Keywords: Nitrates, Fluorides, LDHs, Clays, Zeolites, Filters, Water Treatment, Electrochemical Treatment.

1. Introdução

1.1 Problemática ambiental dos nitratos

O Nitrato constitui um componente químico notório no ambiente, cuja fonte principal de ingestão humana está em alimentos e água potável. Dados da Organização Mundial da Saúde, OMS, revelam o acentuado aumento na concentração de nitrato nas águas superficiais em muitos países ao longo desses últimos 30-40 anos e apontam que as principais razões para essa tendência foram o aumento do uso de fertilizantes artificiais, mudanças no uso da terra e disposição de resíduos provenientes da agricultura (WHO, 2011).

O nitrato é usado principalmente em fertilizantes inorgânicos. É também utilizado como um agente oxidante e na produção de explosivos. Quando purificado o

nitrato de potássio é utilizado para fazer vidro. Nitrito de sódio é usado como um conservante de alimentos, em especial em carnes curadas. O nitrato é também, por vezes, adicionado aos alimentos para servir como um reservatório para nitrito. Nitratos ocorrem naturalmente em plantas, para as quais é um nutriente essencial. Nitratos e nitritos são também formados endogenamente em mamíferos, incluindo os seres humanos (GANGOLLI *et al.*, 1994).

O nitrato pode atingir tanto as águas superficiais quanto as águas subterrâneas como consequência da produção da atividade agrícola (incluindo o excesso de aplicação de fertilizantes nitrogenados inorgânicos e adubos), de tratamento de águas residuais e da oxidação de resíduos nitrogenados produzidos em excrementos humanos e animais, incluindo fossas sépticas. Nitrito também pode ser formado quimicamente em tubos de distribuição por bactérias.

Em condições aeróbicas, o nitrato pode infiltrar-se em quantidades relativamente grandes para o aquífero, quando não há material vegetal em crescimento para assimilar o nitrato e quando a rede de movimento de água no solo é baixa para o aquífero. A degradação ou a desnitrificação espontânea ocorre apenas em pequena medida no solo e nas rochas que formam o aquífero. Em condições anaeróbicas, o nitrato pode ser desnitrificado ou quase completamente degradado para nitrogênio. A quantidade de água e a presença de outros nutrientes são também importantes na determinação do destino de nitrato no solo (DUBROVSKY & HAMILTON, 2010).

No ar, são formados a partir de processos industriais, veículos automotores e agricultura intensiva. O nitrato está presente no ar principalmente na forma de ácido nítrico e em aerossóis inorgânicos, bem como radicais de nitrato orgânico gasosos ou aerossóis. Esses são removidos por deposição úmida e seca.

As concentrações de nitrato até 5 mg/L foram observadas na água de chuva em áreas industriais. Nas áreas rurais, as concentrações são menores. A concentração de nitratos nas águas superficiais é normalmente baixa (0 a 18 mg/L), mas pode chegar a níveis elevados, como resultado de escoamento agrícola, escoamento de despejo ou contaminação com dejetos humanos ou de animais. A concentração muitas vezes flutua com as estações e pode aumentar quando o rio está alimentado por aquíferos ricos em nitrato. As concentrações de nitratos têm aumentado gradualmente em muitos países europeus nas últimas décadas. No Reino Unido, por exemplo, um aumento médio anual de 0,7 mg/L tem sido observado em alguns rios. Entretanto, na maioria dos países, os níveis de nitrato na água potável derivados da água de superfície excedem 10 mg/L. Em algumas áreas, as concentrações alcançaram níveis ainda mais elevados devido ao escoamento e a descarga de esgoto e de resíduos de efluentes industriais (WHO, 1985a).

A Organização Mundial da Saúde recomenda consumo médio de nitrato por dia de 43-131 mg. Contudo, dados da literatura revelam que a ingestão diária pela maioria da população mundial está em proporções superiores e alarmantes. O consumo de água, uma necessidade vital, é o maior vetor de ingestão desse espécime (WHO, 1985b; BONNELL, 1995).

Os tratamentos para remoção de nitratos em águas, podem ser divididos em três grupos: físicos, biológicos e químicos.

Os tratamentos físicos se baseiam na remoção de um ou mais compostos de acordo as propriedades dos contaminantes, sendo a adsorção a propriedade mais utilizada. Por exemplo, na remoção de compostos orgânicos com carvão ativado ou resinas poliméricas, o processo tem a vantagem de que se realiza em condições suaves de pressão e temperatura. Nesse processo o contaminante é removido do meio líquido e fica adsorvido na superfície do carvão ativado. A desvantagem desse processo é o tratamento posterior que se deve dar ao meio (carvão ativado) para sua reutilização (GONZALEZ-SERRANO *et al.*, 2004).

Os tratamentos biológicos constituem uma série de processos de tratamento que tem em comum a utilização de microrganismos para realizarem a eliminação de componentes indesejáveis da água, aproveitando a atividade metabólica dos mesmos sobre a matéria orgânica (CORONAS & SANTAMARIA, 1999). A aplicação tradicional consiste na eliminação de matéria orgânica biodegradável, tanto solúvel como coloidal, assim como a eliminação de compostos que contêm nutrientes: nitrogênio e fósforo (DERBYSHIRE *et al.*, 2007). É um método que oferece bons resultados, porém em virtude da elevada concentração de certos contaminantes as bactérias sofrem uma mutação em nível celular, o que torna esse método inviável. Além disso, como no caso dos métodos físicos, também se produz material (lodos residuais) aos quais se deve dar um tratamento posterior (TERRY & STONE, 2002).

Um método altamente atrativo que se apresenta para a eliminação de nitratos é a redução catalítica. Tanto os nitratos como os nitritos podem ser eliminados da água empregando um agente redutor como hidrogênio, ácido fórmico, dentre outros, empregando um catalisador (STRUKUL *et al.*, 2000). Esse processo também é conhecido como desnitrificação, no qual o nitrato seguiria o mesmo caminho da reação que a desnitrificação biológica até a formação de nitrogênio gasoso. Entretanto, do processo também resulta um produto indesejável, a amônia. Portanto, o sistema catalítico é um dos fatores chaves para o desenvolvimento desse processo a alcançar a máxima seletividade até nitrogênio gasoso. Esse processo utiliza catalisadores baseados em metais nobres suportados. O suporte mais estudado tem sido a alumina ainda que

também tenha sido utilizada sílica, óxido de titânio, óxido de zircônio, carvão ativado (ILINICH, GRIBOV & SIMONOV, 2003).

1.2 Problemática ambiental dos fluoretos

Compostos à base de flúor tem inúmeras aplicações em nossa sociedade. Uma importante aplicação do flúor é em pastas dentífricas e a fluoretação da água de abastecimento público, pois em quantidade adequada, é considerado benéfico à saúde humana (principalmente em crianças), promovendo o endurecimento da matriz mineral dos dentes e esqueleto, sendo eficaz na prevenção da cárie dentária, a primeira por recomendação médica e a segunda por recomendação legal (PEIXOTO, 1998).

No entanto, o flúor em excesso pode ter efeitos deletérios na dentição que são devidos à sua absorção sistêmica durante o desenvolvimento do dente, resultando na má formação do osso, conhecida como fluorose dental (FEJERSKOV, 2007).

De acordo com a OMS, a concentração ótima de íons fluoreto é de 1,5 mg/L em água potável. No entanto, esse nível não é estável e varia entre 0,7 e 1,2 5 mg/L, dependendo da temperatura média anual. A ingestão de água com quantidade em excesso de flúor (> 2 mg/L) causa fluorose dental. Acima de 4 mg/L pode conduzir a fluorose esquelética (WANG *et al.*, 2007, CAMPOS, 2005, CASTILLO *et al.*, 2007).

A concentração do flúor nas águas naturais é muito variada, sendo que sua concentração está diretamente vinculada a fatores como: temperatura, pH, presença ou não de complexos minerais, íons precipitados e colóides, solubilidade de minerais, capacidade de troca iônica de minerais, granulometria e tipo da litologia e o tempo de residência das águas (APAMBIRE *et al.*, 1997).

Dentre as principais fontes antropogênicas, destacam-se as atividades de incineradores a carvão, fundição de alumínio e outros metais não-ferrosos, produção de superfosfatos e outros adubos minerais (MIRLEAM *et al.*, 2002), fabricação de vidro e cerâmica (ALMEIDA *et al.*, 2001; FORTES *et al.*, 2003; OLIVA & FIGUEIREDO, 2005).

Muitos métodos têm sido aplicados na remoção do excesso de fluoreto em água potável. Um dos mais difundidos é a precipitação química onde são utilizados sais de cálcio e alumínio, resultando na formação de precipitados de fluoreto ou simultânea co-precipitação de fluoreto com um conseqüente precipitado. Sua limitação está vinculada à elevada probabilidade de contaminação da água potável devido à presença de substâncias químicas indesejáveis e a geração de resíduos sólidos (ESKANDARPOUR *et al.*, 2008). Outros processos, como os baseados no emprego de

membranas (nanofiltração, osmose reversa, eletrodialise, diálise), apesar da elevada eficiência, apresentam-se inviáveis economicamente.

Os processos adsorptivos apresentam-se como uma alternativa viável para a remoção de fluoreto de águas, pois associam elevadas taxas de remoção a baixos custos operacionais. Nesse sentido, nos últimos anos a atenção dos cientistas tem sido focada ao estudo de diferentes tipos de materiais adsorventes naturais ou sintéticos, como alumina (AYOOB & GUPTA, 2008; AYOOB & GUPTA, 2007), alumínio, carvão, cinzas, zeólitas, calcário, argila da China, bentonite (MAHRAMANLIOGLU, KIZILCIKLI & BICER, 2002), caulinita, hidroxiapatita, carvão de osso (CASTILLO *et al.*, 2007), zircônio impregnado a fibra de carbono, (ESKANDARPOUR *et al.*, 2008), quitosana (KAMBLE *et al.*, 2007), zircônio (IV) impregnado com fibra de colágeno (LIAO & SHI, 2005), biomassa (SINHA *et al.*, 2003) e hidróxidos duplos lamelares (HDL) (WANG *et al.*, 2007; LV, 2007; DAS, DAS & PARIDA, 2003).

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral do projeto

O objetivo geral do projeto foi avaliar materiais adsorventes alternativos como HDLs, argilas e zeólitas na remoção de fluoretos e nitratos de águas contaminadas, com o desenvolvimento de filtros para o tratamento de águas de poços artesianos.

2.2 Objetivos específicos

- Sintetizar e caracterizar adsorventes alternativos quimicamente modificados com surfactantes baseados em HDLs, argilas e zeólitas.
- Avaliar a capacidade de adsorção dos ânions fluoreto e nitrato pelos adsorventes preparados em batelada e em leito fixo.
- Avaliar variáveis no processo como a temperatura, o pH e tempo de contato.
- Construir as isotermas de adsorção em diferentes condições experimentais.
- Avaliar o poder de adsorção dos materiais utilizando amostras reais de águas contaminadas.
- Realizar estudos de regeneração dos adsorventes.

- Aplicar a metodologia desenvolvida na forma de filtros em poços de captação da região.

3. Metodologia

A seguir se descreve a metodologia empregada para a síntese e caracterização dos materiais, posteriormente se descrevem os testes preliminares empregados para adsorção de nitratos e finalmente se apresenta o sistema com filtro proposto.

3.1 Síntese dos Materiais à base de hidróxidos duplos lamelares

Nesse trabalho, foram sintetizados hidróxidos duplos lamelares de três sistemas: Mg-Al-CO₃, Zn-Al-CO₃ e Mg-Fe-CO₃, através do método de co-precipitação com pH variável. Tais materiais foram sintetizados em proporções M²⁺:M³⁺ de 2:1.

Amostras de argilas aniônicas de três sistemas M²⁺-M³⁺-A-y, cuja proporção, M²⁺/M³⁺=2:1, foram sintetizadas através do método de co-precipitação com pH variável, que consiste na adição de uma solução salina contendo os dois cátions a serem introduzidos nas lamelas em equivalência 2:1, em outra solução, contendo o ânion a ser intercalado (no caso o carbonato) em solução 2,0 mol/L de NaOH. A mistura foi submetida a um banho hidrotérmico de 24h (DAUTE *et al.*, 2002). Em seguida os materiais foram submetidos à maturação durante 72 horas e posterior filtração com lavagem dos cristais até pH = 7,0. Os sistemas de HDLs sintetizados foram Mg-Al-CO₃, Mg-Fe-CO₃ e Zn-Al-CO₃.

3.2 Síntese dos materiais à base de argilas

As amostras de vermiculita e bentonita utilizadas foram fornecidas pela empresa União Brasileira de Mineração, de Santa Luzia, estado da Paraíba, Brasil. A cera de carnaúba e a quitosana utilizadas como materiais hidrofobizantes foram adquiridas no comércio local da cidade de Natal, Rio Grande do Norte.

3.2.1 Síntese da bentonita e vermiculita tratadas com microemulsão

A microemulsão foi preparada pela adição de: álcool butílico (cotensoativo), óleo de coco saponificado (tensoativo) e parafina (fase óleo). As razões de cotensoativo/tensoativo foram 0,5, 1 e 2. Os diagramas foram gerados adicionando o tensoativo, cotensoativo e a água e a agitação foi promovida para dissolução do tensoativo com o objetivo de avaliação da melhor razão cotensoativo/tensoativo (C/T).

O diagrama escolhido para formação da microemulsão foi aquele de razão 1:1, em virtude de formar uma maior região de microemulsão com uma quantidade menor de tensoativo (Figura 1).

A microemulsão preparada foi adicionada à argila sob agitação com massa correspondente à 50% de argila. O material resultante foi seco à 70°C por 8 horas.

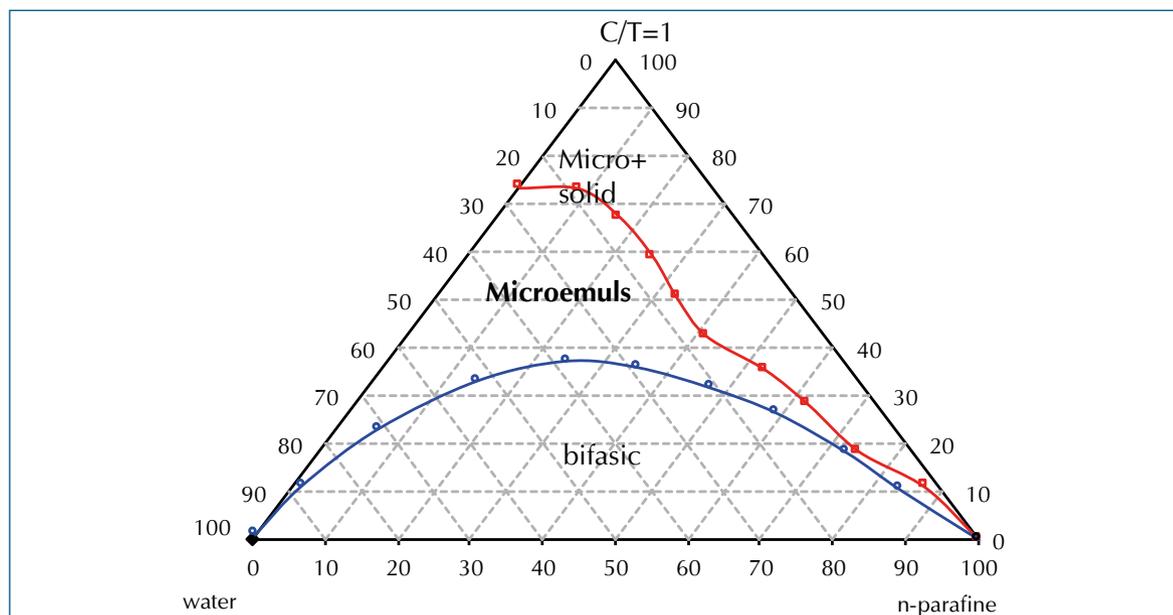


Figura 1 – Diagramas da formação do sistema microemulsionado na razão C/T: 1.

3.2.2 Síntese das argilas vermiculita e bentonita modificadas com cera de carnaúba

A quantidade de cera de carnaúba empregada correspondeu a 20% em peso de cera na argila, seguindo o seguinte procedimento: a cera de carnaúba foi aquecida (derretida) a 100°C e lentamente misturada sob agitação a argila; então o material obtido foi seco a 70°C por 6 horas.

3.2.3 Síntese da argila bentonita modificada com quitosana

Essa síntese baseou-se no procedimento utilizado por Silva *et al.* (2013), através da adição de 50 gramas da argila a 250 mL de solução de quitosana à 1,5% (m/v) sob aquecimento até a evaporação da água. O material foi lavado com hidróxido e água destilada para neutralização do pH e retirada dos sais e a secagem foi realizada em estufa à 110°C.

3.3 Síntese dos materiais à base de zeólitas

Os materiais zeolíticos foram sintetizados através de soluções aquosas saturadas de composição apropriada, em um intervalo de temperaturas de 25 a 300°C. A natureza da zeólita é determinada basicamente por fatores cinéticos. Variando-se a composição das soluções e as condições operacionais é possível sintetizar zeólitas de diferentes estruturas ou a mesma zeólita com diferentes composições químicas. As soluções normalmente contêm fontes de SiO_2 , AlO_2^- , OH^- , cátion alcalino, “*template*” e H_2O .

Exemplo: Síntese da Zeólita Y.

Preparam-se duas soluções:

- H) Dissolve-se 17,8g de aluminato de sódio ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 57,4\%$; $\text{Na}_2\text{O} = 37,1\%$; $\text{H}_2\text{O} = 4,8\%$) e 24g de hidróxido de sódio em 144g de água quente.
- I) Mistura-se 150g de sílica coloidal (40% de SiO_2) e 54g de água.

Uma vez esfriada a solução A, se adiciona sob forte agitação a solução B. O gel formado de composição molar $0,4 \text{ Na}_2\text{O} : 0,1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 1 \text{ SiO}_2 : 16 \text{ H}_2\text{O}$ se deixa envelhecer a temperatura ambiente durante 2 a 3 dias. A cristalização da zeólita Y se realiza por envelhecimento do gel de síntese a 95°C, sem agitação, durante 8 a 15 dias. Uma vez finalizada a reação, a zeólita apresenta uma composição em óxido de aproximadamente de $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 : 5,3 \text{ SiO}_2 : 5 \text{ H}_2\text{O}$.

3.4 Caracterização dos materiais

Os materiais foram caracterizados por várias técnicas complementares, tais como difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura, análise textural por adsorção de nitrogênio, análises químicas, análises térmicas, entre outras.

3.5 Testes preliminares de adsorção de nitratos em batelada

Para a execução dos ensaios de adsorção de ânion nitrato em solução aquosa, as amostras de HDLs foram submetidas ao processo de calcinação. Nesse estudo somente foram usados os HDLs Mg-Al e Zn-Al. No processo de calcinação empreendido as amostras foram sujeitas a aquecimento em razões de aquecimento de 2,5°C/min e 20°C/min até 470°C, sendo o tempo de exposição determinado pela respectiva razão de aquecimento. Assim que atingida a temperatura de interesse (470°C) as amostras foram preservadas em dessecador para assegurar a integridade do material. Sendo assim, quatro amostras foram utilizadas para os ensaios de adsorção de ânion nitrato. A

Tabela 1 apresenta as amostras, o tratamento empreendido ao material e o respectivo nome atribuído.

Tabela 1 – Amostras de adsorvente utilizadas nesse estudo

Material	Razão de aquecimento na Calcinação	Nome de Referência
HDL Zn-Al	2,5 °C/min	ZnAl _{2,5}
HDL Zn-Al	20 °C/min	ZnAl ₂₀
HDL Mg-Al	2,5 °C/min	MgAl _{2,5}
HDL Mg-Al	20 °C/min	MgAl ₂₀

3.5.1 Ensaios de cinética de adsorção

Os ensaios de cinética de adsorção de nitrato em HDLs calcinados se processaram em intervalos de tempo de 5 min., 15 min., 30 min., 1 hora, 2 horas e 4 horas. Tais ensaios foram executados em batelada, onde a amostra aquosa e o adsorvente foram submetidos à constante agitação com 200 rpm em uma mesa agitadora. A razão solução/adsorvente foi de 500:1. Tal quantidade é proporcional a 2g para cada 1L de solução, sendo que a concentração de nitratos era de 1.000 ppm. A quantificação de nitrato nas amostras foi detectada através de espectroscopia ultravioleta, através da absorbância em 205 nm, conforme o método descrito por *American Public Health Association* (APHA, 1999).

3.6 Estudos eletroquímicos

Os experimentos eletroquímicos foram realizados em uma célula eletroquímica com capacidade de 0,5 L à temperatura de 25°C, 500 rpm de agitação e diferentes densidades de corrente aplicada (3,13, 6,25 e 12,5 mAcm⁻²) na remoção de nitrato. Foi utilizada na remoção do NO₃⁻ uma fonte de alimentação MINIPA MPL-3305, eletrodos de diamante dopado com boro (DDB) e cobre (Cu). Esses são relatados na literatura como os melhores eletrodos para remoção de nitratos dissolvidos em água.

A Tabela 2 mostra as condições dos ensaios realizados com eletrodos de diamante, com o ânodo, e com o eletrodo de trabalho, o Cu.

Tabela 2 – Condições dos ensaios realizados para eletrodos de DDB e Cu

Condições	Distância (cm)	Distância (cm)	Distância (cm)
3,13mAcm ⁻²	1	2	4
6,25mAcm ⁻²	1	2	4
12,5mAcm ⁻²	1	2	4

3.6.1 Determinação da Remoção de NO₃

A determinação da remoção de nitratos foi realizada pelo método analítico quantitativo utilizando reagentes prontos, que consiste na quantificação de nitrato e nitrito dissolvido na amostra de água contaminada de acordo com o reagente utilizado.

Para a análise do nitrato, foram coletados apenas 6 mL da amostra em tratamento e condicionadas em uma cubeta específica. Em seguida foi adicionado o sachê (reagentes para identificação de nitrato e nitrito HANNA) do reagente pronto para quantificar o nitrato presente na amostra agitando-o por 60 segundos. Transcorrido o tempo foi realizada a leitura da quantidade de nitrato presente na amostra por 4 minutos e 30 segundos em um fotômetro multiparâmetros modelo HI 83099 da marca HANNA instruments®.

Para a determinação do nitrito foram coletados 10 mL da amostra em tratamento e condicionada também em um frasco específico, onde foi adicionado o sachê de reagente pronto para quantificar o nitrito presente na amostra que foi agitada até a remoção completa do reagente. Por fim, a amostra foi levada ao mesmo fotômetro utilizado na quantificação de nitrato onde foi realizada a leitura após 10 min. de reação, sendo em seguida efetuada a leitura do nitrito.

3.6.2 Estimativa do consumo energético e custo operacional

O potencial médio da célula eletroquímica durante o tempo de eletrólise é utilizado para o cálculo do consumo de energia conforme a equação (MARTINEZ HUITLE e BRILLAS, 2009):

$$\text{Consumo de energia} = \frac{V \times A \times t}{V_s}$$

Onde t é o tempo de eletrólise (horas), V e A são o potencial médio (volts) e a corrente (amperes) da célula durante a eletrólise, respectivamente, e V_s é o volume da amostra (m³). O consumo de energia por volume de efluente tratado foi expresso e calculado em kWhm⁻³. Considerando o custo de energia elétrica cerca de R\$ 0,30

(moeda brasileira, os impostos excluídos do preço) por kWh (ANEEL, 2013), o custo operacional do processo será estimado a fim de mostrar a viabilidade desse processo como uma alternativa para o tratamento de águas contaminadas.

3.7 Ensaios em Fluxo Contínuo

3.7.1 Características do Filtro

O modelo utilizado para construir o filtro foi o utilizado no sistema Aquabelle de purificação de água de marca Lorenzetti. Esse sistema foi escolhido devido ao fácil acesso e baixo custo. O sistema conta com a purificação em três estágios: uma microrretenção obtida pelo processo *Melt Blown* com polipropileno compactado para retenção de limo, barro e ferrugem; a segunda etapa envolve o fluxo em meio filtrante de carvão ativado com partículas coloidais de prata, e uma terceira camada filtrante. O sistema é reconhecido por obter eficiência na eliminação de excesso de cloro, gosto e odor, bem como fazer um controle microbiológico. Algumas características do funcionamento do purificador descritas pelo fabricante estão apresentadas na Figura 2. Para o uso proposto, a capacidade de filtração de um refil modelo RV-01 é de 2.000 litros.

CARACTERÍSTICAS	TÉCNICAS
EFICIÊNCIA DE REDUÇÃO DE CLORO LIVRE	Sim
EFICIÊNCIA DE RETENÇÃO DE PARTÍCULAS	CLASSE D de ≥ 15 até $<30 \mu\text{m}$
CONTROLE NÍVEL MICROBIOLÓGICO	Sim
EXTRAÍVEIS	Sim
VIDA ÚTIL RECOMENDADA (REFIL)*	1.000 litros
VAZÃO NOMINAL	30 L/h
PRESSÃO MÍNIMA E MÁXIMA	20 kPa a 400 kPa
TEMPERATURA MÍNIMA E MÁXIMA	3°C a 40°C
REQUISITOS ELÉTRICOS	Não se aplica
DIMENSÕES (Comp. Larg. Altura)	96x145x242 mm

*A vida útil recomendada é de 1000 litros, porém este valor pode variar dependendo da utilização e da qualidade da água recebida em sua residência.

Aparelho para melhoria da qualidade da água para uso doméstico (POU). Use água distribuída pela rede pública local (Portaria 2914 - Min. Saúde). Este produto atende a Norma Brasileira NBR 16098.

INFORMAÇÕES PARA ENSAIO:

- Volume interno do aparelho para ensaios de extraíveis: aprox. 240 ml.
- Volume de referência para ensaio de particulado: 1000 litros.
- Volume de descarte para início de funcionamento: 16 litros.

IMPORTANTE: Para todos os ensaios deverá ser considerado 0,5l/min. máx.

Figura 2 – Características técnicas do purificador comercial.

A Figura 3 apresenta um esquema do Purificador Comercial com suas medidas. Esse sistema é confeccionado para ser usado diretamente na torneira para purificar a água. A saída da água purificada se dá pela peça de número 1. A peça número 2 é o sistema de filtro que na Figura 4 se apresenta com maiores detalhes e respectivas medidas.

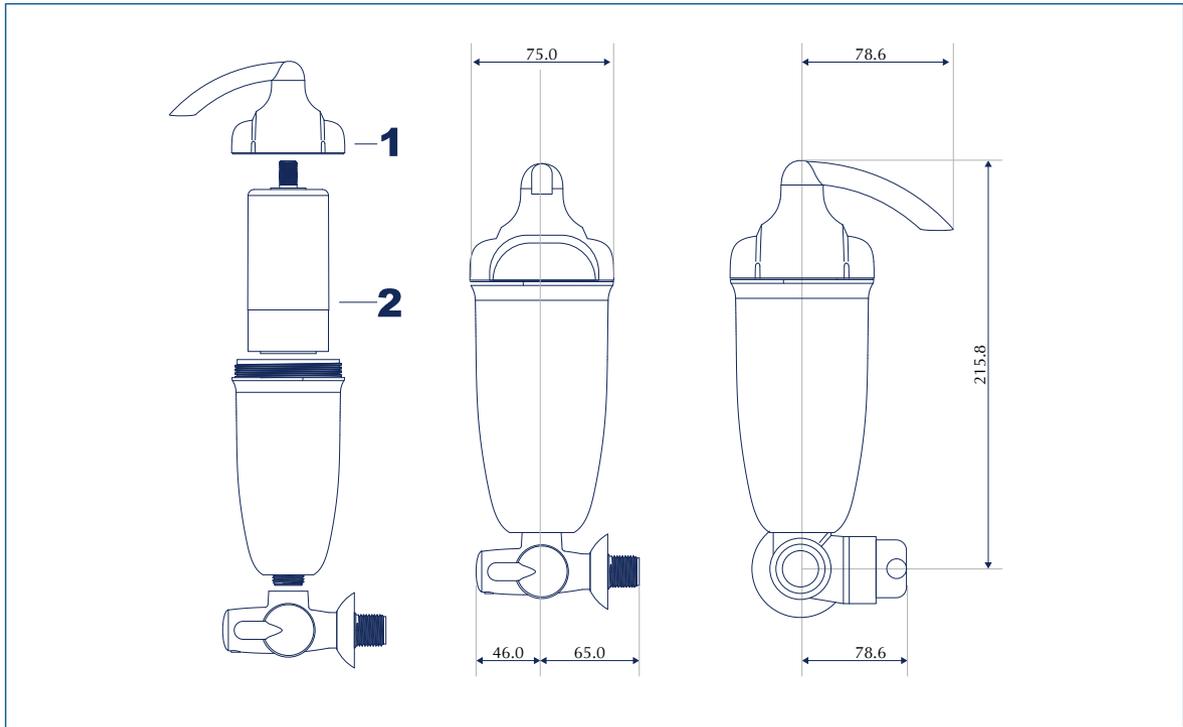


Figura 3 – Esquema do purificador comercial com suas medidas.

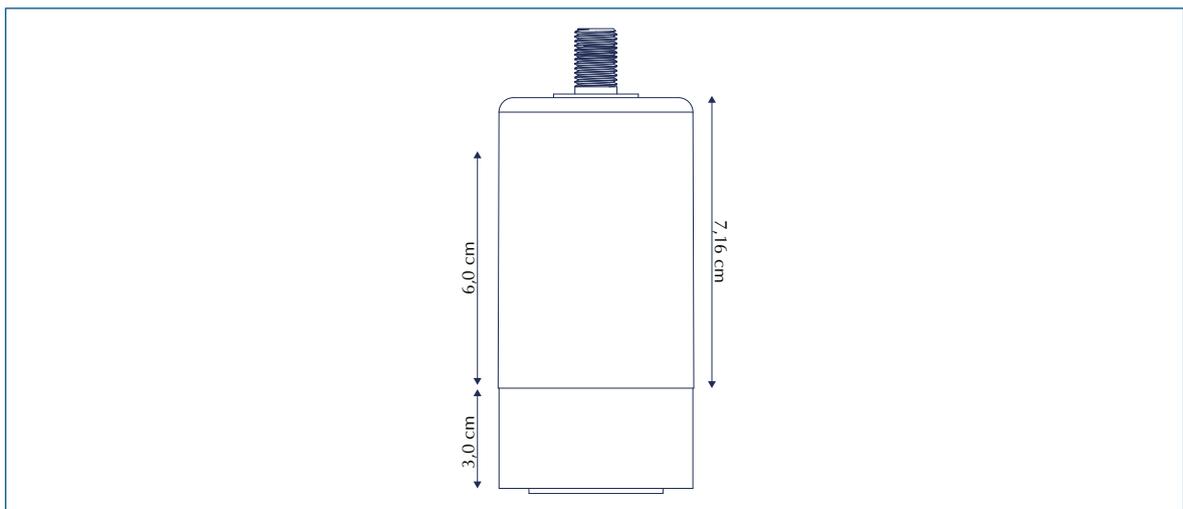


Figura 4 – Foto do filtro com suas dimensões.

A proposta é utilizar esse sistema, mas usando como leito – no lugar do carvão com partículas de prata – o adsorvente mais eficiente para remoção de nitratos e fluoretos. Para tal, inicialmente foi identificado o volume ocupado pela massa do carvão

ativado na configuração de fábrica do filtro. Os cálculos levaram em consideração as dimensões geométricas do filtro e são apresentados a seguir.

Diâmetro = 5,2 cm

Diâmetro do filtro de Polipropileno = 2,8cm

$$\text{Volume do filtro} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h$$

$$\text{Volume do filtro} = (3,14 \cdot (5,2)^2/4) \cdot 6 = 127,36 \text{ cm}^3$$

Com o auxílio de vidrarias foi calculado o volume da massa de carvão presente dentro do filtro:

Massa de carvão = 63,470 g

Diâmetro da vidraria = 5 cm

H (altura) registrada pela massa de carvão = 5 cm

$$\text{Volume ocupado pelo carvão} = (3,14 \cdot (5,0)^2/4) \cdot 5 = 98,13 \text{ cm}^3$$

Dessa forma identifica-se que o filtro funciona com aproximadamente 77,05% de preenchimento com carvão. Essa foi a quantidade empregada de material adsorvente.

3.7.2 Sistema de fluxo contínuo

Um sistema foi montado empregando um reservatório de água, tubulação, torneiras e filtro. Esse sistema simula o uso doméstico do filtro. No caso de uso de águas de poços artesianos, a mesma deverá ser bombeada até o reservatório.

A Figura 5 a seguir representa o esquema do experimento montado.

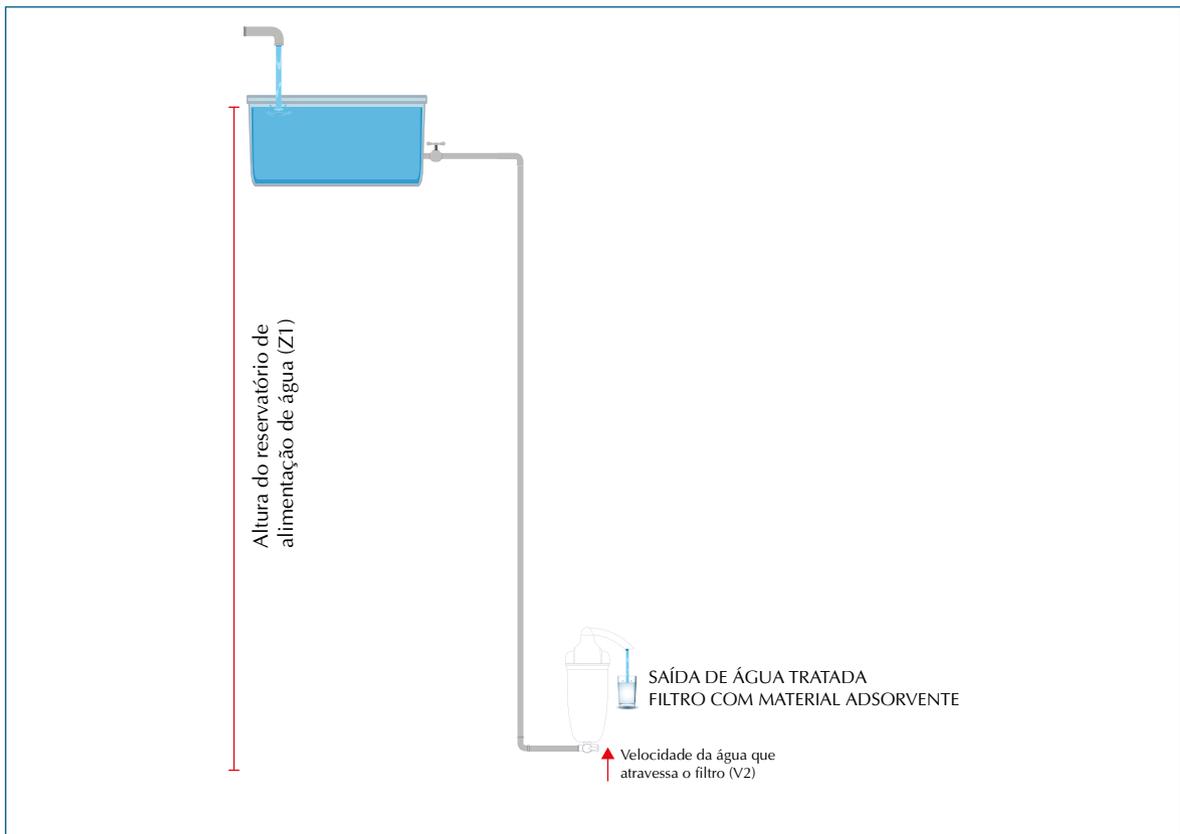


Figura 5 – Esquema do sistema de fluxo contínuo.

A altura do reservatório em relação à torneira foi calculada de tal forma a termos a vazão adequada que passará pelo filtro. Os cálculos estão apresentados a seguir:

A velocidade V_2 deve ser adequada para que seja respeitada a vazão máxima do filtro descrita pelo fabricante. Para isso, foi desenvolvido o sistema de fluxo de água com alimentação por gravidade (adução por gravidade) onde a altura necessária Z_1 do reservatório foi calculada.

Equações:

Continuidade:

$$Q = V.A$$

Q = Vazão (m^3/s)

V = Velocidade (m/s)

A = área (m^2)

Bernoulli:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_p$$

$\frac{v^2}{2g}$ = energia cinética (força viva para o peso unitário)

$\frac{p}{\gamma}$ = energia de pressão ou piezométrica

z = energia de posição ou potencial

h_p = Perda de carga localizada + Perda de carga distribuída

Cálculos:

Q = Vazão (m^3/s)

V = Velocidade (m/s)

A = área (m^2)

$Q = 0,8 \text{ l/min} = 1,34 \times 10^{-5} \text{ m}^3/s$

Diâmetro para uma tubulação de $3/4 \text{ in} = 25 \text{ mm}$

Área para uma tubulação de $3/4 \text{ in} = 4,9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$V = 0,027 \text{ m/s}$

Na equação de Bernoulli, Z_1 é a variável a ser encontrada, pois configura-se a altura do reservatório com a capacidade de gerar a velocidade V_2 de saída solicitada no filtro.

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_p$$

Perda de carga (h_p) para dois joelhos de 90° (tabelado) de PVC

Obs: Para perda de carga distribuída os valores calculados foram insignificantes.

$$z_1 = 2,4m$$

A Figura 6 apresenta o esquema do sistema com as suas respectivas cotas e dimensões e a Figura 7 a foto do sistema montado.

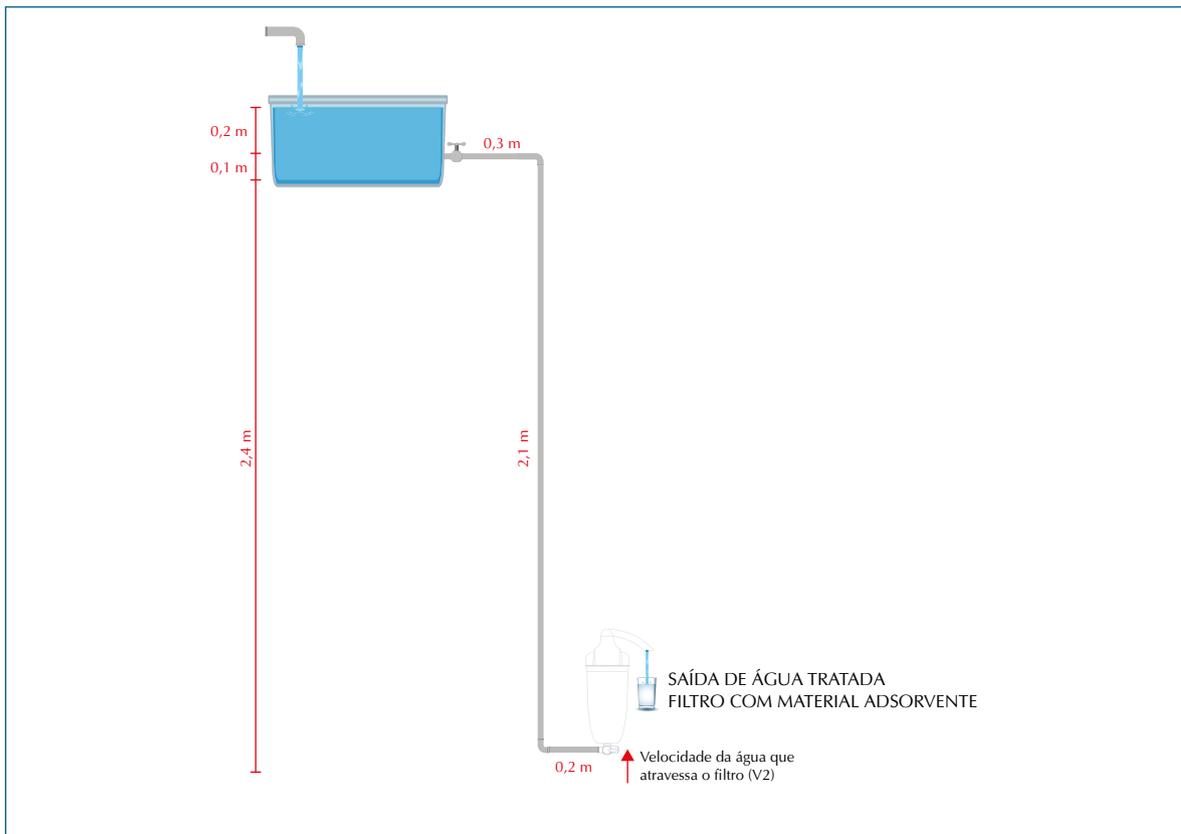


Figura 6 – Esquema do sistema de fluxo contínuo com as respectivas dimensões.



Figura 7 – Foto do sistema de fluxo contínuo montado.

4. Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

4.1 Síntese dos materiais

Os materiais sintetizados foram caracterizados por diversas técnicas complementares e suas propriedades avaliadas, sendo que esses resultados de forma mais detalhada se encontram no Relatório Final. Não serão apresentados aqui por priorizarmos os resultados de remoção de nitratos e fluoretos.

4.2 Testes preliminares de adsorção de nitratos e fluoretos em batelada

Os testes de adsorção de fluoretos já haviam sido estudados por nosso grupo e estão publicados nos trabalhos de Detoni *et al.*, 2007 e Batistella *et al.*, 2011. Esses estudos mostraram que o material mais eficiente para a remoção de fluoretos é a hidrotalcita, que são hidróxidos duplos lamelares (HDL) à base de Al e Mg.

A seguir se apresentam os resultados de um estudo de adsorção de nitratos empregando os HDL sintetizados e, posteriormente, serão apresentados testes de adsorção com os outros materiais preparados pelo grupo.

4.2.1 Cinética de adsorção de íons nitrato empregando os HDLs

Os resultados de cinética de adsorção apontaram que as amostras de adsorvente utilizadas apresentam um rápido poder de remoção do ânion em questão. Sendo assim, a saturação foi atingida em um intervalo de tempo pequeno. Logo, ensaios com intervalos de tempo maior (>4h) foram considerados irrelevantes, uma vez que refletiriam continuidade do equilíbrio atingido em intervalos de tempo inferiores.

A Figura 8 ilustra graficamente os resultados dos ensaios de adsorção para a amostra MgAl 2,5. Conforme já comentado, o processo de saturação do adsorvente se sucedeu de forma rápida. Já com tempo de contato igual a 5 minutos praticamente obtiveram-se os mesmos resultados que nos demais intervalos de tempo de contato. Comparando-se com a quantidade máxima adsorvida, no tempo de contato de 30 minutos, os resultados foram inferiores em pouco mais de 2%. A Tabela 3 ilustra as quantidades de adsorvente removidas durante esse estudo, expressadas na Figura 8.

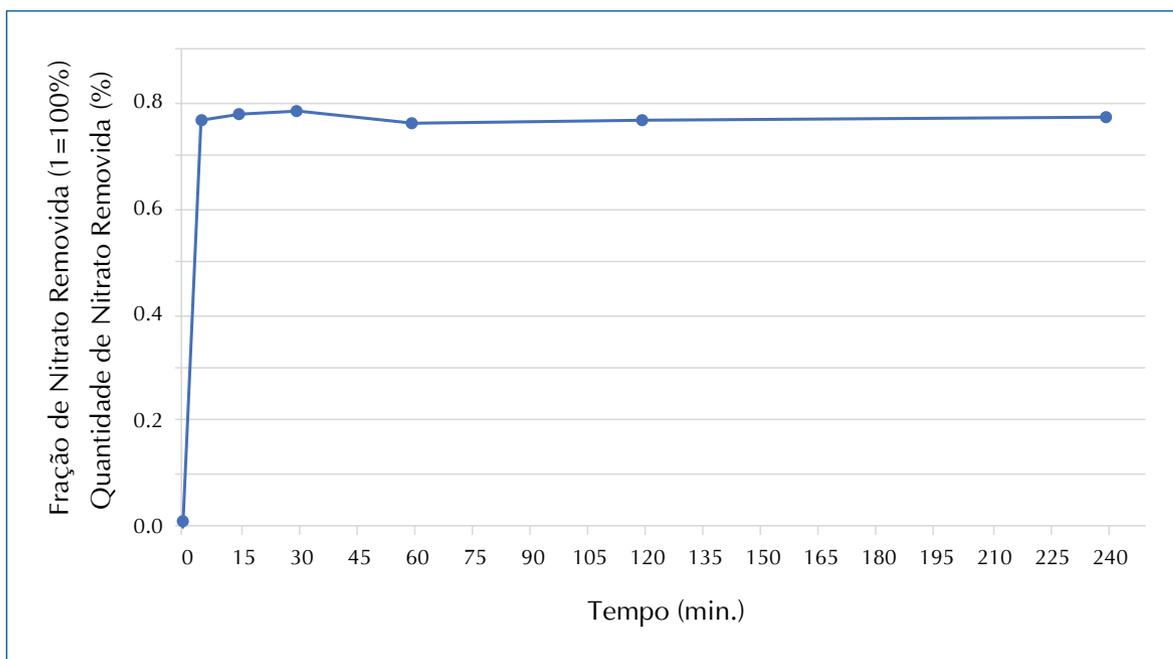


Figura 8 – Cinética de Remoção de Nitrato pela Amostra MgAl_{2,5}.

Tabela 3 – Quantidade de Nitrato Removida Pela Amostra MgAl_{2,5}

Tempo (Min)	Remoção (%)
0	0
5	76,8
15	77,8
30	78,5
60	76,4
120	76,8
240	77,5

Os ensaios com o adsorvente ZnAl_{2,5} se processaram de maneira similar se comparados à amostra MgAl_{2,5}, ou seja, de forma rápida. O adsorvente atingiu sua capacidade adsorviva máxima em um curto intervalo de tempo. Portanto, intervalos de tempo de contato maiores que 4 horas também não foram testados. Contudo, a dinâmica de adsorção de ânion nitrato para ZnAl_{2,5} não obedeceu em nenhum momento a um mecanismo cinético específico, como no caso da amostra MgAl_{2,5}. Logo, a obtenção de parâmetros cinéticos (ordem de reação, constante de velocidade) não puderam ser obtidos, pois não apresentariam confiabilidade. A Figura 9 mostra a cur-

va da cinética de adsorção de ânion nitrato pela amostra ZnAl_{2,5} e a Tabela 4 ilustra os dados plotados no gráfico disposto na Figura 9.

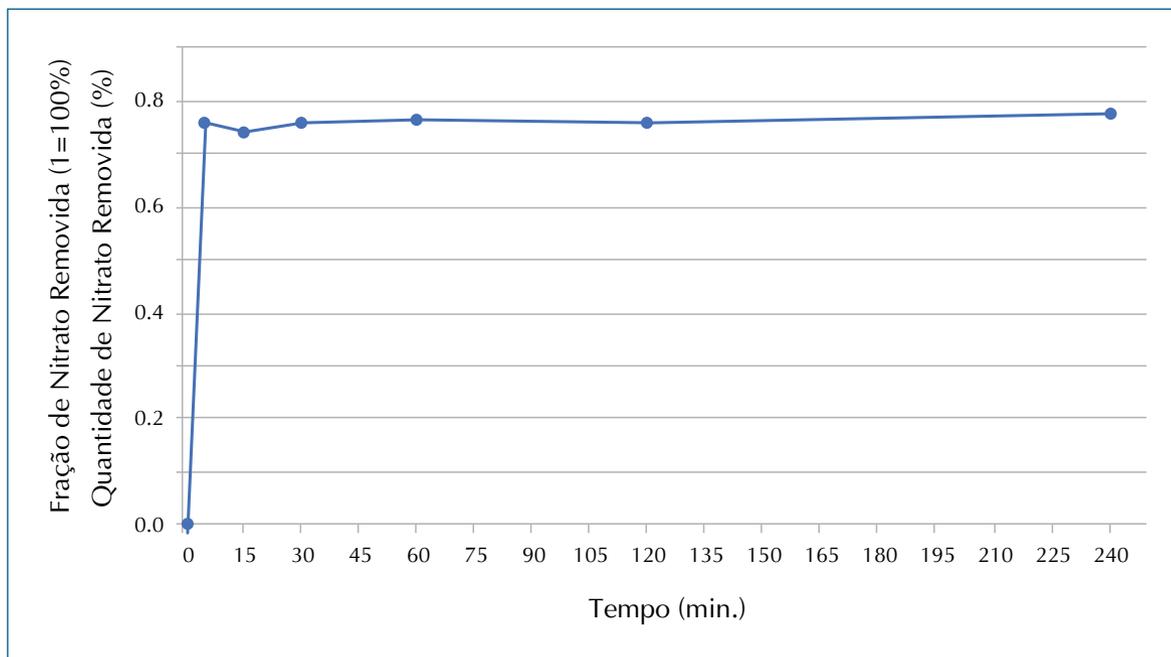


Figura 9 – Cinética de Remoção de Nitrato pelo adsorvente ZnAl_{2,5}.

Tabela 4 – Dados da cinética de remoção de ânion nitrato por ZnAl_{2,5}

Tempo (Min)	Remoção (%)
0	0
5	77,0
15	75,4
30	77,3
60	78,1
120	77,5
240	78,9

Para as amostras calcinadas sob uma dinâmica de temperatura de 20°C/min., observam-se curvas cinéticas com algumas particularidades diferenciáveis das amostras calcinadas a 2,5°C/min. As amostras calcinadas a 20°C/min atingem a fase óxido em temperaturas inferiores do que as calcinadas em 2,5°C/min. Sendo assim, os adsorventes utilizados apresentavam, quando calcinados a 20°C/min, uma fase mais pura de óxido, sendo a presença de mais sítios adsorptivos decorrente da perda do ânion estabilizador de carga do HDL precursor.

A Figura 10 ilustra a curva cinética de adsorção das amostras MgAl20 e ZnAl20. Conforme ilustrado, as amostras calcinadas a 20°C/min. apresentaram uma rapidez comparável às amostras calcinadas a 2,5°C/min., inclusive com eficiência similar em um curto intervalo de tempo. Contudo, ao contrário das amostras calcinadas a 2,5°C/min., que adsorveram o nitrato rapidamente e logo atingiram a saturação, as amostras MgAl20 e ZnAl20 atingiram a saturação em intervalos de tempo de contato mais longo, apresentando uma remoção de nitrato quase 10% superior no ponto de saturação. A Tabela 5 apresenta os dados ilustrados na Figura 10.

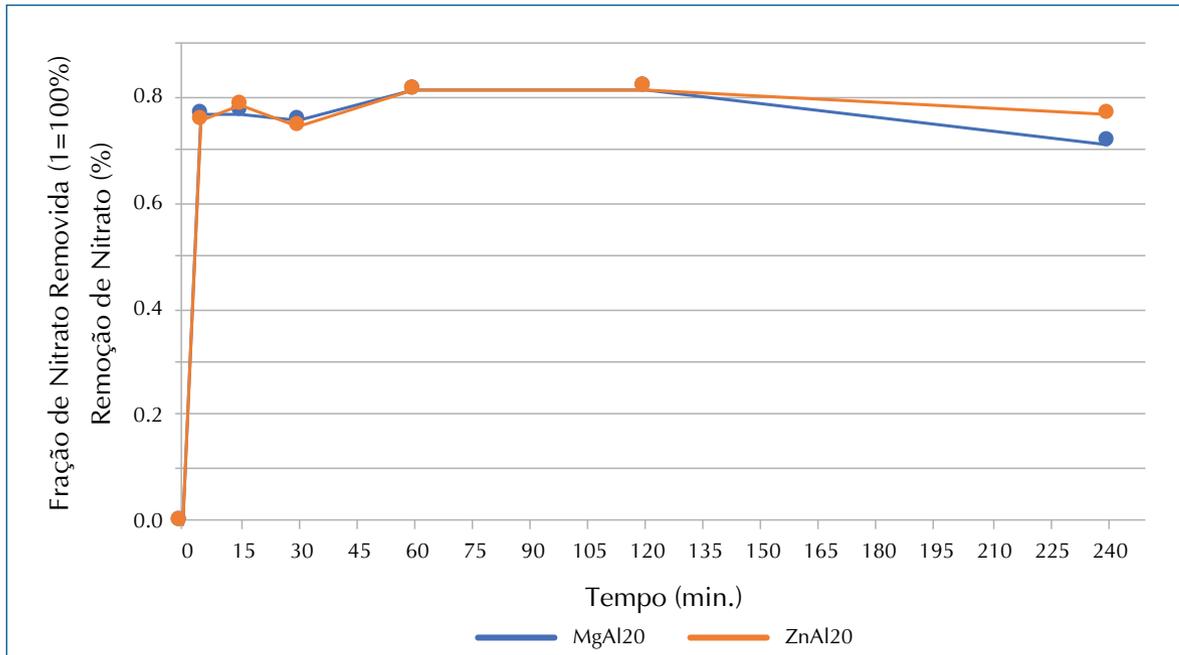


Figura 10 – Cinética de remoção de nitrato pelas amostras MgAl20 e ZnAl20.

Tabela 5 – Quantidade de Nitrato Removida pelas amostras MgAl20 e ZnAl20

Tempo (Min)	Remoção MgAl 20 (%)	Remoção ZnAl 20 (%)
0	0	0
5	77,1	76,0
15	77,5	78,8
30	76,0	74,8
60	81,8	81,7
120	82,0	82,0
240	71,7	77,1

A Figura 11 ilustra um comparativo das curvas cinéticas de remoção de nitrato pelas amostras utilizadas nesse estudo. Conforme pode ser visualizado, todas as amostras apresentaram uma dinâmica de adsorção semelhante no tempo de contato de 5 minutos, com rápida adsorção de quantidades entre 76 e 77% de remoção de nitrato nesse curto espaço de tempo.

Conforme comentado anteriormente, as amostras calcinadas a 20°C/min apresentaram um maior poder de adsorção, que, contudo, foram obtidos em intervalos de tempo superiores. Sendo assim, temos um paralelo quanto aos materiais adsorventes, ou seja, nem a composição nem as dinâmicas de calcinação apresentaram influência na cinética instantânea de adsorção, pois todos os materiais adsorventes, considerando o menor intervalo de tempo estudado, apresentam praticamente a mesma eficiência. Contudo, o poder máximo de adsorção é influenciado pela dinâmica de calcinação dos materiais, uma vez que os materiais calcinados em razão de aquecimento de 20°C/min apresentam um poder de adsorção cuja superioridade aproxima-se de 10% na eficiência, mas tal potencial é atingido em intervalos de tempo altos, considerando-se o fato de que >70% de nitrato é removido em apenas 5 minutos de contato.

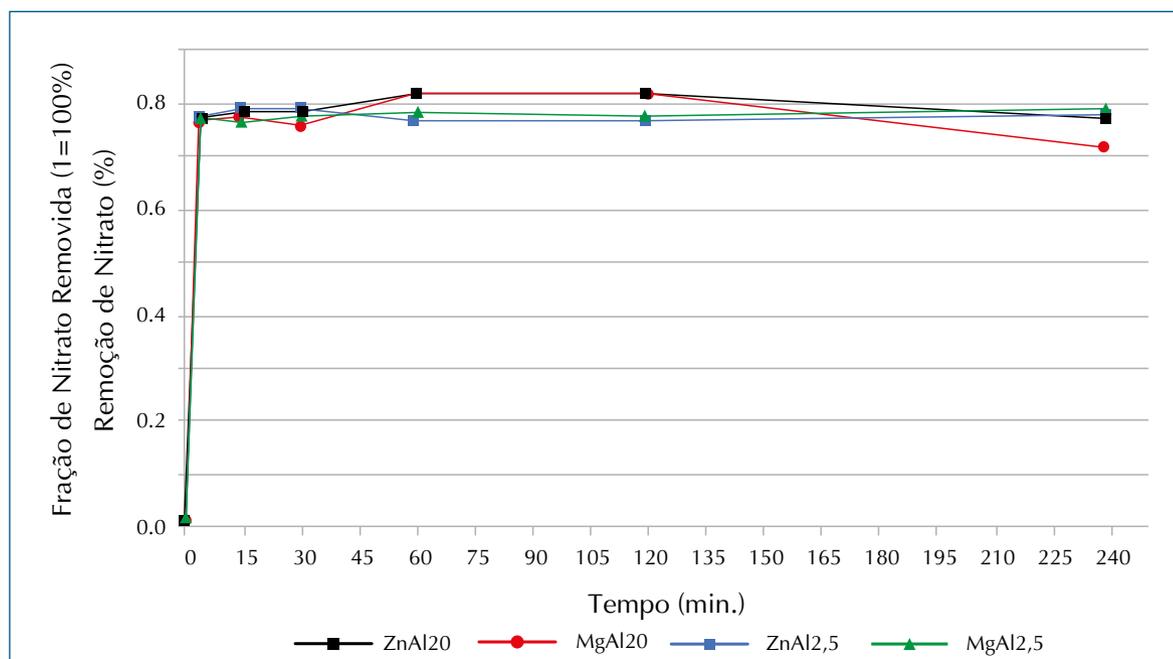


Figura 11 – Cinética de Remoção de Nitrato pelas amostras utilizadas nesse estudo.

4.2.2 Regeneração e aplicação do adsorvente em processos sucessivos

Para evidenciar a propriedade de reutilização do adsorvente em processos sucessivos, amostras do HDL Zn-Al foram submetidas ao processo de regeneração, que consiste na calcinação do material após o ensaio de adsorção de nitratos. A Figura 12 mostra os dados obtidos nessa etapa do estudo.

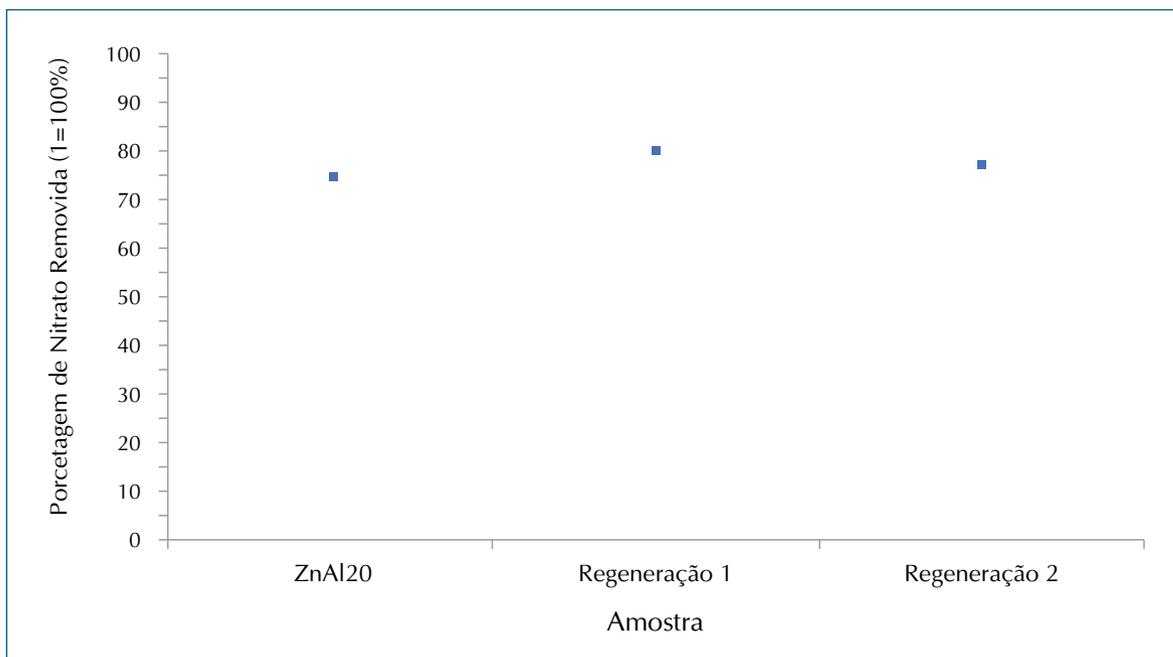


Figura 12 – Remoção de Nitrato pelo Adsorvente Regenerado.

Os dados ilustrados na Figura 12 apontam que o material não perdeu capacidade adsorptiva com os processos de adsorção-regeneração-adsorção. Tais resultados indicam que o adsorvente manteve o potencial similar em todas as etapas empreendidas.

4.2.3 Adsorção de Nitratos Empregando Outros Materiais

Na cinética de adsorção para todos os materiais a concentração utilizada inicialmente foi de 1000 mg/L. A bentonita, a vermiculita natural, hidrofobizada e tratada com microemulsão demonstraram que o melhor tempo de trabalho foi de 2 horas. O material hidrofobizado utilizado foi com 10% de cera de carnaúba (Figura 13). O estudo cinético demonstra que os melhores resultados foram obtidos com os materiais tratados superficialmente com microemulsão.

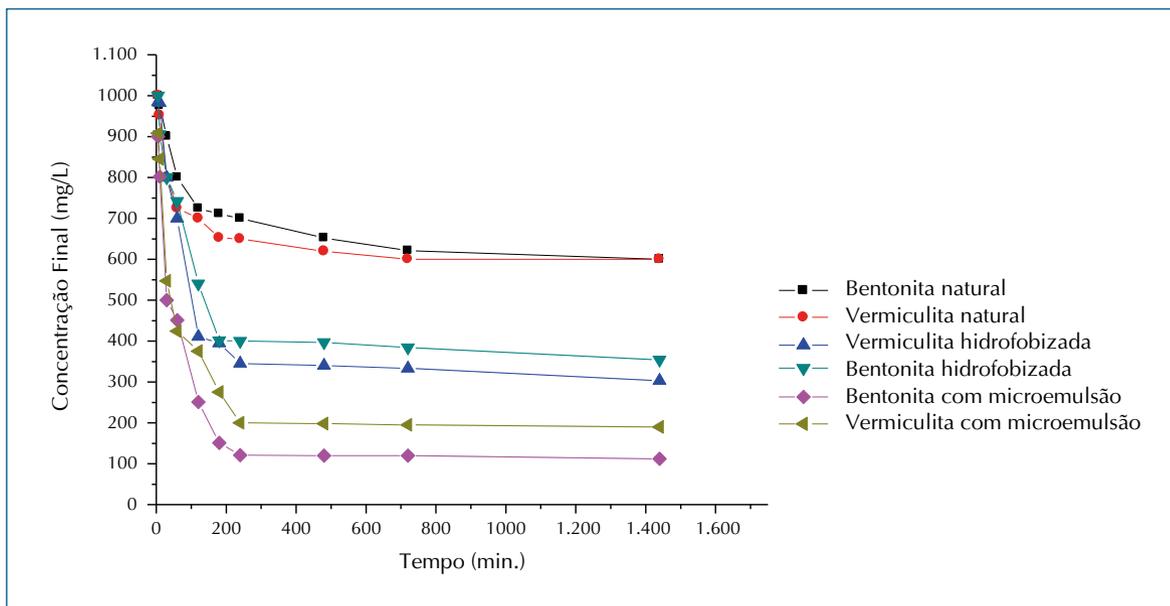


Figura 13 – Cinética de adsorção da bentonita e vermiculita natural e tratadas.

Também se realizou um estudo da adsorção de nitratos empregando três aluminas comerciais denominadas aluminas ácidas, básicas e neutras. Essa denominação é devida ao pH de preparo desses materiais e propriedades superficiais dos mesmos.

Para esses ensaios se empregou uma solução de 700ppm de nitrato. O experimento foi realizado da seguinte forma: em 100mg da alumina (ácida, básica ou neutra) foram adicionados 50mL da solução de 700ppm de nitrato. Esse sistema ficou em agitação em uma mesa orbital por diferentes tempos de 30 minutos até 48 horas. Cada tempo foi um ensaio separado. Depois de transcorrido o tempo, as suspensões foram filtradas e o líquido reservado para análise. Os líquidos foram diluídos 100 vezes e analisados no Espectrofotômetro de UV-Vis no comprimento de onda de 220nm. Os resultados são apresentados na Figura 14.

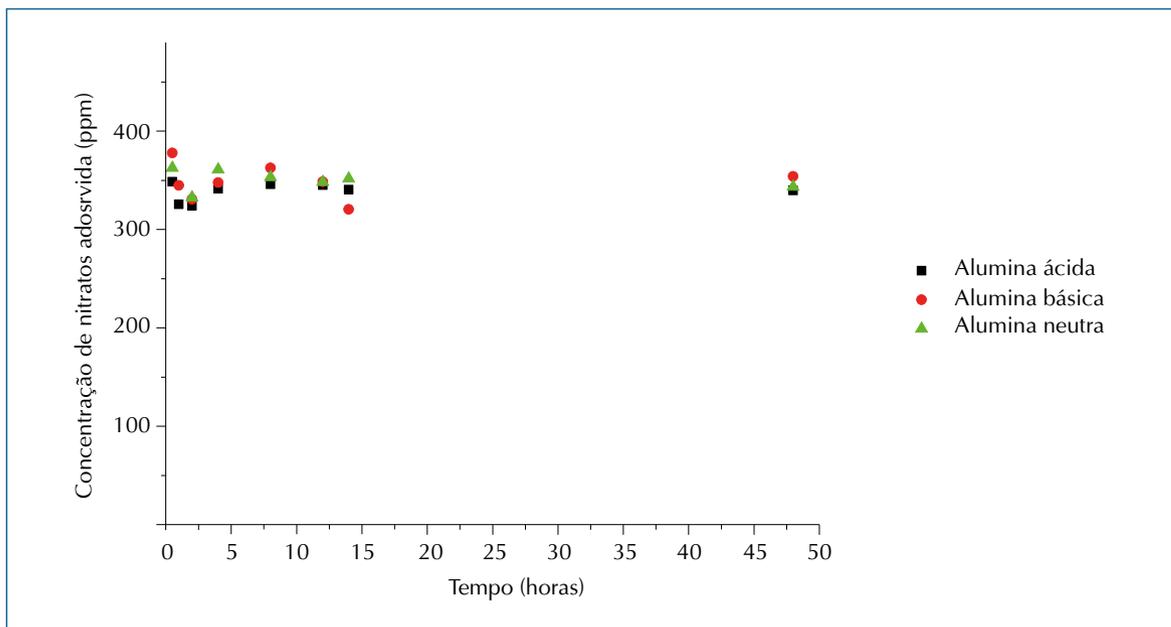


Figura 14 – Testes de adsorção de nitrato em aluminas.

Observa-se que as aluminas já em 30 minutos adsorvem uma quantidade considerável de nitratos (aproximadamente 350ppm, que corresponde a aproximadamente 50% de remoção) e que tempos posteriores não incrementam essa capacidade de adsorção. Isso indica que tempos maiores que 30 minutos não são necessários, uma vez que já se alcançou o equilíbrio em 30 minutos.

Outra observação que se obtém desses experimentos é que as aluminas adsorvem de forma similar independentemente se possuem características ácidas, básicas ou neutras, nos tempos estudados.

4.3 Remoção de nitratos por processos eletroquímicos

O processo eletroquímico foi realizado utilizando eletrodos de DDB como ânodo e Cu como eletrodo de trabalho em diferentes condições, considerando mesmo volume (300mL) e mesma concentração de nitrato (30ppm), alterando as densidades de correntes (3,13mAcm⁻², 6,25 mAcm⁻² e 12,50 mAcm⁻²) assim como as distâncias dos eletrodos, durante três horas. As Figuras 15, 16 e 17 mostram os resultados obtidos para distâncias dos eletrodos de 1 cm, 2 cm e 4 cm, respectivamente.

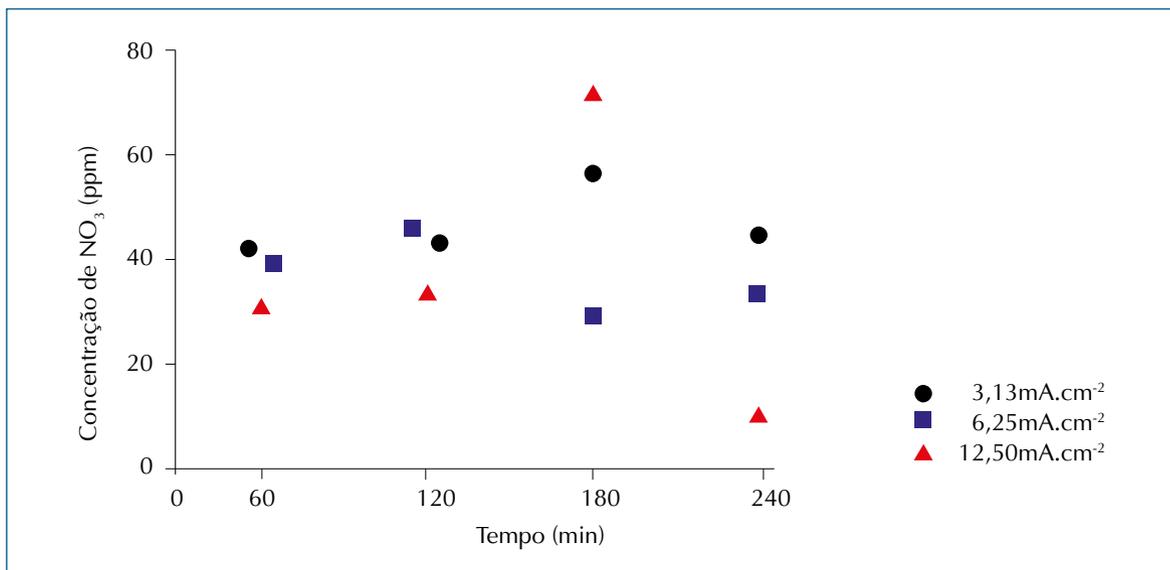


Figura 15 – Concentração de nitrato em função do tempo durante três horas de redução eletroquímica utilizando diferentes densidades de corrente (3,13 mAcm⁻², 6,25 mAcm⁻² e 12,50 mAcm⁻²) e voltagens (13V, 25V e 28 V) respectivamente. Condições operacionais: Eletrólito: 0,25 mol.L⁻¹ Na₂SO₄. Temperatura: 25°C, agitação: 25% (500 rpm), cátodo: Cobre. Distância entre os eletrodos: 1 cm.

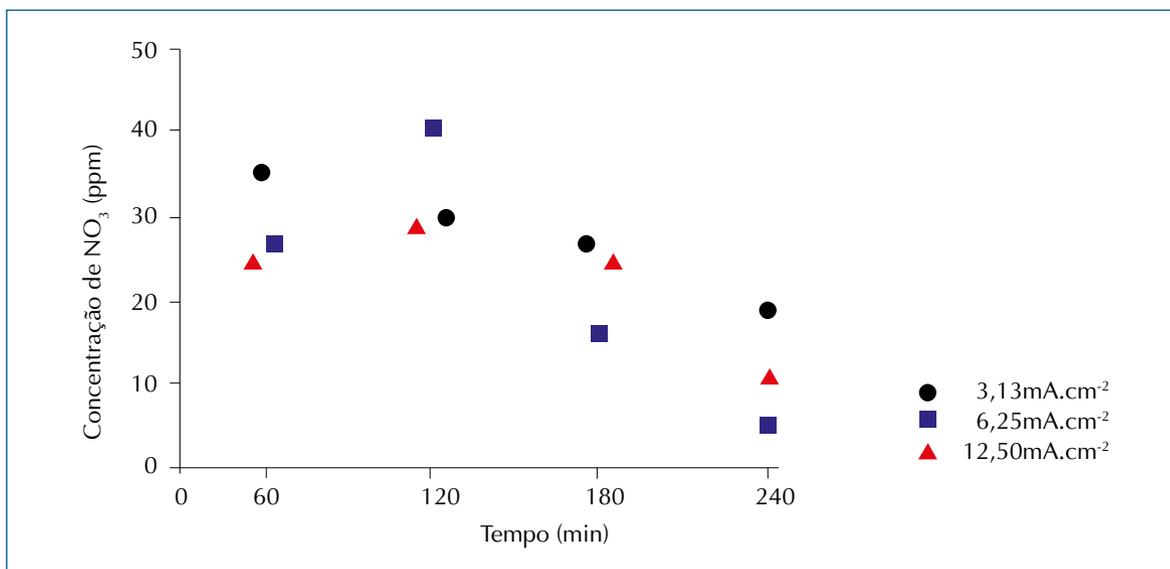


Figura 16 – Concentração de nitrato em função do tempo durante três horas de redução eletroquímica utilizando diferentes densidades de corrente (3,13 mAcm⁻², 6,25 mAcm⁻² e 12,50 mAcm⁻²) e voltagens (13V, 25V e 28 V) respectivamente. Condições operacionais: Eletrólito: 0,25 molL⁻¹ Na₂SO₄. Temperatura: 25°C, agitação: 25% (500 rpm), cátodo: Cobre. Distância entre os eletrodos: 2 cm.

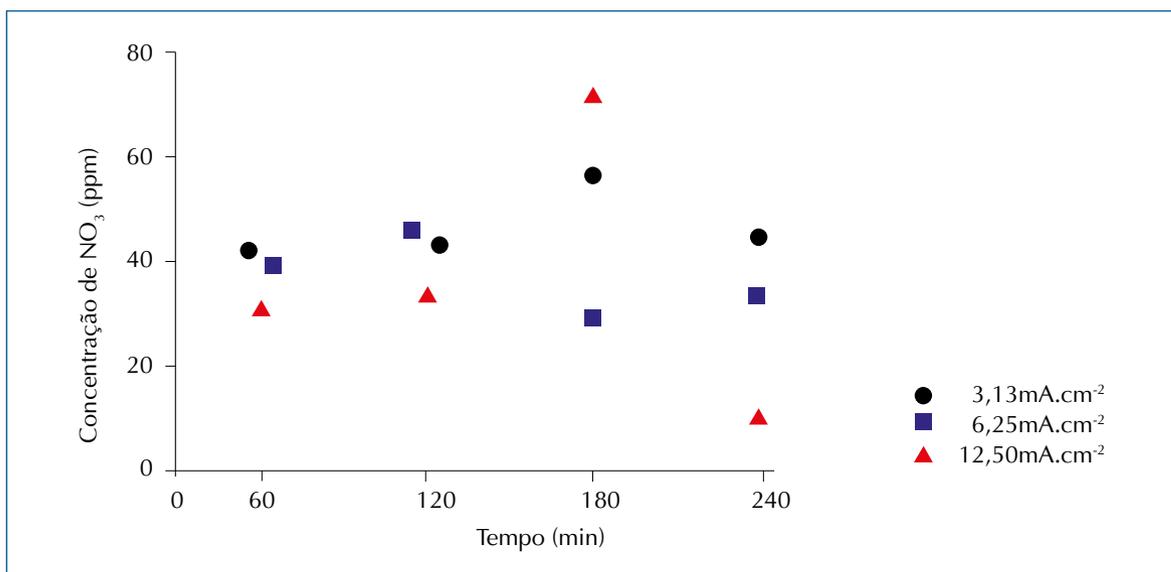


Figura 17 – Concentração de nitrato em função do tempo durante três horas de redução eletroquímica utilizando diferentes densidades de corrente (3,13 mAcm⁻², 6,25 mAcm⁻² e 12,50mAcm⁻²) e voltagens (13V, 25V e 28 V) respectivamente. Condições operacionais: Eletrólito: 0,25 molL⁻¹ Na₂SO₄. Temperatura: 25°C, agitação: 25% (500 rpm), cátodo: Cobre. Distância entre os eletrodos: 4cm.

Os resultados obtidos, em termos de porcentagem, para a remoção eletroquímica de nitratos quando aplicadas diferentes densidades de corrente, distância entre os eletrodos usando DDB (ânodo) e Cu (cátodo) são apresentados na Tabela 6 e Figura 18.

Tabela 6 – Redução de nitrato em termos percentuais

Condições	1 cm	2 cm	4 cm
3,13 mAcm ⁻²	0%	45,90%	57,83%
6,25 mAcm ⁻²	15,21%	80%	44,92%
12,50 mAcm ⁻²	66,78%	54,84%	0%

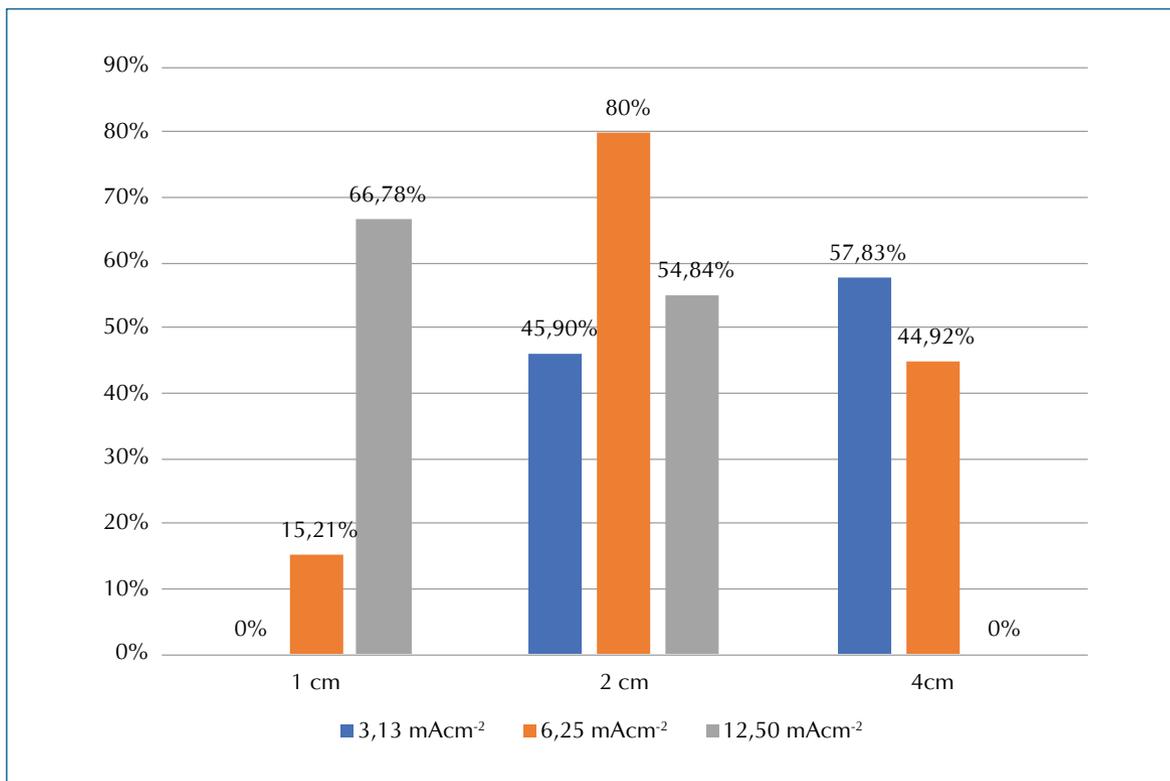


Figura 18 – Redução eletroquímica da concentração de nitrato (%) em função do tempo (3h) e da distância dos eletrodos de DDB e Cu.

Os resultados obtidos no processo eletroquímico quando aplicadas diferentes densidades de corrente, distância entre os eletrodos usando DDB (ânodo) e Cu (cátodo), foram satisfatórios, mostrando que o método é eficiente para remoção do íon nitrato. Verificou-se que o aumento da densidade de corrente e a distância dos eletrodos influenciam na remoção de nitrato. Por exemplo, quando se aplicou a densidade de corrente de 6,25 mAcm⁻² a uma distância de 2 cm dos eletrodos houve a maior porcentagem de remoção do contaminante observada em 180 minutos. Entretanto, pode-se considerar que as melhores eficiências de remoção podem ser consideradas quando uma distância de 2 cm foi adotada, independentemente da densidade de corrente aplicada (Figura 18).

A fim de avaliar as propriedades eletrocatalíticas dos eletrodos usados como cátodo, a remoção de nitratos foi desenvolvida usando DDB como cátodo e ânodo, na célula eletroquímica de tipo *batch*, aplicando as densidades de corrente de 6,25, 12,50 e 25 mAcm⁻². A Figura 19 mostra os resultados obtidos quando a remoção de nitratos foi efetuada usando um cátodo de DDB, indicando que a 12,5 mAcm⁻² uma melhor remoção de nitratos é atingida, até aproximadamente 60 min. de tratamento.

Quando se aplica densidade de corrente de 25 mAcm^{-2} é observado que a evolução de H_2 é favorecida no cátodo, ocorrendo uma mínima eletrorredução do NO_3^- na superfície do DDB. A máxima eficiência obtida foi de 25% após 120min de eletrólise, em $12,5 \text{ mAcm}^{-2}$ (Figura 19). Cabe ressaltar que esses experimentos foram desenvolvidos quando 2 cm foi a distância de separação entre os eletrodos de DDB, ânodo e cátodo, aplicando as mesmas condições experimentais de quando foi usado o cátodo de Cu. Assim, quando comparados os resultados da Figura 19 com os resultados obtidos com o cátodo de Cu (Figura 18), é evidente que o eletrodo de Cu tem propriedades eletrocatalíticas que favorecem uma redução dos nitratos dissolvidos com maior eficiência.

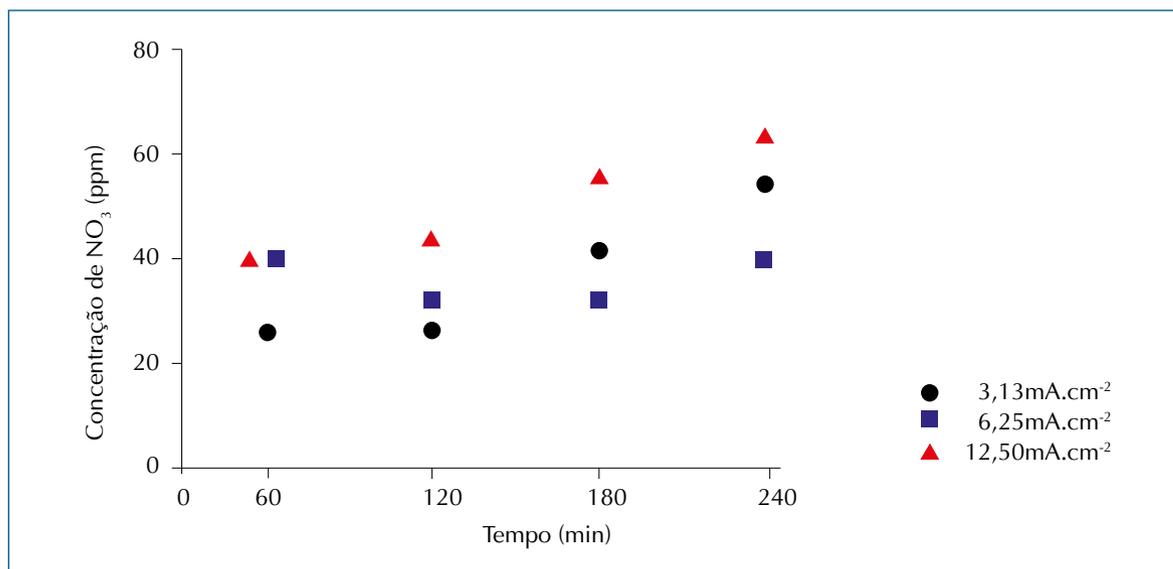


Figura 19 – Conversão na concentração de nitrato em função do tempo (3h) com eletrodos de DDB para cátodo e ânodo.

Por outro lado, segundo a literatura os eletrodos de diamante têm propriedades eletrocatalíticas que dependem da relação de sítios sp^3/sp^2 na superfície do eletrodo. Quando os eletrodos de diamante são sintetizados mediante a técnica de deposição a vapor, impurezas de grafite podem ser identificadas quando a caracterização dos filmes sintéticos é desenvolvida. Diante disso, os eletrodos de diamante foram trocados de posição mantendo-se as mesmas condições, ou seja, os mesmos parâmetros no processo. A Figura 20 ilustra os resultados obtidos, sendo que a concentração de nitratos aumentou significativamente no decorrer do tempo de eletrólise. Esse comportamento é devido ao fato de que o nitrato reduzido é oxidado no ânodo, favorecendo a produção de nitratos a partir dos intermediários gerados durante a redução (Figura 21).

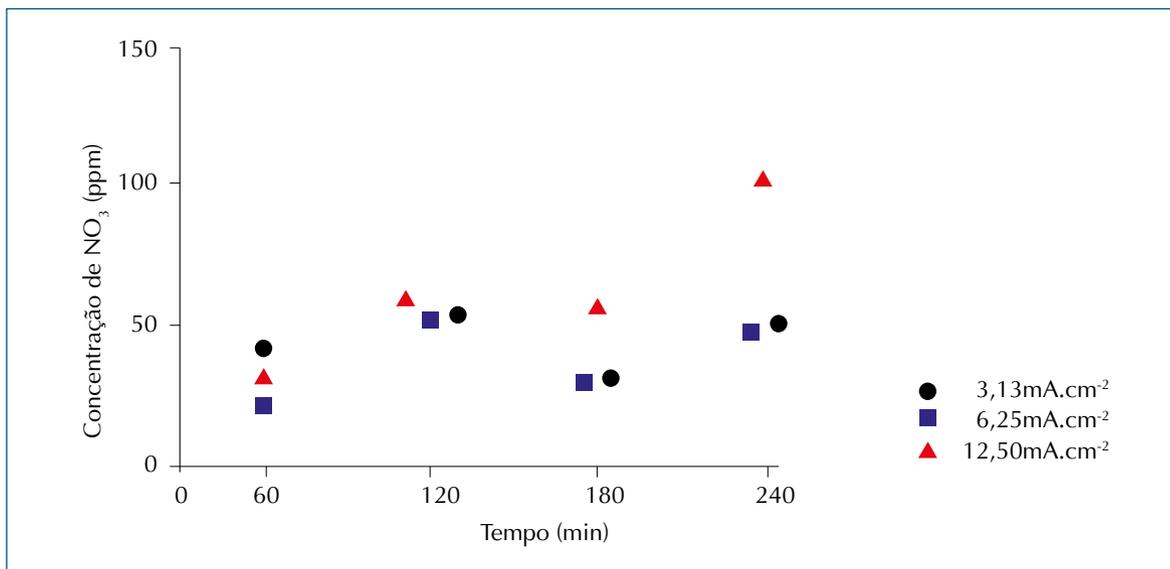


Figura 20 – Conversão na concentração de nitrato em função do tempo (3h) com eletrodos de DDB para cátodo e ânodo (modo inverso).

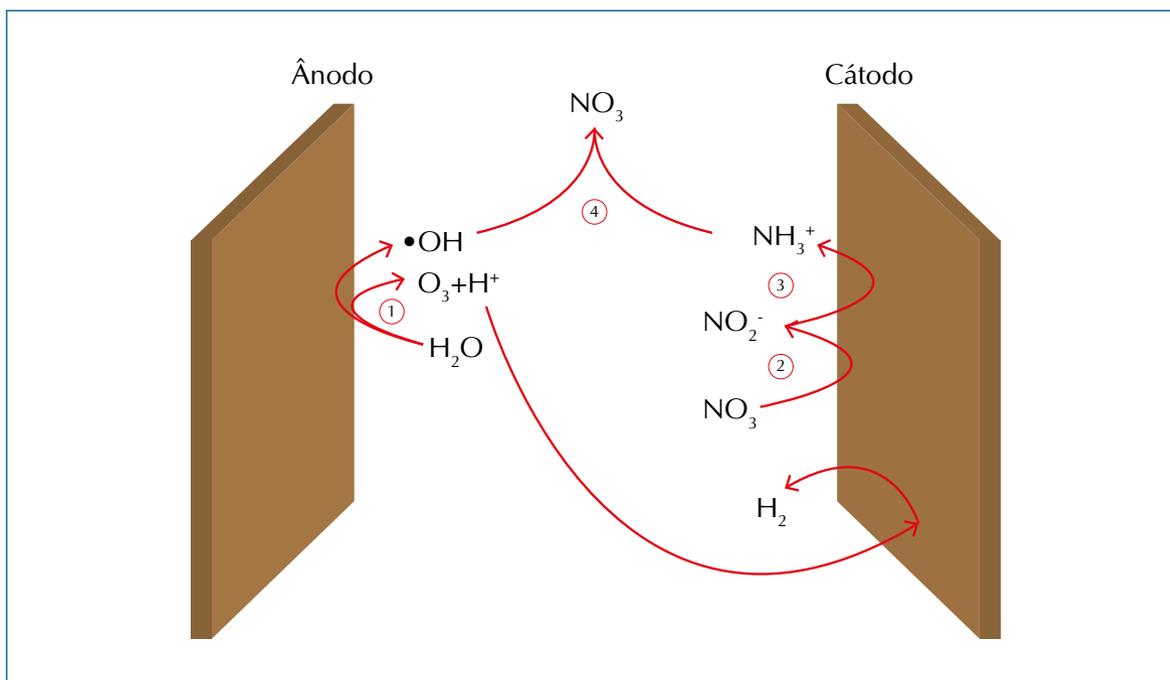


Figura 21 – Representação esquemática do processo de remoção de nitratos através da redução eletroquímica utilizando o cobre como cátodo. No ânodo ocorre a eletrólise da H_2O (1), no cátodo, o nitrito é transformado em nitrato (2), o excesso da produção do íon NH_3^+ (3) e radicais $\bullet OH$ favorece a regeneração do NO_3^- (4).

Os resultados obtidos indicaram que a concentração de nitrato presente na amostra decai nos primeiros minutos de eletrólise produzindo alguns compostos nitrogenados, principalmente nitrito (NO_2^-). Porém, para maiores intervalos de tempo, essa reação é revertida e a concentração de NO_3^- começa a aumentar e, conseqüentemente, a concentração de NO_2^- é diminuída. Esse comportamento indica que o nitrato, ainda existente em solução, não continua sendo reduzido a nitrito, possivelmente devido à presença de outros compostos nitrogenados como NH_3 , NH_2OH , N_2 e NO_x , que podem limitar a eletrorredução do nitrato na superfície do Cu, como relatado na literatura (DE VOOYS, VAN SANTEN & VAN VEEN VOOYS, 2000).

No caso da eletrorredução de nitrato utilizando densidades de correntes baixas, o processo foi satisfatório quando medidas as concentrações de nitrato. Porém, quando foi aplicada uma densidade de corrente alta, a remoção de nitrato foi insatisfatória devido à produção excessiva de O_2 e radicais $\bullet\text{OH}$ no ânodo que reage com o NH_3 produzido no cátodo, favorecendo a regeneração do nitrato.

4.3.1 Consumo energético e estimativas de custos

Através do potencial médio da célula eletroquímica foi feita uma breve estimativa (Tabela 7) do consumo de energia nas condições que obtiveram melhor porcentagem de remoção de nitrato, levando em consideração que a distância entre os eletrodos foi um parâmetro determinante na remoção.

Tabela 7 – Estimativa de custos operacionais no processo eletroquímico

Eletrodos	Densidade de Corrente (Acm^{-2})	Voltagem (V)	Consumo de Energia (kWh dm^{-3})	Custo (Moeda Brasileira) (R\$)
DDB/Cu	3,13	13	0,0065	0,0019
DDB/Cu	6,25	25	0,025	0,0075
DDB/Cu	12,5	28	0,056	0,0168

4.4 Ensaios em fluxo contínuo

Os ensaios visaram identificar características de um sistema para que a água esteja dentro dos padrões estipulados pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, que trata da “qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”. Para nitratos, a portaria estabelece o valor máximo permitido de 10mg.L^{-1} .

Tomando como ponto de partida a utilização dos dados encontrados em ensaios de bateladas, para a hidrotalcita a capacidade máxima de adsorção para Nitratos foi de 400mg por grama de HDL.

Como a densidade da hidrotalcita é 2,18 g/cm³ e o volume necessário para preencher o filtro é 98,13 cm³, a massa utilizada de Hidrotalcita foi 213,93 g.

Com a massa do adsorvente, a vazão máxima de projeto de 0,8L/min e os ensaios em bateladas foi calculada a capacidade teórica de eficiência.

Então é possível modelar matematicamente para estipular o tempo de uso do filtro para nitratos com base na concentração inicial:

$$\text{Tempo de uso do filtro (horas)} = \frac{400}{C_o \times 0,2 \times 0,8} \times 213,93h$$

Onde C_o = Concentração inicial (mg.L⁻¹)

Os ensaios com o sistema de fluxo contínuo montado (Figura 7) confirmaram os valores teóricos estipulados e o desempenho da hidrotalcita em ensaios de bateladas. Em aproximadamente 5 minutos de ensaio a eficiência de 80% foi atingida e a aplicação do modelamento matemático pôde ser desenvolvida.

Vale salientar que o tempo encontrado para o filtro não leva em consideração a possibilidade de regeneração do sólido adsorvente. Incorporando etapas de regeneração, como demonstrado pelos ensaios em bateladas, toda a capacidade de adsorção do HDL ficará disponível e assim poderá ser utilizada novamente pela quantidade de tempo calculado.

5. Conclusão

O projeto foi realizado como proposto e com acresces. Inicialmente foram realizadas as sínteses de diversos adsorventes e testados na adsorção de nitratos. Em trabalhos anteriores do grupo já havia sido feito um *screening* de materiais para fluoretos.

Vários materiais foram sintetizados, caracterizados e testados na adsorção de nitratos. Os materiais empregados foram:

- Bentonita natural.
- Bentonita hidrofobizada com cera de carnaúba.
- Bentonita tratada com quitosana.
- Bentonita tratada superficialmente com microemulsão.

- Vermiculita natural.
- Vermiculita hidrofobizada com cera de carnaúba.
- Vermiculita tratada com quitosana.
- Vermiculita tratada superficialmente com microemulsão.
- Quitosana.
- Paligoskita.
- Carvão ativado de pinhão.
- Carvão ativado.
- Aluminas.
- Hidrocalciltas (três tipos).
- MCM-41.
- SBA-15.
- Zeólitas.

Para determinação dos melhores tempos e concentrações foram realizados ensaios cinéticos em diversos tempos e isotermas de adsorção, facilitando assim a escolha do melhor adsorvente para a confecção dos filtros.

Através dos resultados apresentados observou-se que os adsorventes mais promissores são os compostos do tipo hidrotalcitas (hidróxidos duplos lamelares – HDL) e os mesmos foram utilizados para os filtros no sistema contínuo para ser empregado em uso doméstico.

Também foram realizados estudos de tratamento eletroquímico, que foi muito eficiente e chega-se à conclusão que é um processo que também pode ser empregado para o tratamento de águas com nitratos. Esse processo pode ser usado sozinho ou acoplado a um processo adsortivo.

6. Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa e indicativo de custos

O adsorvente tipo hidrotalcita é de fácil síntese e pode ser empregado em sistemas de purificação de água como meio filtrante. No modelo desenvolvido, aproximadamente 214g de adsorvente (carga do purificador) conseguem tratar adequadamente a água contaminada com nitratos. Porém, deve-se atentar à necessidade do atendimento das portarias vigentes de potabilidade e não devem ser utilizados os filtros sem a observação dos aspectos funcionais relacionados com a identificação das concentrações de partida e vazão de funcionamento.

Deve ser evidenciado que o adsorvente poderá ser trocado ou regenerado por calcinação. Os custos envolvidos para a confecção de um filtro semelhante giram em

torno de R\$ 80,00. Porém, alguns pequenos custos adicionais podem ser necessários para manter a vazão adequada para funcionamento.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Informações Técnicas. Tarifas Residenciais. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>. Acesso em jun 2013.

ALMEIDA, M., FRADE, P., CAMPANTE, H., MARQUES, J. C. e CORREIA, A. M. S. Redução do teor de flúor nos efluentes gasosos da indústria cerâmica. *Cerâmica Industrial*, v. 6, n. 3, p. 7-13, 2001.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. 20^a ed. Washington (DC): APHA; 1999.

AYOOB, S.; GUPTA, A. K. Insights into isotherm making in the sorptive removal of fluoride from drinking water. *Journal of Hazardous materials*, v. 152, n. 3, p. 976-985, 2008.

AYOOB, S.; GUPTA, Ashok K. Sorptive response profile of an adsorbent in the defluoridation of drinking water. *Chemical Engineering Journal*, v. 133, n. 1, p. 273-281, 2007.

BATISTELLA, L.; VENQUIARUTO, L. D.; DI LUCCIO, M.; OLIVEIRA, J. V.; PERGHER, S. B. C.; MAZUTTI, M. A.; DE OLIVEIRA, D.; MOSSI, A. J.; TREICHEL, H.; DALLAGO, R. Evaluation of Acid Activation under the Adsorption Capacity of Double Layered Hydroxides of Mg–Al–CO₃ Type for Fluoride Removal from Aqueous Medium. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, v. 50, n. 11, p. 6871-6876, 2011.

BONNELL, A. Nitrate concentrations in vegetables. In: Health aspects of nitrate and its metabolites (particularly nitrite). Council of Europe Press: Bilthoven, 1995.

CAMPOS, L. F. Desfluoretação parcial das águas de poços: Uma aplicação do método de análise hierárquica (MAH). Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fundação Osvaldo Cruz, Brasília, 2005.

CASTILLO, N. A. M., RAMOS, R. L., PEREZ, R. O., DE LA CRUZ, R. F. A., G., PIÑA, A. A., ROSALES, J. M. M., CORONADO, R. M. G., e RUBIO, L. F. Adsorption of fluoride from water solution on bone char. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, v. 46, n. 26, p. 9205-9212, 2007.

CORONAS, J.; SANTAMARIA, J. Catalytic reactors based on porous ceramic membranes. *Catalysis Today*, v. 51, n. 3, p. 377-389, 1999.

DAS, D. P.; DAS, J.; PARIDA, K. Physicochemical characterization and adsorption behavior of calcined Zn/Al hydrotalcite-like compound (HTlc) towards removal of fluoride from aqueous solution. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 261, n. 2, p. 213-220, 2003.

DAUTE, P.; FOELL, J.; LANGE, I.; KUEPPER, S.; WEDL, P.; KLAMANN, JD. Us Patent 6.362.261, 2002.

DERBYSHIRE, F. JAGTOYEN, M. ANDREWS, R. RAO, A. MARTÍN-GULLÓN, I. GRULKE, E. Adsorption of 4-chlorophenol onto activated carbon prepared from rattan sawdust. *Chemistry and Physics of Carbons* 27; 1-66, 2007.

DETONI, C.; PETKOWICZ, D. I.; PENHA, F. G.; PERGHER, S. B. C.; BOTELHO, M. H. M. Aplicação Industrial de hidróxidos duplos lamelares para a remoção de fluoretos em água e efluente. *Perspectiva*, 2007, v. 31, p. 71-79.

DUBROVSKY, N. M.; HAMILTON, P. A. Nutrients in the Nation's Streams and Groundwater: National Findings and Implications: US Geological Survey Fact Sheet 2010-3078.

ESKANDARPOUR, A., ONYANGO, M. S., OCHIENG, A. e ASAI, S. Removal of fluoride ions from aqueous solution at low pH using schwertmannite. *Journal of Hazardous Materials*, v. 152, n. 2, p. 571-579, 2008.

FEJERSKOV, O. Cárie Dentária: a doença e seu tratamento clínico. Ed. Santos, São Paulo, SP, 2007.

FORTES, C., DUARTE, A. P. D., MATSUOKA S., HOFFMANN, H. P., LAVORENTI, N. A. Toxicidade de flúor em cultivares de milho em área próxima a uma indústria cerâmica, Araras (SP). *Bragantia*, v. 62, n. 2, p. 275-281, 2003.

GANGOLLI, S.D.; VAN DEN BRANDT, P.A.; FERON, V.J.; JANZOWSY, C.; KOEMAN, J.H.; SPEIJERS, G.J.A.; SPEGELHALDER, B.; WALKER, R.; WISHNOK, J.S. Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. *European Journal of Pharmacology: Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 292, n. 1, p. 1-38, 1994.

GONZALEZ-SERRANO, E.; CORDERO, T.; RODRIGUEZ-MIRASOLA, J.; COTORUELO, L.; RODRIGUEZ, J.J. Removal of water pollutants with activated carbons prepared from H 3 PO 4 activation of lignin from kraft black liquors. *Water research*, v. 38, n. 13, p. 3043-3050, 2004.

ILINICH, O. M.; GRIBOV, E. N.; SIMONOV, P. A. Water denitrification over catalytic membranes: hydrogen spillover and catalytic activity of macroporous membranes loaded with Pd and Cu. *Catalysis today*, v. 82, n. 1, p. 49-56, 2003.

KAMBLE, S. P., JAGTAP, S., LABHSETWAR, N. K., THAKARE, D., GODFREY, S., DEVOTTA, S. e RAYALU, S. S. Defluoridation of drinking water using chitin, chitosan and lanthanum-modified chitosan. *Chemical Engineering Journal*, v. 129, n. 1, p. 173-180, 2007.

LIAO, Xue-pin; SHI, B. I. Adsorption of fluoride on zirconium (IV)-impregnated collagen fiber. *Environmental science & technology*, v. 39, n. 12, p. 4628-4632, 2005.

LV, Liang. Defluoridation of drinking water by calcined MgAl-CO₃ layered double hydroxides. *Desalination*, v. 208, n. 1, p. 125-133, 2007.

MAHRAMANLIOGLU, M.; KIZILCIKLI, I.; BICER, I. O. Adsorption of fluoride from aqueous solution by acid treated spent bleaching earth. *Journal of Fluorine Chemistry*, v. 115, n. 1, p. 41-47, 2002.

MARTINEZ-HUITLE, C.A.; BRILLAS, E. Decontamination of wastewaters containing synthetic organic dyes by electrochemical methods: a general review. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 87, n. 3, p. 105-145, 2009.

OLIVA, MARCO ANTONIO; FIGUEIREDO, J. G. Gramíneas bioindicadoras da presença de flúor em regiões tropicais. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 28, n. 2, p. 389-397, 2005.

PEIXOTO, E. M. A. Elemento químico: Flúor. *Química Nova na Escola*, 8 (1998) 43.

SILVA, A. P.O; PERGHER, S.B.C.; PENHA, F. G; MELO, J.V. Preparação de argilominerais organofilizados com quitosana. *Perspectiva*, v.37, n.139, p.47-55, 2013.

SINHA, S., PANDEY, K., MOHAN, D. e SINGH K. P. Removal of fluoride from aqueous solutions by *Eichhornia crassipes* biomass and its carbonized form. *Industrial & engineering chemistry research*, v. 42, n. 26, p. 6911-6918, 2003.

STRUKUL, G.; GAVAGNIN, R.; PINNA, F.; MODAFERRI, E.; PERATHONER, S.; CENTI, G.; MARELLA, M.; TOMASELLI, M. Use of palladium based catalysts in the hydrogenation of nitrates in drinking water: from powders to membranes. *Catalysis today*, v. 55, n. 1, p. 139-149, 2000.

TERRY, P.A. & W. STONE. 2002. Biosorption of cadmium and copper contaminated water by *Scenedesmus abundans*. *Chemosphere*, v. 47, n. 3, p. 249-255, 2002.

DE VOOYS, A. C. A.; VAN SANTEN, R. A.; VAN VEEN, J. A. R. Electrocatalytic reduction of NO₃⁻ on palladium/copper electrodes. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, v. 154, n. 1, p. 203-215, 2000.

WANG, H., CHEN, J., CAI, Y., JI, J., LIU, L. e TENG H. H. Defluoridation of drinking water by Mg/Al hydrotalcite-like compounds and their calcined products. *Applied clay science*, v. 35, n. 1, p. 59-66, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Health Hazards from Nitrates in Drinking-Water*, World Health Organization, Geneva, 1985.a

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Guidelines for the study of dietary intake of chemical contaminants*. World Health Organization, Geneva, 1985.b

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Nitrate and Nitrite in Drinking-water. WHO Guidelines for Drinking-water Quality*, World Health Organization, Geneva, 2011.



Análise do Serviço Integrado de Saneamento Rural – SISAR, do Ceará, em sua dimensão político-institucional

Coordenadora da Pesquisa: Sonaly Cristina Rezende Borges de Lima

Participantes: Léo Heller, Sebastião Castro, Bernardo Aleixo de Sousa Cruz, Bárbara Passos, João Luiz Pena

Instituição Executora: Escola de Engenharia da UFMG – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (EEUFMG/DESA)

Instituição Conveniente: Fundação Christiano Ottoni (FCO)

Resumo

O objetivo geral do estudo visa à análise do Serviço Integrado de Saneamento Rural (SISAR), Ceará, nas suas dimensões político-institucional e tecnológica, buscando-se seus impactos e efeitos concretos em comunidades rurais daquele estado. A análise está pautada em teorias de empoderamento comunitário, na perspectiva dos direitos humanos. Os objetivos específicos remetem a estudos constituídos em esferas temporais e de abrangência territorial distintas, havendo a divisão em um caso histórico, referente à avaliação do Programa SISAR, e um caso atual, caracterizado pela avaliação da implementação de um sistema de abastecimento de água em uma comunidade. O primeiro estudo abrange (i) a análise dos aspectos institucionais, políticos, gerenciais e operacionais do SISAR, determinando em que medida o programa atende a critérios de eficiência, eficácia, efetividade, sustentabilidade, custo-efetividade, relação tarifa-renda, governança democrática, redução da vulnerabilidade das populações participantes e sua satisfação com o programa; e (ii) avalia o processo, as ações de empoderamento e seus impactos em termos de mudanças comportamentais levadas a cabo na implantação dos projetos de abastecimento de água, relacionando-as com o desempenho e a sustentabilidade dos sistemas. O segundo estudo, por sua vez, trata da análise de um sistema de abastecimento de água (SAA), do Programa SISAR, na comunidade de Cristais – CE, nas

perspectivas técnico-infraestrutural, econômico-financeira e de saúde. Os resultados da pesquisa revelam que o SISAR, para além de levar água às comunidades, incide na elevação da qualidade de vida das pessoas e conseqüente melhoria em sua saúde, assim como empodera essas comunidades, que se tornam mais ativas e participativas em questões de interesse comum. A atuação dos Agentes Comunitários de Saúde é de extrema importância na promoção e proteção da saúde. A mudança do paradigma da saúde que passa a ser centrada em ações comunitárias de prevenção deve acontecer em conjunto com a construção do SAA, contribuindo para: baixos níveis de contaminação parasitológica; baixos índices de prevalência de diarreia; índices nutricionais próximos aos valores de referência estabelecidos pela OMS. O estudo de caso atual revela que existe uma situação de baixo consumo *per capita*, significativamente superior na comunidade com SAA gerido pelo SISAR, diferença que poderia ser ainda maior caso ocorresse a implantação de estruturas intradomiciliares e a difusão do funcionamento do hidrômetro e do sistema de cobrança. A diferença nos volumes de água consumidos nas duas comunidades demonstra mudanças nos hábitos de higiene, impactando positivamente na prevenção de doenças. No que tange a questões relacionadas a direitos humanos, existe um comprometimento da renda familiar para o acesso à água acima dos 3% preconizados pelo Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH). Porém, para a comunidade de Cristais, a proporção da população que compromete acima do valor recomendado é maior. Além disso, a existência do banheiro não condiciona o uso dessa infraestrutura, tendo sido verificado um grupo de domicílios nos quais os banheiros estavam presentes, mas algum membro da família continuava defecando a céu aberto.

Palavras-chave: Água, Gestão Comunitária, Empoderamento, Áreas Rurais.

Abstract

The project's main objective was the analysis of the Integrated Service for Rural Sanitation (SISAR), in Ceará state, considering its political-institutional and technological dimensions, seeking their impact and concrete effects on rural communities. The analysis was guided by community empowerment theories, from the perspective of human rights. The specific objectives refer to studies made in different temporal spheres and territorial coverage: a historic case on the evaluation of SISAR program; and a current case, characterized by the evaluation of the implementation of a water supply system in a community. The first study covered (i) the analysis of SISAR's institutional, political and operating aspects, determining how far it meets the criteria of efficiency, efficacy, effectiveness, sustainability, cost-effectiveness, price-income relation, democratic governance, vulnerability reduction of participating populations and their satisfaction with the program; and also (ii) evaluation of the empowering actions

and their impacts in terms of behavioral changes undertaken in the implementation of water supply projects, relating them to the performance and sustainability of the systems. The second study analyzed a SISAR's water supply system at Cristais community, Ceará, considering the technical, infrastructural, economic, financial and health aspects. Results reveal that SISAR, in addition to bringing water to communities, contributes to increase life quality and the consequent improvement in their health. Also, SISAR empower these communities, which become more active and participative in common interest issues. The role of the Health Community Agents is important to health promotion and protection. The change of the health paradigm, which should become focused in community prevention actions has to happen along with the construction of water supply systems, contributing to: low levels of parasitological contamination; low diarrhea prevalence rates; and nutritional indexes close to the WHO reference values. The current case study reveals a situation of low *per capita* consumption, significantly higher in the community with its water supply system managed by SISAR. This difference could be even greater in the case of household structures installation and hydrometer operation diffusion and the charging system. The difference in consumed water volumes in both communities points at hygiene habits changes, a positive impact on disease prevention. Concerning issues related to human rights, there is a commitment of family income to water access above the 3% recommended by the Human Development Report (HDR). However, for the community Cristais, the proportion of people who committed above the recommended amount is superior. Moreover, the existence of the bathroom does not condition the use of infrastructure, since a group of households where the bathrooms were present, but a family member kept defecating in the open air was found.

Keywords: Water, Community Management, Empowerment, Rural Areas.

1. Introdução

Nas áreas rurais do País, a realidade do abastecimento de água e do esgotamento sanitário caracteriza-se fortemente pela presença de soluções precárias, aquelas que não atendem aos requisitos de qualidade, quantidade e regularidade na água fornecida e no afastamento seguro dos esgotos, bem como seu tratamento. No estado do Ceará são mais de dois milhões de residentes em áreas rurais, dos quais 46% atendidos por canalização interna de água em seus domicílios, sendo 27% da água proveniente de rede de distribuição (IBGE, 2010). Verifica-se que o estado do Ceará teve um significativo aumento na presença de redes de distribuição com canalização interna em suas áreas rurais, passando de 1%, em 1991, para 5%, em 2000, e atingindo 27% em 2010 (IBGE, 1991; 2000; 2010). Atribui-se uma parte significativa desse aumento de cobertura domiciliar por rede de água com canalização interna ao Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR, programa voltado para o abastecimento de água em

comunidades rurais que vêm, desde a origem em meados dos 1990, buscando ampliar o atendimento da população rural do Ceará com água tratada.

O SISAR, objeto dessa pesquisa, desenvolveu-se a partir de parceria inicial da Companhia de Água e Esgoto Estado do Ceará (CAGECE) com o banco alemão *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW). O sistema foi estabelecido formalmente em 26/01/1996, na bacia dos rios Acaraú e Coreaú para atender às comunidades rurais do Ceará, até então sem acesso à água tratada. O modelo prevê o poder público como ente responsável pelo provimento da estrutura física dos sistemas e a comunidade local como mantenedora da operação, tendo em vista tornar os sistemas mais eficientes e sustentáveis. O SISAR se subdivide em oito grupamentos de associações comunitárias, segundo bacias hidrográficas, cada qual em uma organização não governamental sem fins lucrativos. O SISAR atendia, em 2015, 1.124 comunidades rurais, levando água tratada a cerca de 435 mil pessoas (CAGECE, 2015). Às associações comunitárias, apoiadas pelos quadros técnicos do SISAR, cabe prestar assistência técnica preventiva e corretiva aos sistemas, monitorar a qualidade da água, realizar ações de educação sanitária e informar à CAGECE dados operacionais dos sistemas.

Essa pesquisa intenta analisar o percurso do SISAR como política pública, na perspectiva histórica (Estudo 1), que envolve desde o contexto de sua criação até a fase de implementação. Com esse aporte procura-se compreender os processos presentes nas fases de definição da agenda, formulação, implementação e avaliação da política. A hipótese de trabalho postula que o envolvimento e a participação das comunidades rurais, traços componentes de seu empoderamento, são fatores fundamentais para o bom funcionamento desse modelo.

No que concerne a perspectiva atual, o Estudo 2 procura analisar vários aspectos da gestão e operação de um sistema de abastecimento de água (SAA) por meio de um estudo transversal, buscando examinar simultaneamente a comunidade de Cristais, no estado do Ceará, num período que antecedeu a implantação de intervenções em abastecimento de água, e as comunidades do Complexo de Itapeim, denominadas comunidades controle, que são abastecidas por um sistema de abastecimento de água gerenciado pelo SISAR desde maio de 2013. Trata-se de um estudo envolvendo pesquisa observacional e comparação entre dois grupos expostos a um determinado fator, no caso, a presença de um sistema de abastecimento de água.

2. Objetivos

2.1 Gerais

Caso histórico:

- Analisar, sob a perspectiva do empoderamento, o Serviço Integrado de Saneamento Rural do Ceará – SISAR – CE, nas suas dimensões político-institucional e tecnológica, evidenciando seus impactos e efeitos concretos em comunidades rurais daquele estado.

Caso atual:

- Analisar os efeitos de um SAA gerido pelo SISAR em uma população rural, sob a ótica das dimensões técnico-infraestrutural e operacional, econômico-financeira e da saúde.

2.2 Específicos

Caso histórico:

- Analisar os aspectos institucionais, políticos, gerenciais e operacionais do SISAR, avaliando em que medida o programa atende a critérios de eficiência, eficácia, efetividade, sustentabilidade, custo-efetividade, relação tarifa-renda, governança democrática, e redução da vulnerabilidade das populações;
- Avaliar o processo e as ações de empoderamento e as mudanças comportamentais levadas a cabo na implantação dos projetos de abastecimento de água, relacionando-as ao desempenho e sustentabilidade dos sistemas.

Caso atual:

- Avaliar e comparar quesitos relacionados à quantidade, qualidade, disponibilidade e acessibilidade física da água nas comunidades intervenção e controle, cotejando-os com a literatura pertinente.
- Avaliar a diferença entre o custo médio *per capita* para acesso à água (R\$/hab) nas comunidades intervenção e controle.
- Caracterizar a acessibilidade econômica das famílias à água, ou seja, o custo do acesso à água frente à renda, e comparar a acessibilidade econômica da

água nas comunidades com e sem SAA diante das recomendações do Relatório de Desenvolvimento Humano de 2006.

- Investigar as condições sanitárias, em nível domiciliar, e os hábitos de higiene de uma população rural do semiárido brasileiro, relacionando o SAA a doenças e agravos tipicamente associados ao saneamento.

3. Metodologia

Os objetivos do projeto inserem-se nas pesquisas acadêmicas de três estudos realizados no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O primeiro deles se refere à tese de Sebastião Castro, intitulada *Análise do serviço integrado de saneamento rural – SISAR, em sua dimensão político-institucional, com ênfase no empoderamento das comunidades participantes*, sendo denominado Estudo 1 e possuindo um caráter histórico na sua avaliação. O segundo é representado pelos trabalhos de dissertação de Bernardo Aleixo (*O efeito do acesso à água na área rural na redução da vulnerabilidade: o caso do SISAR/CE*), e de Barbara Silva Passos (*Avaliação dos efeitos de uma intervenção em saneamento na saúde de uma população rural do semiárido brasileiro: um estudo do SISAR-CE*), sendo o conjunto denominado Estudo 2 e caso atual.

Os métodos empregados variaram nas diferentes abordagens. No caso histórico (Estudo 1), a avaliação de dimensões do Programa SISAR pautou-se na análise em profundidade de documentos oficiais, entrevistas com gestores e moradores das comunidades atendidas, bem como a partir de impressões de campo, registradas como dados de observação direta, concentrando-se nos dois agrupamentos do SISAR mais antigos: Cratéus e Sobral, além dos SISARs Metropolitano e de Itapipoca.

No caso atual (Estudo 2), os procedimentos de coleta e análise de dados são principalmente de natureza quantitativa, sendo o número de domicílios utilizados para a análise dos dados dividido em dois grupos principais. O primeiro compreende o número de domicílios com crianças de até cinco anos de idade, utilizado no estudo da dimensão saúde, que perfaz um total de 67 domicílios, sendo 36 na comunidade de Cristais e 31 nas comunidades do Complexo de Itapeim. O segundo grupo compreende os domicílios participantes da avaliação do acesso à água nas dimensões econômico-financeira e técnico infraestrutural e operacional. Abrange um total de 573 domicílios, sendo 232 na comunidade de Cristais e 341 nas comunidades do Complexo de Itapeim. As quatro comunidades estão localizadas na bacia do rio Pirangi (Figura 1).

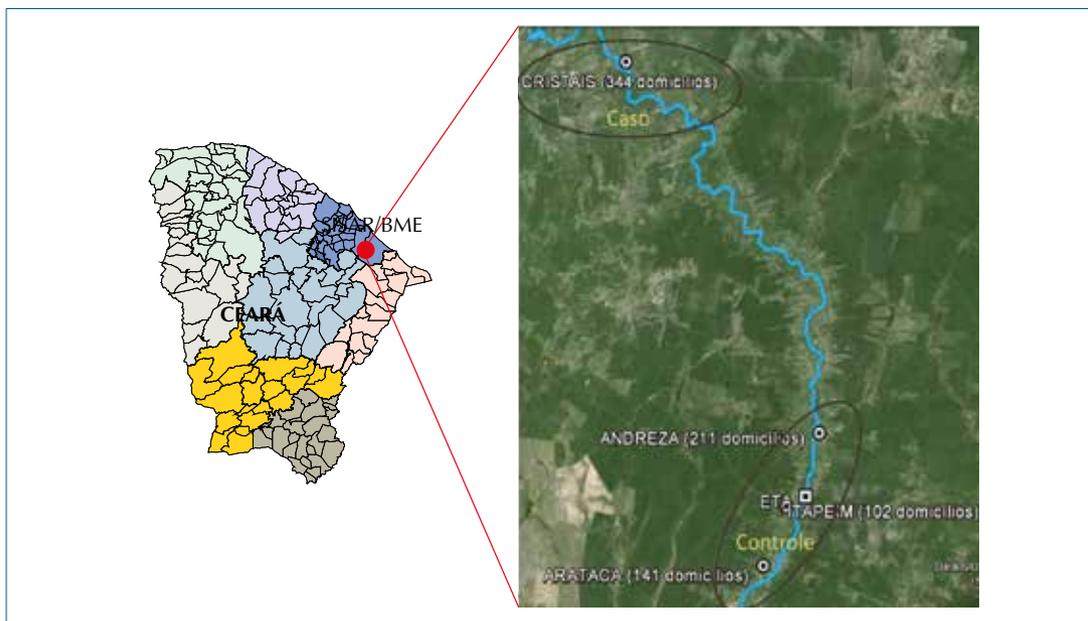


Figura 1 – Localização das comunidades estudo e controle.

A metodologia dos estudos 1 e 2, detalhada a seguir, se divide em fases exploratórias, definição do local do estudo, aspectos da coleta de dados, análise de dados e eventuais complementações, elaboração de relatórios parciais e final do estudo e retorno às comunidades.

3.1 Estudo 1

Foram realizados contatos iniciais com a CAGECE e com dois SISARs via e-mail e telefone, solicitando-lhes autorização prévia para a realização da pesquisa. Paralelamente, foram solicitados documentos relativos à criação do SISAR, relatórios e avaliações dos sistemas e pesquisas existentes. Em outubro de 2011 foi realizada uma viagem exploratória à Fortaleza. Durante essa viagem foram captados documentos oficiais da CAGECE (relatórios, avaliações, pesquisas), do banco KfW, dos diferentes SISAR (estrutura e funcionamento inicialmente previstos, suas ampliações, objetivos e fins planejados e as metas estabelecidas), bem como captados relatórios gerenciais e operacionais da CAGECE e dos SISARs (cobertura, intermitências, qualidade da água e funcionamento dos sistemas).

Foram então selecionadas dez comunidades nos SISAR mais antigos, Sobral e Crateús, sendo duas das localidades visitadas com pelos menos 12 anos de participação no Programa. A diferença de tempo de implantação visa à observação do *continuum* formado de sistemas mais “jovens” e sistemas mais consolidados, permitindo

as comparações. As localidades estudadas estão situadas em três regiões distintas do estado: a semiárida, a serrana e a litorânea. Realizaram-se 36 entrevistas individuais com informantes-chave e observações *in loco*, envolvendo as percepções e os comportamentos da população em relação ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, seu funcionamento e impactos. Os dados de campo foram coletados ao longo de 2012 em 10 comunidades rurais participantes do SISAR (sedes em Crateús, Sobral e Fortaleza).

Para a avaliação da efetividade do Programa SISAR esse estudo considera o conceito de análise de impactos substantivos, que preconiza avaliar se os propósitos e os resultados do programa estão de acordo com princípios de justiça social. Para a análise do material discursivo gerado pelas entrevistas individuais será utilizado o Modelo de Análise Modular (MAM) (ROULET *et al.*, 2001). O MAM parte de um largo quadro teórico, porém nesse estudo foram utilizados os módulos situacional e textual e as dimensões hierárquica, referencial e interacional na produção de tópicos constituídos a partir da separação dos hipertemas “impactos do SISAR” e “empoderamento” em cada discurso e definida a frequência das informações presentes.

3.2 Estudo 2

A comunidade de Cristais foi a escolhida para o estudo. Sua associação de moradores, em conjunto com a prefeitura de Cascavel/CE, pleiteou junto ao Projeto São José¹ a implementação de sistema de abastecimento de água e, em se tratando da análise de uma intervenção, esse foi o principal motivo da escolha. Cristais é composta de 345 domicílios distribuídos nos municípios de Cascavel, Ocara, Beberibe e Morada Nova, situados na parte oriental do Ceará. Visando fortalecer metodologicamente esse estudo, utiliza-se uma comunidade controle (Complexo de Itapeim, composta pelas comunidades Arataca, Andreza e Itapeim), de forma a poder isolar alterações das condições de acesso à água que não estão relacionadas à intervenção (Figura 1).

A coleta de dados compreendeu a captação de relatórios gerenciais e operacionais da CAGECE e do SISAR (adimplência, cobertura, intermitências e qualidade da água); a aplicação de questionários (*survey*) no universo da localidade, a fim de se identificar como o SAA e sua gestão por intermédio do modelo SISAR impactam as condições de acesso à água no âmbito das dimensões técnico-infraestrutural, econômico-financeira e riscos à saúde infantil no âmbito da dimensão saúde; e a observação

1 O Projeto São José tem por objetivo apoiar os pequenos produtores e grupos comunitários, através de suas associações representativas, criando oportunidades de geração de emprego e renda no meio rural (GOVERNO DO CEARÁ, 2016).

direta visando às informações sobre as condições de acesso à água em relação à própria realidade antes e após a implantação de abastecimento de água.

Para a avaliação das dimensões técnico-infraestrutural e econômico-financeira foram utilizadas estatísticas descritivas, buscando identificar as diferenças das condições de acesso entre as comunidades. (Tabela 1). Para a avaliação da dimensão saúde utilizou-se estatística descritiva na análise de indicadores de risco à saúde infantil, relacionados à quantidade e qualidade da água consumida em nível domiciliar.

Tabela 1 – Elementos utilizados para avaliar quantitativamente a vulnerabilidade ao acesso à água

Dimensões analíticas	Elementos e Conceitos	Valores de referências
Técnica e infraestrutural e operacional	Quantidade – Considerado o consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia)	50 L/hab.dia*
	Qualidade – Avaliação da presença de coliformes termotolerantes (<i>Escherichia coli</i>)	Ausência em 100 mL **
	Disponibilidade – Existência de intermitência no abastecimento de água	Inexistência de intermitência em horas do dia, horas no mês e dias no mês ***
	Acessibilidade física – Tempo utilizado para buscar água (min.)	≤5 minutos*
Econômico-financeira	Acessibilidade econômica – Porcentagem do comprometimento da renda familiar para acesso à água. (R\$/R\$)	Limite de 3% da renda****
	Custo médio da água – Valor pago por m ³ para ter água (R\$/m ³)	Sem referência

Legenda: *(HOWARD, BARTRAM, 2003); **(BRASIL, 2011); *** (UNICEF; WHO, 2013); **** (PNUD, 2006).

Durante o desenvolvimento dos estudos foram elaborados relatórios parciais para o devido registro de cada etapa desenvolvida. Ao final do trabalho foi desenvolvido um relatório completo contendo o detalhamento da pesquisa e seus resultados. Após concluídos os estudos, foram feitas visitas às comunidades locais participantes, para a devolução dos resultados encontrados, pois a discussão com a comunidade participante é etapa importante e visa contribuir para o seu fortalecimento e para a validação dos resultados.

4. Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

A oferta de serviços básicos em áreas rurais do Brasil vem sendo ampliada nas últimas décadas, como pode ser observado na Figura 2, que apresenta a evolução da cobertura de redes de abastecimento de água em domicílios rurais do Brasil e outras regiões selecionadas. Essa tendência é também verificada nos domicílios da macrorregião Nordeste, do estado do Ceará e, em menor medida, no município de Cascavel. As soluções representadas pelas formas de abastecimento de água em poço, nascente

e outras formas (rio, lago, açude, igarapé, água de chuva, carro-pipa), apresentadas na Figura 3, se tornaram mais presentes no Brasil entre 1991 e 2000, tendo havido um decréscimo na década de 2000. Mas houve tendência de crescimento contínuo no Nordeste, Ceará e de forma bastante significativa nas áreas rurais do município de Cascavel, atingindo cerca de 22% dos domicílios em 2010. Percebe-se uma redução bastante significativa no percentual de domicílios sem canalização interna e atendidos por poço, nascente e outras formas de abastecimento de água, sendo essa redução de menor magnitude para o município de Cascavel (Figura 4).

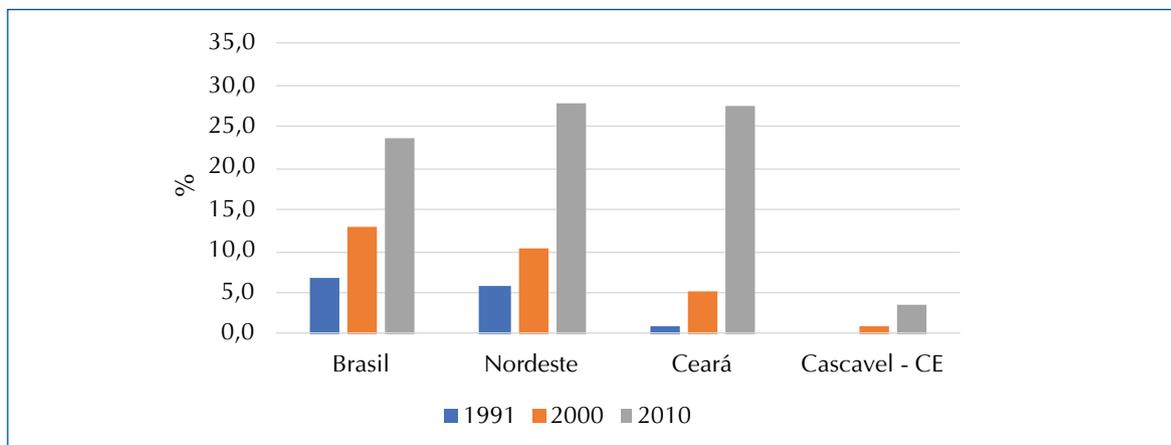


Figura 2 – Evolução da cobertura de atendimento por rede geral com canalização interna nos domicílios rurais do Brasil, Nordeste, Ceará e Cascavel – CE. Fonte: IBGE, 1991; 2000; 2010.

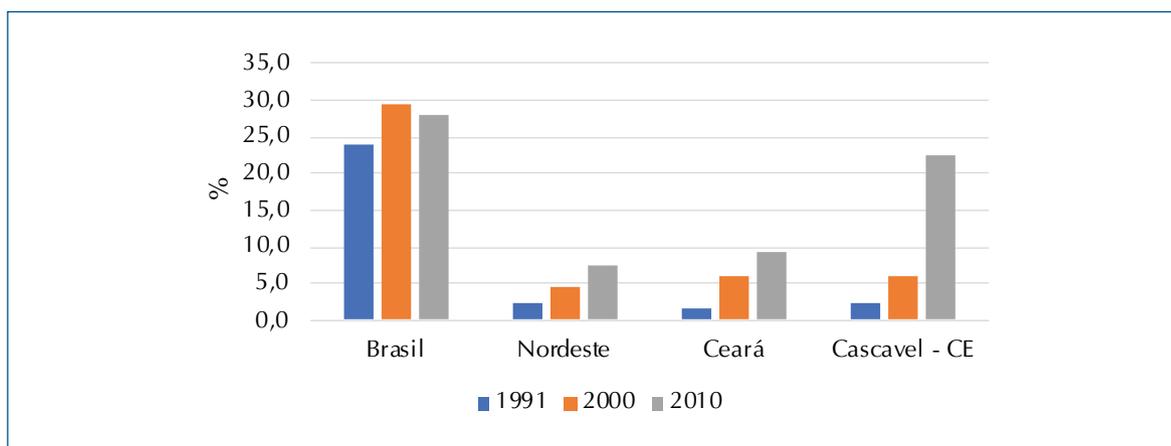


Figura 3 – Evolução da cobertura de atendimento por poço ou nascente com canalização interna nos domicílios rurais do Brasil, Nordeste, Ceará e Cascavel – CE. Fonte: IBGE, 1991; 2000; 2010.

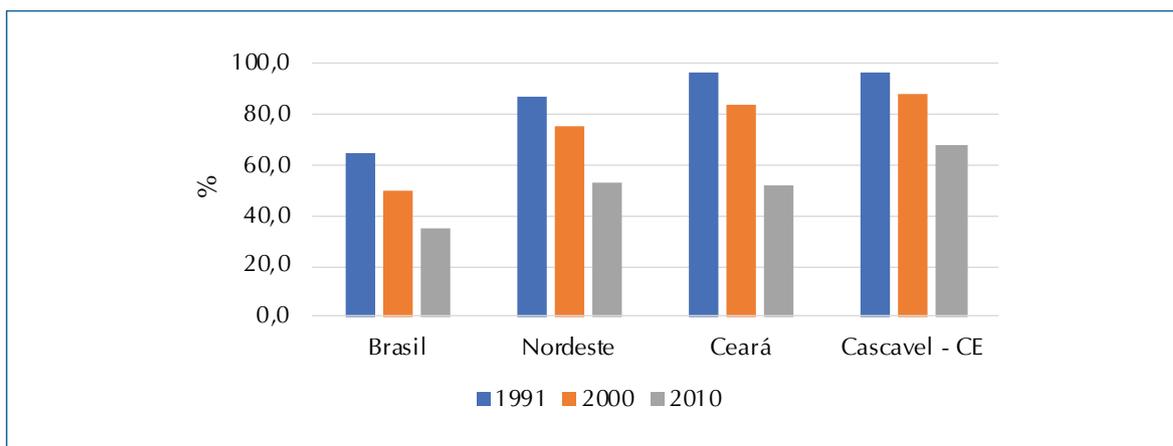


Figura 4 – Evolução de formas de abastecimento poço, nascente e outras formas, sem canalização interna, nos domicílios rurais do Brasil, Nordeste, Ceará e Cascavel – CE. Fonte: IBGE, 1991; 2000; 2010.

Em relação aos sistemas do SISAR, os principais mananciais utilizados nas comunidades rurais são os poços profundos ou poços amazonas² (70%). Em menor escala são utilizadas as águas cedidas pela CAGECE (3%), provenientes de adutoras próximas, além de mananciais superficiais, compreendidos por canais abertos, rios e açudes (27%). Os discursos dos moradores das localidades visitadas apontam que a qualidade da água bruta nem sempre é boa, apresentando-se salobra, com algas, com turbidez elevada e cor. Os sistemas de tratamento compreendem a simples desinfecção (60% dos SAA), a filtração direta ascendente (39,5% dos SAA) e uma pequena fração de estações de ciclo completo (0,5% dos SAA), constituídas de coagulação, decantação, filtração e desinfecção. A observação de comunidades visitadas revela que o esgotamento sanitário se constitui basicamente de fossas sépticas rudimentares e valas de infiltração (CORTEZ, 2013).

No que concerne particularmente à localidade de estudo, Cristais, o SISAR-CE encarrega-se da gestão, compartilhada com a comunidade, do sistema de abastecimento de água. Por sua vez, o Governo do Estado, por meio de Projetos como o São José (PSJ), os constrói. Atualmente, em algumas comunidades está prevista a implantação do sistema de abastecimento de água e de banheiros domiciliares.

2 Poços de grandes diâmetros (1 metro ou mais), escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto. Captam o lençol freático e possuem geralmente profundidades na ordem de até 20 metros (ABAS, 2016).

4.1 A chegada do SISAR e seus impactos nas comunidades rurais

O tempo de moradia nas comunidades confere verdade aos relatos por serem experiências vividas ao longo de muitos anos, nada esporádico ou sazonal. É a realidade de quem sofreu, por décadas, as agruras da seca e da escassez ou falta d'água, inúmeras dificuldades para se ter acesso a alguma fonte de água sem qualquer tipo de tratamento e, na maioria das vezes, de qualidade muito ruim. Os relatos apontam para as longas caminhadas ao sol, sob calor intenso, em variáveis dificuldades no acesso às fontes, que retratam o sofrimento trazido pelo desgaste físico da empreitada diária. Soma-se a isso a escassez do recurso, resultando em longas filas pela água, de muitas horas de duração por dia.

Cerca de um terço dos respondentes revelou que em suas comunidades existiam fontes de água distantes de suas casas. A maioria absoluta revelou não haver manancial algum na comunidade, sendo necessário, todos os dias, fazer caminhadas para se obter um mínimo de água, geralmente de má qualidade. A tarefa de buscar água era prioritariamente das mulheres, uma vez que os homens “*saíam para trabalhar*”. Em algumas das comunidades, seja pela grande distância da fonte mais próxima, seja pela composição familiar numerosa, os homens também se dedicam à tarefa de coletar água, transportando-a em jumentos, bicicleta ou moto, eventualmente, antes de saírem para o trabalho. Havia crianças que também ajudavam nessa tarefa. Além de água para beber, cozinhar e para a higiene pessoal, água é também necessária nas tarefas domésticas.

Quando os sistemas de água do SISAR foram construídos e a gestão comunitária se iniciou, mesmo nas duas comunidades que já recebiam água da CAGECE, os entrevistados relataram a melhoria no acesso à água, pelo fato de o “SISAR estar mais perto”, atender mais aos anseios locais. Todos os entrevistados reportaram-se às benfeitorias constituídas com a chegada do SISAR, seus impactos positivos sobre a saúde da população por meio da incorporação de hábitos de higiene pela população e no empoderamento das comunidades, traduzido na maior organização, desenvolvimento comunitário e transparência.

Evidencia-se, em muitas das falas, a “quase surpresa” pela aquisição da água corrente, pelo “inesperado”. O tempo histórico, caracterizado pela situação de abandono e descaso públicos de muitas décadas, acabou criando uma certa “conformação” com a situação, como se ela, ao invés de historicamente construída, fosse algo “natural” e “esperado”. Essa conclusão também é referida em diagnóstico da situação do saneamento rural no Nordeste, elaborado pelo Banco KfW. Infere-se que uma grande quantidade de pessoas não comparecia às reuniões porque não acreditavam na instalação do sistema.

A incorporação de hábitos de higiene no dia a dia das pessoas e das famílias foi alvo de questionamento, havendo um senso comum de que houve mudanças de comportamentos e adoção de hábitos como o de lavar as mãos. As mães expressam as dificuldades que as crianças têm para adquirirem tais hábitos e reconhecem que os adultos também “costumam” falhar nos hábitos de higiene. Há menções a pessoas que não praticam uma boa higiene.

Nas dez comunidades visitadas cerca de dois terços dos entrevistados reportaram a presença de água boa, sobre a qual não há reclamação. Algumas pessoas disseram que a água era boa, mas que possuía gosto ou cor, durante algumas épocas do ano, ou cloro em excesso. É interessante observar, nos discursos, os diversos sentidos atribuídos pelos falantes à palavra “boa”, na expressão “água boa”. Foram identificados sentidos tais como: “boa de se ter em casa, na torneira, corrente, sempre”; “boa para tomar banho, lavar vasilhas, aguardar plantações”; “boa para lavar as mãos, lavar roupas”.

4.2 As faces do empoderamento no SISAR ou o SISAR empodera?

Em reuniões de associações foi possível observar momentos em que a participação social ocorreu e a forma como os moradores assumiram posturas ativas para perguntar, expor dúvidas em relação aos sistemas e reclamar de problemas existentes. Também se verificou a presença de alguns ouvintes passivos nessas reuniões. A maioria dos entrevistados se diz presente nas reuniões, alguns revelam que sua participação é apenas eventual, e poucos se dizem completamente ausentes. Vários entrevistados reconhecem que uma vez conseguido o intento inicial, a água, há uma desmobilização dos moradores, que reduzem em massa a sua participação e a de seus vizinhos e amigos nas reuniões. As entrevistas revelam que o clima de condução das reuniões é democrático, aberto e transparente. Relatam que “*tudo é conversado, tudo é pensado, tudo é claro*”. A dinâmica das reuniões faz com que as pessoas que “às vezes não sabem, fiquem sabendo” sobre os sistemas. Esse modelo permite e estimula a expressão individual.

Os entrevistados reconhecem os pontos positivos do SISAR, mas também tecem críticas a aspectos do Programa que consideram negativos. Os políticos, a descrença nas prefeituras, por exemplo, percebidos como pouco preocupados com as próprias comunidades e como “donos do poder”, foram mencionados em algumas entrevistas, em tom crítico porque “*viam essas reuniões como forma de ganhar dinheiro em cima dos pobres*”. Mas percebe-se que com a chegada do SISAR as pessoas foram se tornando mais esclarecidas.

A dimensão “informação” é um dos componentes do empoderamento, sendo relevante a compreensão de como as pessoas obtêm informações na comunidade sobre fatos ou eventos e como recebem informações técnicas sobre temas de interesse comunitário. As informações, veiculadas sob várias formas, tais como encontros informais entre vizinhos, reuniões das associações comunitárias, palestras técnicas ministradas pelo SISAR ou por parceiros, dentre outras, convertem-se, ao longo do tempo, em aprendizagem.

As informações envolvendo ações do SISAR provêm de mais de uma fonte, por exemplo anúncios na igreja, avisos dados pelo operador ou pelos vizinhos, amigos e parentes, além de avisos formais grampeados junto às contas de água, nos quais é explicitada a ocorrência de reunião na associação comunitária, sua data e hora. As reuniões são, para a comunidade, o principal recurso formal de informação e aprendizagem sobre o sistema e sobre temas de interesse comunitário, tais como associativismo, segurança alimentar, saúde preventiva, meio ambiente e cuidados com mananciais, sobre o próprio SISAR, dentre outros.

No nível das comunidades, resultados comportamentais podem ser vistos nas associações que desenvolvem diversos projetos comunitários como, por exemplo, o de padarias, avicultura e hortas, bem como a aquisição e uso de instrumentos de trabalho que podem ser compartilhados, como tratores. Tais projetos foram construídos a partir da aprendizagem vivenciada nos encontros promovidos pelo SISAR e por outros órgãos governamentais. Outro importante resultado comportamental se refere ao uso mais racional da água, como, por exemplo, na decisão coletiva em algumas comunidades da não utilização da água do SISAR para a dessedentação de animais de grande porte. Merece destaque a conduta proativa dos moradores no monitoramento cuidadoso do sistema, certamente uma consequência do processo de aprendizagem inerente à consolidação da gestão comunitária vinculada ao Programa SISAR. Embora mais difícil de avaliar, a aprendizagem no nível cognitivo está por trás de todas essas ações e decisões.

No campo tecnológico e funcional, o SISAR mostra uma evolução na geração, tratamento, estocagem e utilização da informação. Dados sobre os sistemas, como teor de cloro no tratamento e na rede, resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas, dados administrativos (inadimplência, faturamento, recebimento, compras e pagamentos realizados, controle de estoque, etc) e gerenciais (indicadores e metas projetados e realizados) são lançados em sistemas específicos, embora ainda sem interface integrada, não havendo, por exemplo, o cruzamento de dados operacionais, como o consumo de produtos químicos, com resultados de análises e custos.

O fato de a comunidade escolher o operador pode contribuir, também, para que os escolhidos se mantenham “na linha”, uma vez que são observados diuturnamente pela população. O fato de, por outro lado, “representarem” a comunidade também exerce força para que sua conduta seja boa e adequada. O operador, além da operação propriamente dita, executa ainda serviços administrativos como leitura de hidrômetros e entrega de contas, desempenha papel de caráter social e integrador entre moradores, técnicos do SISAR, diretoria das associações e visitantes, além de exercer papel educativo, “traduzindo” para a população os problemas do sistema, da operação, as questões financeiras (valor da conta *versus* gasto de água) e sanitárias.

Todos os entrevistados para quem foi perguntado se o SISAR e as associações são transparentes ao lidar com os números, com as informações, com tudo o que diz respeito aos sistemas, todos foram unânimes em reconhecer isso. De acordo com os entrevistados, as coisas são ditas, são faladas, há espaço para perguntas, dúvidas, questionamentos, críticas e reclamações.

4.3 Avaliação dos efeitos de um SAA gerido pelo SISAR/CE

Pode-se observar, na Figura 5, a existência de uma significativa diferença entre os volumes *per capita* de água consumidos na comunidade intervenção e nas comunidades controle. De modo que em 79 dos 193 domicílios³ (40,9%) da localidade intervenção, o consumo *per capita* está na faixa de 20 a 50 L/hab.dia, sendo esse último valor considerado como nível de acesso associado a um risco baixo à saúde. Ainda nessa localidade, 55 de 193 dos domicílios (28,5%) consomem volumes inferiores a 20 L/hab.dia, o que pode implicar alto risco à saúde (HOWARD; BARTRAM, 2003).

Abordando as comunidades controle, o consumo *per capita* possui uma mediana maior do que a da comunidade intervenção. Nesse local, 35 de 312 dos domicílios (11,2%), consomem valores diários abaixo de 20 L/hab.dia, e 76 de 312 domicílios (24,4%), consomem valores diários entre 20 e 50 L/hab. Com base nesse conjunto de informações, pode-se, de forma geral, constatar que, em ambas as localidades, existe uma porcentagem importante de famílias com consumo abaixo do valor de referência de 50 L/hab.dia. Dessa forma, verifica-se que 30,6% dos domicílios da comunidade intervenção (59 de 193) e 64,4% dos domicílios das comunidades controle (201 de 312) estão acima do valor de referência (50 L/hab.dia).

3 O número de casos trabalhado nessa avaliação foi reduzido, pois 39 dos 232 domicílios (193) avaliados na comunidade intervenção e 29 dos 341 domicílios (312) avaliados nas comunidades controle declararam que não sabiam mensurar o volume de pelo menos uma das fontes em que se solicitou essa informação e, portanto, foram excluídos das análises dos dados sobre o consumo de água *per capita*.

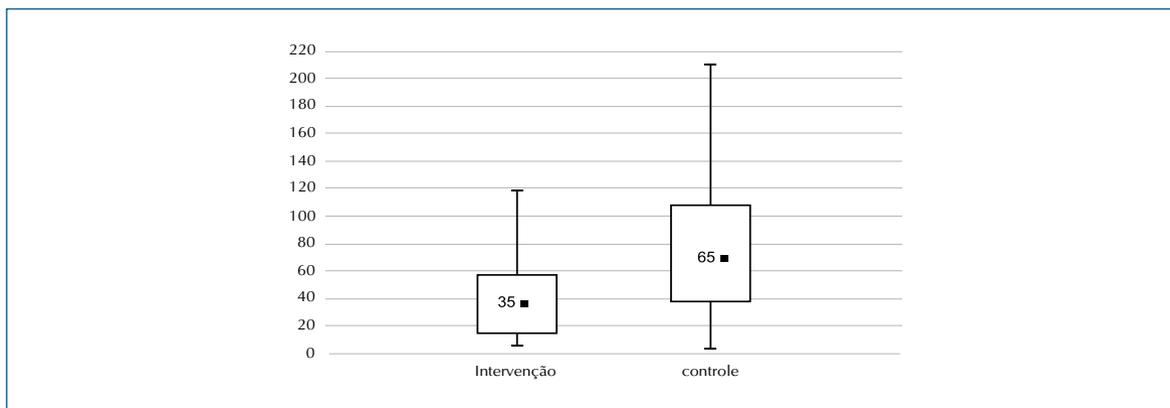


Figura 5 – Consumo *per capita* nas comunidades intervenção e controle (L/hab.dia).

A existência de famílias com baixo consumo *per capita* não era esperada nas comunidades controle. Pode-se aventar a existência de domicílios que não têm acesso à rede ou estão com a ligação cortada por inadimplência com o prestador de serviços (SISAR/CE). Porém, mesmo considerando apenas os domicílios ligados à rede de distribuição, situação que é exemplificada por meio da Figura 6, constata-se a existência de uma condição de baixo consumo de água nesses domicílios. Ressalta-se que a tarifa mínima cobrada nas comunidades controle era de R\$12,24 pelo volume mínimo de 10 m³. Entretanto, a maior parte do consumo dos domicílios estudados encontrava-se bem abaixo do volume mínimo.

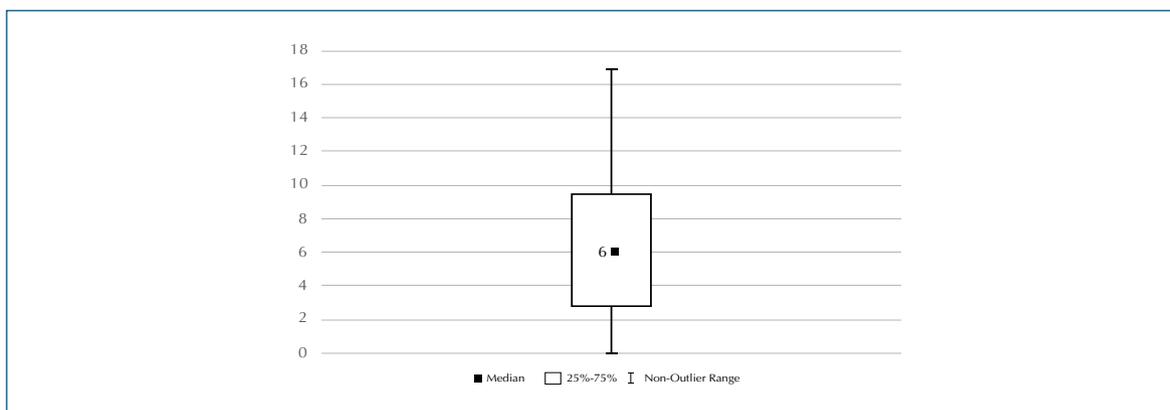


Figura 6 – Consumo mensal por ligação nas comunidades controle (m³/dom.mês).

A falta de estruturas de distribuição de água nas residências pode ser tratada como um aspecto de vulnerabilidade. Do ponto de vista da quantidade de água, ter acesso à rede de distribuição de água não garante um pleno consumo, aspecto intrinsecamente relacionado ao fato de, em muitos domicílios estudados, a rede de

distribuição estar ligada a um ponto no peridomicílio, não havendo canalização interna. A ausência de pontos de água em locais nos quais a água usualmente é consumida, como banheiros, cozinhas e lavanderias, revela a forma como as pessoas se relacionam com a água, que pode estar aproximando os moradores desses domicílios a uma condição de precariedade de acesso. Assim, a inexistência, a precariedade ou a insuficiência de infraestruturas intradomiciliares são fatores determinantes para a vulnerabilidade do acesso à água na localidade com SAA.

De modo geral, constatou-se certa disparidade entre as duas localidades avaliadas. As comunidades controle, apesar de possuírem SAA, apresentam domicílios com pouca infraestrutura domiciliar. Por sua vez, os moradores da comunidade de intervenção procuram inovações, dotando seus domicílios de estruturas intradomiciliares de distribuição de água, mesmo sem estarem ligados a um SAA.

4.4 Acesso à água na perspectiva da qualidade

Com o presente aspecto do acesso à água busca-se avaliar se a água consumida pelas famílias representa um risco a sua saúde. Nesse sentido, um dos principais riscos relaciona-se à contaminação microbiológica da água, que pode estar vinculada à possibilidade de ocorrência de doenças diarreicas. A existência de contaminação microbiológica da água é avaliada através do atendimento a padrões microbiológicos de potabilidade e pode ser medida pela presença de coliformes totais e, principalmente, pela presença de coliformes termotolerantes ou *E. coli*, sendo referência da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde a ausência em 100mL.

Ao se considerar a qualidade da água como um aspecto de acesso à mesma, abre-se a possibilidade de avaliações fundamentadas na percepção dos usuários. Isso porque mesmo que uma fonte de água atenda aos padrões de potabilidade, inclusive organolépticos, são aspectos culturais que influenciam a percepção dos usuários sobre os motivos para não a usar. Assim, existe o desafio de avaliar a qualidade da água não apenas na perspectiva de seu atendimento aos padrões técnicos, mas também do ponto de vista dos usuários.

Vale destacar que tanto na comunidade intervenção quanto nas comunidades controle, a utilização da água de chuva ocorreu de forma ininterrupta no período em que foi realizada a pesquisa, tendo a coleta de dados ocorrido no período chuvoso. Tal situação certamente é bastante diversa em períodos de seca, principalmente devido ao fato de que a maior parte dos reservatórios utilizados para acumulação de água de chuva na comunidade intervenção possui baixa capacidade volumétrica, não sendo capaz de armazenar água suficiente para todo o período de estiagem, independentemente do tipo de cisterna.

Na comunidade intervenção, outras fontes de água utilizadas são as cisternas coletivas ou chafarizes, mesmo que a água precise ser transportada até os domicílios. Nesses casos, o transporte quando realizado por terceiros é cobrado, normalmente tendo como base o valor de R\$ 4,00 por duzentos litros. A avaliação da qualidade da água dessas fontes, nas quais a água é coletada pelos moradores ou por terceiros, apresenta resultados similares. Assim sendo, a qualidade dessa água é avaliada como regular ou ruim por, respectivamente, 63% e 61% dos entrevistados. Cerca de 60% dos responsáveis pelos domicílios consideram a qualidade da água regular ou ruim e apenas 3% consideram-na ótima. Isso pode estar relacionado ao fato de o SISAR considerar essa água imprópria para consumo humano, em razão do elevado nível de salinidade⁴, fora do padrão, principalmente nos períodos de seca.

Das nove cisternas coletivas localizadas na comunidade intervenção, seis (aproximadamente 67%) indicaram a presença de *E. coli*. Em síntese, como as cisternas coletivas são abastecidas por caminhões pipas com água tratada ou, pelo menos, clorada, pressupõe-se uma chance maior de se encontrar ali uma água de boa qualidade. Possivelmente, a contaminação das cisternas deve estar relacionada a seu manuseio e à utilização de baldes contaminados.

4.4.1 Disponibilidade das fontes

A disponibilidade das fontes de água é aqui pautada verificando-se a existência de intermitências. Avaliar o acesso nessa perspectiva é de grande relevância, principalmente para as populações atendidas por SAA. A ocorrência de intermitências obriga a população a buscar fontes alternativas de água. Esse é um fator que contribui para a vulnerabilidade de um grupo frente à sua condição de acesso à água. Entretanto, para a população sem SAA, como no caso da comunidade intervenção, a avaliação da intermitência torna-se complexa, pois muitas fontes são estruturadas para atenderem aos usuários apenas em determinados momentos do dia. Além disso, algumas formas de acesso estão vinculadas a um mercado de transporte de água que, na comunidade intervenção, depende dos indivíduos que a transportam, os chamados “botadores de água”. Essas diferenças entre os casos avaliados inviabilizam a comparação direta dos padrões de intermitência em horas e dias.

Nos domicílios que possuem reservatórios elevados, dependendo do consumo, a intermitência categorizada como “horas no dia” pode não ser percebida. Isso ocorre

4 O SAA das comunidades controle capta água no rio Pirangi, que durante o período de seca apresenta alta salinidade, condição relatada pelo SISAR, responsável pela operação, em ata de reunião com a comunidade.

porque os reservatórios, devido ao volume de água que normalmente conseguem armazenar, garantem o abastecimento de água para as famílias no momento de ocorrência de intermitências de curta duração. Tanto que dos 29 domicílios que declararam faltar água em algumas horas no dia, apenas um declarou ter reservatório elevado. Diante disso, pode-se afirmar que as intermitências afetam de forma diferenciada as famílias estudadas, vulnerabilizando mais os residentes nos domicílios sem infraestrutura domiciliar de reservação. Ao mesmo tempo, conforme os relatos dos operadores do SAA e dos moradores das comunidades controle, a intermitência ocorre de forma desigual, sendo que a população da região chamada Arataca está mais sujeita a esse fenômeno.

4.4.2 Acessibilidade física à água

A análise da acessibilidade física à água é pautada em dados sobre deslocamentos de membros das famílias na coleta de água para além do peridomicílio. Tal deslocamento é avaliado através do tempo gasto para se ter acesso à água. Por sua vez, o tempo gasto para se ter acesso à água pode ser medido de diversas formas, a partir do tempo utilizado em cada coleta ou ainda do tempo gasto por semana.

A Tabela 2 mostra que em 35,8% dos domicílios avaliados na comunidade intervenção algum membro da habitação realizava deslocamento para ter acesso à água. Nas comunidades controle essa atividade é realizada em 20,5% dos domicílios. A mesma tabela exibe a distribuição dos domicílios, cujos moradores coletam água, segundo os seguintes intervalos de tempo: menos de cinco minutos, de seis a dez minutos, de onze a trinta minutos e acima de trinta minutos. Constata-se que essa distribuição, para os intervalos de tempo estudados, é similar em ambas as comunidades.

Tabela 2 – Relação de domicílios que coletam água fora do peridomicílio, segundo os intervalos de tempo utilizado por coleta, nas comunidades intervenção e controle

	Domicílios que coletam água	Domicílios que não coletam água	Distribuição dos domicílios que coletam água por intervalo de tempo utilizado para deslocamento (ida, tempo de espera e volta)			
			< 5 min	5 a 10 min	11 a 30 min	> 30 min
intervenção	83	149	8	9	35	31
	35,8%	64,2%	9,6%	10,8%	42,2%	37,3%
controle	70	271	6	7	30	27
	20,5%	79,5%	8,6%	10,0%	42,9%	38,6%

Nas comunidades controle, para 67% dos domicílios que coletam água fora do peridomicílio (47 em 70) o tempo total empregado por semana para coletar água é de até uma hora. Essa situação sofre alteração na comunidade intervenção, na qual 58% dos domicílios têm seus residentes dedicando um tempo superior a uma hora por semana para coletar água (48 em 83). Outra informação relevante sobre a comunidade intervenção é que em 31% dos domicílios (26 em 83) seus residentes destinam mais de duas horas por semana para terem acesso à água. Tal circunstância contribui para colocar parte da população da comunidade intervenção em uma situação de maior vulnerabilidade.

Identificar o responsável pela coleta de água dentro do domicílio permite entender melhor a vulnerabilidade relativa à acessibilidade física à água. Para tanto, a Figura 7 mostra quais são as pessoas que assumem a responsabilidade de transportar a água para os diversos usos no domicílio. Entre os adultos, em ambas as localidades avaliadas, o transporte da água para o domicílio é uma função atribuída principalmente aos homens, que são os responsáveis pela coleta de água em 77,1% dos domicílios da comunidade intervenção e em 82,9% dos domicílios das comunidades controle⁵. Percebe-se que a proporção de jovens e crianças menores de 15 anos realizando o transporte de água é maior na comunidade intervenção, perfazendo um total de, respectivamente, 15,7% (13) e 3,6% (3).

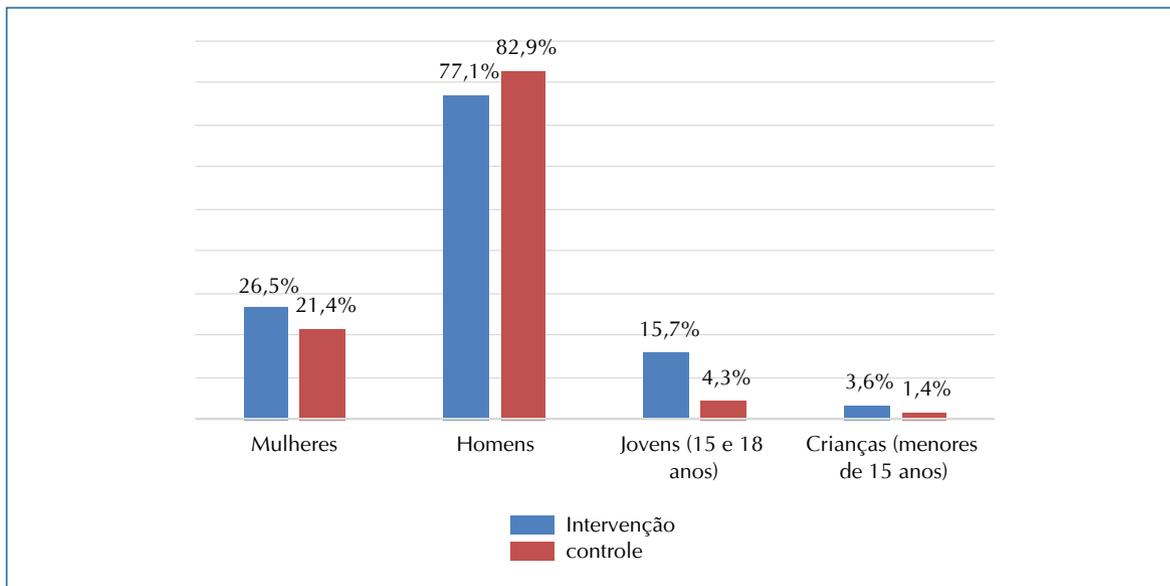


Figura 7 – Identificação do membro da família responsável pelo transporte de água, segundo os domicílios que declararam coletar água nas comunidades intervenção e controle.

5 É preciso ressaltar que, relativamente a essa variável, a pergunta do questionário permitia que os entrevistados dessem mais de uma resposta. Portanto, em alguns domicílios existem mais de um indivíduo responsável pela coleta da água.

4.5 Aspectos econômico-financeiros

O estudo da dimensão econômico-financeira busca avaliar o impacto do valor gasto para se ter acesso à água na renda das famílias, nas comunidades intervenção e controle. Para a realização da análise proposta, essa seção organiza-se em duas partes, sendo a primeira voltada para se entender quem paga, quanto paga, quais fontes de água são utilizadas e quais valores são pagos para sua utilização. Posteriormente, avaliam-se os impactos dos valores pagos para se ter acesso à água sobre a renda domiciliar.

Antes de se avaliar o impacto do valor despendido para acesso à água sobre a renda domiciliar nas comunidades intervenção e controle, é preciso destacar que a estrutura de cobrança nelas é distinta. Na comunidade intervenção, dos 232 domicílios avaliados, 94 (41%) declararam que não desembolsam valores financeiros para ter acesso à água. Nas comunidades controle, por sua vez, 86% dos domicílios estavam com ligações de água ativas e 29 dos domicílios entrevistados (9%) declararam não desembolsar recursos para terem acesso à água. Na comunidade intervenção, dentre as fontes utilizadas, o recurso desembolsado se dá para o transporte da água (tração manual e animal), sendo o pagamento pelo transporte da água destacado em 65 domicílios no inverno e em 93 no verão. A aquisição de água mineral é citada por 50 e 73 domicílios, no inverno e verão, respectivamente.

Para se compreender melhor as diferenças entre os grupos que declararam pagar ou não pelo acesso à água, a Tabela 3 compara a renda das famílias que pertencem aos dois grupos. Constata-se que, na comunidade intervenção, quanto maior a renda do grupo familiar, menor é a proporção de famílias que não paga nenhum valor para acesso à água.

Tabela 3 – Comparação entre as famílias que pagam ou não para ter acesso à água, por faixas de renda nas comunidades intervenção e controle

Localidade	Paga para ter água?	FAIXAS DE RENDA (R\$)				
		Abaixo de 362,00	De 363,00 a 724,00	De 724,00 a 1.448,00	De 1.448,00 a 2.172,00	Acima de 2.172,00
intervenção	Paga	11	23	52	29	23
		42%	50%	58%	67%	85%
	Não paga	15	23	38	14	4
		58%	50%	42%	33%	15%
Controle	Paga	51	86	117	31	27
		91%	88%	93%	94%	96%
	Não paga	5	12	9	2	1
		9%	12%	7%	6%	4%

Nas comunidades controle, para as faixas de rendimento acima de um salário mínimo, a proporção dos que não pagam pelo acesso à água é reduzida. A comparação entre os grupos que não pagam para terem acesso à água, entre as duas localidades, aponta a existência de uma grande disparidade entre as faixas de renda, principalmente as mais baixas. A diferença dos que não pagam, dentre aqueles que residem em domicílios com renda de até meio salário mínimo, chega a 49%, e na última faixa a diferença se restringe a 11%.

Uma possível explicação para as diferenças encontradas entre os dois grupos avaliados, que pertencem a menor faixa de renda (até meio salário mínimo), pode estar relacionada aos valores desembolsados para se ter acesso à água nas principais fontes de consumo. Verifica-se grande diferença entre os custos médios da água (R\$/m³) nas comunidades controle e intervenção ao se compararem as principais fontes de água utilizadas nas diferentes localidades. Na comunidade intervenção verifica-se uma mediana de R\$20,00/m³. Esse custo refere-se ao valor pago pelo transporte da água até as residências. Já nas comunidades controle, a mediana do custo da água distribuída pela rede do SAA é de aproximadamente R\$2,00/m³. Essa assimetria pode ser uma das explicações para o baixo consumo *per capita* de água na comunidade intervenção, situação exemplificada na avaliação da dimensão técnico-infraestrutural.

A Figura 8 aborda o comprometimento da renda para o acesso à água nos dois casos estudados. Pode-se constatar que, na comunidade intervenção, um grupo significativo de domicílios não compromete a própria renda para ter acesso à água, porque utiliza soluções que não envolvem diretamente o desembolso de recursos financeiros. Entretanto, o restante dos domicílios da comunidade intervenção compromete alguma parte de sua renda com o acesso à água; uma pequena fração dos que despendem

até 3% da renda (aproximadamente 19% dos domicílios), conforme recomenda o Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH) (PNUD, 2006); e aproximadamente 40% dos domicílios têm comprometimento da renda acima dos 3%.

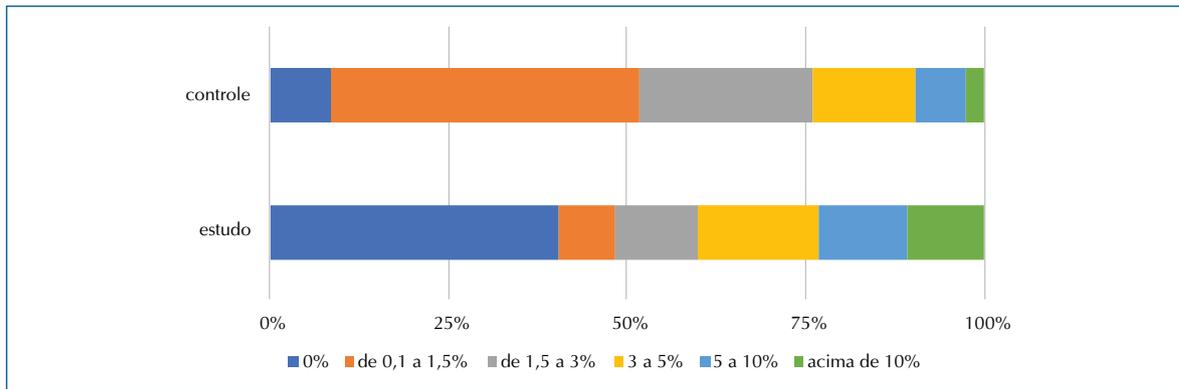


Figura 8 – Comprometimento da renda para ter acesso à água nas comunidades intervenção e controle.

Analisando-se as informações das comunidades controle, observa-se um grupo muito pequeno que não compromete a própria renda para ter acesso à água, o que, por sua vez, se deve ao fato de existirem domicílios sem conexão à rede ou com ligação cortada. Nas comunidades controle pode-se observar que 67% dos domicílios comprometem até 3% da renda com a aquisição de água e que existe um grupo representado por aproximadamente 24% dos domicílios que compromete um valor acima de 3% da renda para tal acesso.

Pode-se constatar, mesmo que de forma preliminar, que a mediana do comprometimento da renda para se ter acesso à água, na comunidade intervenção, está um pouco acima da mediana das comunidades controle. Entretanto, a proporção de domicílios que comprometem a renda acima do limite de 3% estabelecido pelo RDH (PNUD, 2006) é maior na comunidade intervenção, ao mesmo tempo em que a proporção de domicílios que não comprometem a renda para terem acesso à água também é maior nessa comunidade.

Vale destacar que, ao longo da aplicação do questionário nos domicílios e da observação direta nas comunidades controle, foi possível perceber que, apesar de muitos domicílios terem água da rede de distribuição há vários anos, a memória da condição de escassez de água antes do acesso ao SAA se mantém presente. Essa situação veio à tona em diversos relatos, principalmente quando se perguntava sobre a percepção em relação aos valores desembolsados para o acesso à água. Assim, a

percepção de um custo e preço como caro ou barato, pode estar, muitas vezes, relacionada à experiência anterior de uso da água.

Para se entender melhor as características do comprometimento da renda com o acesso à água e suas possíveis implicações é interessante analisar o comportamento dessa variável por meio das diferentes faixas de renda. As Figuras 9 e 10 mostram, em ambas as comunidades, o comprometimento da renda para cada uma das seguintes faixas de renda: até meio salário mínimo⁶ (R\$ 362,00); entre meio e um salário mínimo (R\$ 724,00); de um a dois salários mínimos (R\$ 1.448,00); de dois a três salários mínimos (R\$ 2.172,00); e acima de três salários mínimos. Na comunidade intervenção constata-se que na maior parte dos domicílios com rendimentos de até um salário mínimo o comprometimento da renda se encaixa em uma das duas situações mais extremas.

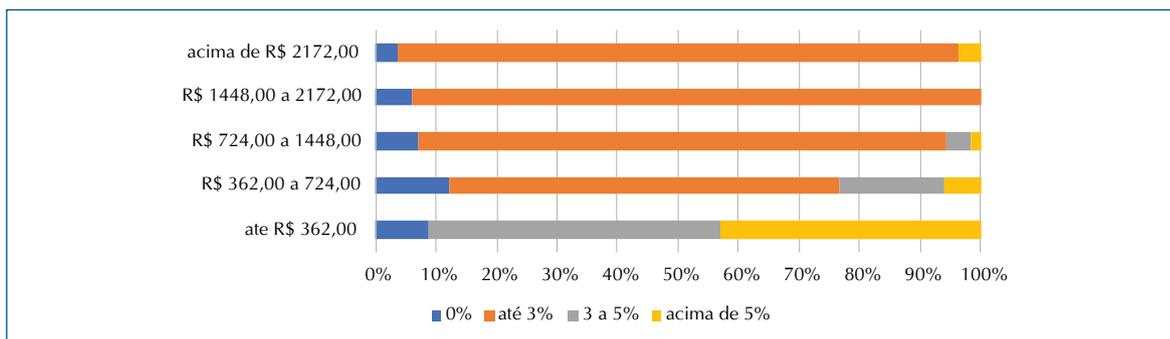


Figura 9 – Comprometimento da renda para o acesso à água nas comunidades controle, segundo categorias de faixas de renda e da renda comprometida, frente às categorias de renda domiciliar.

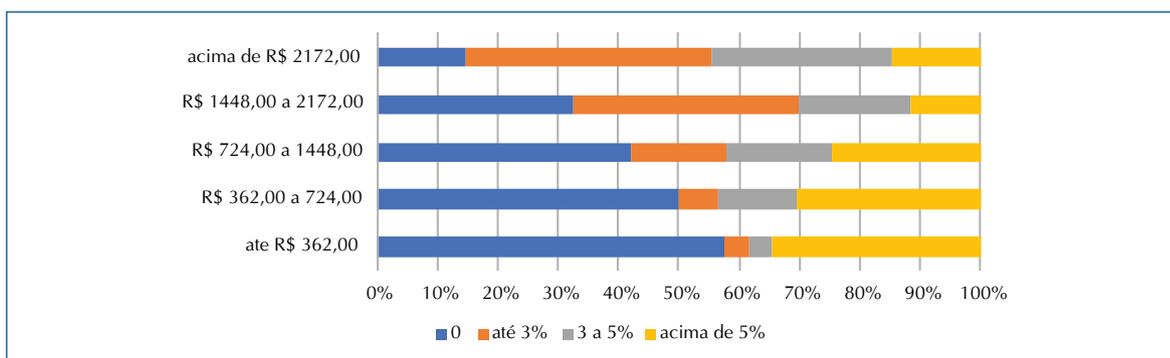


Figura 10 – Comprometimento da renda para o acesso à água na comunidade intervenção, segundo categorias de faixas de renda e da renda comprometida, frente às categorias de renda domiciliar.

6 Valor referente ao salário mínimo vigente em 2014 (BRASIL, 2016).

Apesar de existir menor desigualdade nas comunidades controle em relação aos aspectos do comprometimento da renda familiar para o acesso à água, a sua existência deve ser examinada a fim de que possa ser eliminada. Pode-se inferir da análise anterior que a estrutura de tarifação única praticada pelo modelo SISAR pode não ser a opção mais adequada para a realidade de grupos sociais tão desiguais. Apesar de a tarifa do SISAR – CE ser subsidiada, essa última é calculada da mesma forma para todos os consumidores, não havendo subsídios específicos para os clientes com menor poder aquisitivo. Desse modo, o sistema de subsídio acaba beneficiando da mesma maneira domicílios com renda familiar muito diferente.

4.6 Dimensão saúde

Nas comunidades estudadas o acesso ao serviço de abastecimento de água reflete o quadro de prevalência de diarreia. Em Cristais (comunidade intervenção), 8,3% das crianças menores de cinco anos tiveram episódios de diarreia em pelo menos um dos três dias anteriores à aplicação do questionário. No Complexo de Itapeim, nenhuma mãe ou responsável relatou qualquer episódio de diarreia no mesmo período. Apesar da baixa proporção de crianças que tiveram episódios de diarreia em Cristais, os resultados sugerem que na comunidade sem SAA as crianças de até cinco anos estão mais vulneráveis a doenças diarreicas, apesar da importante atuação dos Agentes Comunitários de Saúde.

A prevalência de parasitoses intestinais foi significativamente baixa em ambas as comunidades, sem histórico de morte a elas relacionadas. Em Cristais, 13,5% das crianças apresentaram algum tipo de parasitose intestinal. No Complexo de Itapeim, essa proporção foi de apenas 3,2%. O SAA é uma importante ferramenta de promoção à saúde, principalmente de crianças de até cinco anos que são mais sensíveis à falta de saneamento. Por isso a presença do SAA nas comunidades controle pode estar associada às baixas proporções de parasitoses intestinais encontradas nessa localidade. Das parasitoses diagnosticadas com o exame de fezes, *Giardia lamblia* foi a mais comum em Cristais, porém não houve nenhuma contaminação por esse protozoário no Complexo de Itapeim que apresentou índices semelhantes de *Iodamoeba butschlii* e *Endolimax nana*. É importante, porém, ressaltar que uma mesma criança pode apresentar mais de uma parasitose intestinal.

A relação entre prevalência de diarreia ocasionada por doenças diarreicas e a má nutrição é complexa. Crianças malnutridas tendem a apresentar mais episódios de diarreia. Por outro lado, episódios de diarreia afetam negativamente o estado nutricional da criança. A má nutrição, principalmente quando associada a episódios de diarreia, pode resultar na diminuição do rendimento escolar e abandono da esco-

la, podendo gerar problemas econômicos na fase adulta (BROWN, CAIRNCROSS & ENSINK, 2013).

Em Cristais, a distribuição de acordo com o referencial peso/altura das crianças menores de cinco anos e a distribuição de acordo com o sexo, com nível de significância de 5%, não apresentaram desvios significantes em relação à distribuição do escore z determinado pela OMS. Para diferentes idades, a Figura 11 mostra que as crianças de até cinco meses estão abaixo do escore z determinado pela OMS, e essa condição só se converte em crianças de um a dois anos. Isso significa que a relação peso/altura das crianças menores de um ano não condiz com o padrão determinado pela OMS, ou seja, essas crianças não se desenvolveram conforme o esperado (WHO, 2006). Nenhuma das crianças dessa faixa etária apresentou parasitose intestinal. Pode-se associar essa condição a problemas na amamentação ou a alguma doença não parasitária.

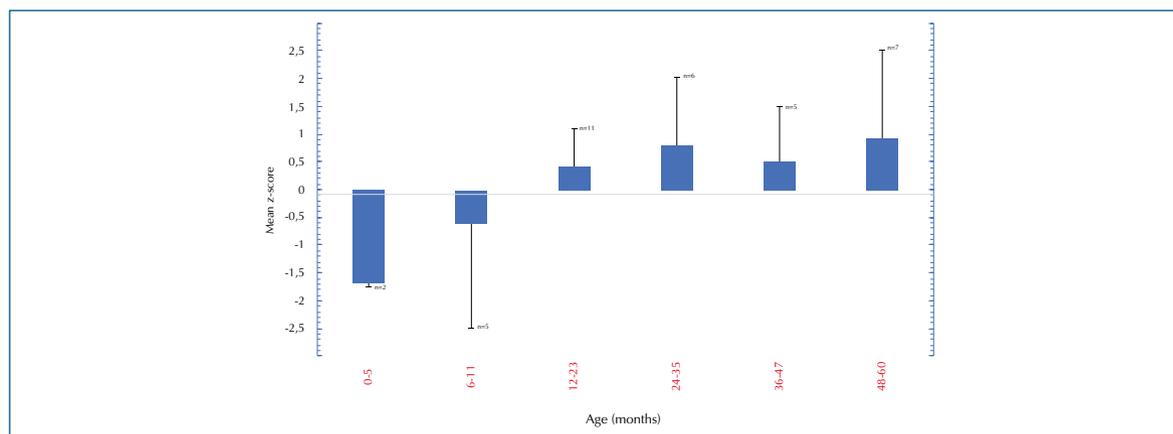


Figura 11 – Distribuição do referencial peso/altura das crianças menores de cinco anos, por idade, na localidade de Cristais.

No Complexo de Itapeim, a distribuição de acordo com o referencial peso/altura das crianças menores de cinco anos e a distribuição de acordo com o sexo, com nível de significância de 5%, também não apresentaram desvios significantes em relação à distribuição do escore z determinado pela OMS. Para diferentes idades (Figura 12), apenas as crianças de seis a 11 meses estão abaixo do valor de escore z determinado pela OMS (WHO, 2006). A única criança que apresentou parasitose intestinal no Complexo de Itapeim não está dentro dessa faixa etária. Não se pode associar tais valores a doenças diarreicas.

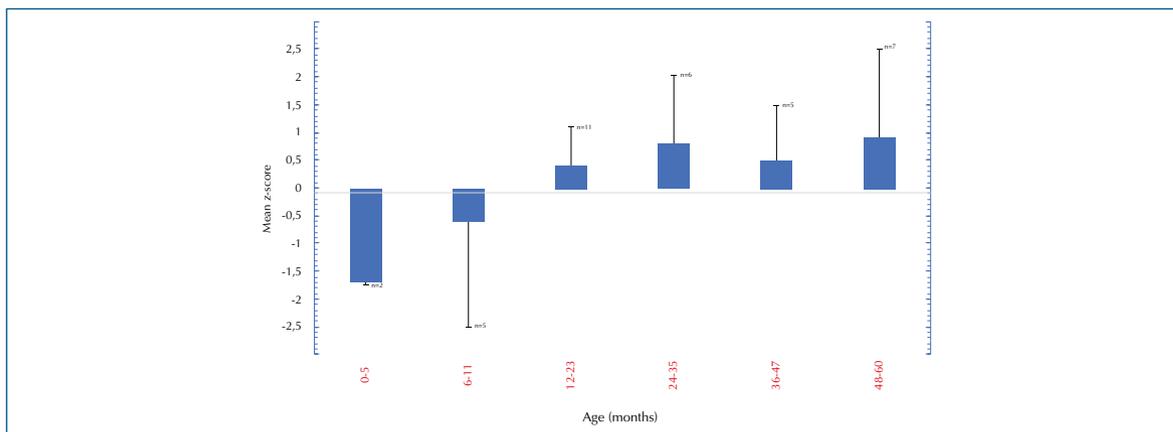


Figura 12 – Distribuição do referencial peso/altura das crianças menores de cinco anos, por idade, na localidade do Complexo de Itapeim.

Os resultados aqui apresentados podem ser atribuídos à mudança de paradigma de atenção à saúde no país. As ações em saúde não priorizam mais a atenção curativa centrada no indivíduo, e sim a atenção focada na promoção e proteção da saúde no nível comunitário, tendo como marco o Programa Saúde da Família⁷. Nas duas comunidades, os Agentes Comunitários de Saúde são importantes atores na promoção da saúde infantil. As crianças são acompanhadas mensalmente por esses profissionais que pesam, ministram vitaminas e medicamentos anti-helmínticos. Essas ações de prevenção de doenças podem corroborar os dados antropométricos, a baixa prevalência de diarreia e a presença de parasitoses intestinais em crianças menores de cinco anos.

5. Conclusão

Historicamente, as políticas para o saneamento rural no Brasil foram apartadas das realidades e especificidades dos lugares nos quais as mesmas deveriam ser implantadas. Ao mesmo tempo, o público-alvo dessas políticas pouco participava da concepção e gestão de soluções e/ou implantação de sistemas de saneamento básico a ele destinado. Recorrentemente, esse público era tratado como sujeito passivo por quem formulava e promovia tais políticas, ao mesmo tempo em que esse mesmo público pouco se mobilizava.

⁷ O Programa Saúde da Família (1994) pode ser considerado um “marco na incorporação da estratégia de atenção primária na política de saúde brasileira” (SCOREL *et al.*, 2007).

Nesse sentido, a experiência do SISAR apresenta uma possibilidade de inovação sócio-técnica, tendo em vista que partilha responsabilidades com as comunidades que receberam os sistemas de saneamento. Essas comunidades deixam de ser tratadas como sujeitos passivos que receberão alguma benevolência do Estado para se inserirem em um processo em que terão responsabilidades partilhadas com outros atores sociais e deverão assumir os sistemas, embora o programa não defina, previamente, qual o tempo necessário para que as comunidades assumam com mais intensidade a gestão do saneamento.

Pode-se depreender dos dados e informações aqui apresentados que os impactos do SISAR sobre as comunidades visitadas são expressivos. Ganhos de diversas naturezas: tempo livre, menos esforço físico, higiene, saúde física e mental, tudo revertido em qualidade de vida para as populações do semiárido. Talvez o ponto de maior fragilidade seja a participação social, primeiramente vista como frequência às reuniões das associações e, depois, como participação efetiva na vida das comunidades. Manter essa participação tem sido considerado um desafio para os diretores e presidentes das associações, e mesmo para vários moradores. A redução da participação após a conquista do sistema de água pode levar ao enfraquecimento das comunidades e a sua estagnação.

A não-visão de outros aspectos importantes para a melhoria das condições de vida, como equipamentos culturais, de saúde, de educação, de lazer, de transporte, melhores condições de acesso (estradas pavimentadas), melhoria da qualidade da água, coleta e disposição de resíduos, equipamentos para a agricultura, projetos de geração de renda, dentre tantos outros, pode significar manter as comunidades em estágio de desenvolvimento embrionário, como hoje a maioria ainda se encontra.

Embora vários dos entrevistados demonstrem essa visão de melhoria constante e necessária, os relatos de outros tantos são no sentido de que, com o envelhecimento das populações e com o êxodo dos jovens, as comunidades correm o risco de ficarem sem lideranças e estagnarem. Algumas delas têm-se movimentado no sentido de buscar reverter esse movimento de saída da juventude, criando eventos culturais, por exemplo; outras, buscando tornar as reuniões das associações mais interessantes.

Mas é de se perguntar, no entanto, se essas ações, mais no nível local, serão suficientes para manter os jovens em suas comunidades e para desenvolver novas lideranças. Não se pode imputar ao SISAR, por outro lado, a responsabilidade por manter as comunidades vivas e atuantes, uma vez que isso talvez fuja ao seu escopo, que é mais singelo e instrumental, qual seja, prover sistemas de abastecimento de água às comunidades. Assim, políticas públicas de cunho social e de desenvolvimento econômico são necessárias para reverter o quadro de abandono do campo pela juventude,

que ali não está, de modo geral, enxergando possibilidades de avanço nem atrativos ou estímulos. Melhorias na educação, tanto nas séries iniciais quanto no ensino médio, programas de geração de renda, equipamentos culturais, melhorias na área de saúde, melhorias no acesso rodoviário às comunidades, programas para melhorias nas habitações, equipamentos para a prática de esportes, dentre outros, são necessários para ajudar a manter os jovens na zona rural.

No caso específico das comunidades intervenção (Cristais) e controle (Complexo de Itapeim), a compreensão dos impactos da implantação do SAA pelo SISAR e sua inovação através da gestão comunitária traz insumos para o desenvolvimento das políticas públicas. Em suma, nas comunidades avaliadas existe uma situação de baixo consumo *per capita* de água, sendo que para a comunidade sem SAA a proporção desse grupo é significativamente maior e, apesar de o consumo *per capita* ser significativamente superior na comunidade com SAA gerido pelo SISAR, essa diferença poderia ser ainda maior caso ocorresse a implantação de estruturas intradomiciliares e a difusão do funcionamento da estrutura de medição e do sistema de cobrança. Por outro lado, a diferença nos volumes de água consumidos nas duas comunidades demonstra mudanças nos hábitos de higiene, ampliando-se os volumes de água usados em atividades de higiene pessoal e doméstica, o que se reverte na prevenção de doenças transmitidas pela água.

Em ambas as comunidades existe um comprometimento da renda familiar para o acesso à água acima dos 3% preconizados pelo RDH porém, para a comunidade de Cristais (intervenção), a proporção da população que compromete a renda acima do valor recomendado é maior. A relação entre o valor desembolsado nos domicílios para ter acesso à água e o valor gasto para obter produtos utilizados para a alimentação, higiene e limpeza é significativamente diferente entre a comunidade intervenção e controle, principalmente para a faixa superior a 10% de comprometimento da renda. Além disso, o custo médio da água, comparando-se o custo da água nas principais fontes de abastecimento nas duas comunidades, água transportada por terceiros em Cristais e a água proveniente do SAA no Complexo de Itapeim, pode ser um fator que exemplifica a forte desigualdade entre as comunidades estudadas, tanto em relação aos volumes de consumo *per capita* quanto aos elementos da dimensão econômico-financeira. É significativa a diferença do custo *per capita* para o acesso à água entre as comunidades intervenção e controle, o que sugere a possibilidade dessa diferença ser maior do que o valor de amortização *per capita* para implantação de um SAA em Cristais.

Apesar de ser um impulso uma comunidade rural ter um SAA gerido pelo SISAR, outras ações (infraestruturais ou não) far-se-ão necessárias para ampliar o avanço no acesso à água como preconiza a definição da ONU de direito humano à água. Por

exemplo, a estrutura de cobrança tarifária do SISAR deve ser reestruturada de forma a reduzir o comprometimento da renda familiar, principalmente dos domicílios desprovidos do mínimo necessário para satisfazer as necessidades básicas. Outro aspecto emblemático que se relaciona intrinsecamente com os direitos humanos é o acesso a estruturas para defecação, dado que a existência do esgotamento sanitário (banheiro domiciliar) não condiciona o uso da infraestrutura, tendo sido verificado um grupo de domicílios com presença de banheiro e com algum membro da família defecando a céu aberto.

A atuação dos Agentes Comunitários de Saúde é de extrema importância na promoção e proteção da saúde nas duas comunidades estudadas. A mudança do paradigma da saúde que passa a ser centrado em ações comunitárias de prevenção deve ser tomada em conjunto com a construção do SAA contribuindo para: baixos níveis de contaminação parasitológica; baixos índices de prevalência de diarreia; índices nutricionais próximos aos valores de referência estabelecidos pela OMS.

A forma de gestão inovadora do SISAR, que busca o empoderamento através da participação comunitária, pode ser um importante fator na garantia da adesão ao SAA pela maior parte da comunidade. Para a saúde coletiva, a universalização do serviço pode ser determinante no sucesso da promoção à saúde. Por outro lado, apesar de buscar o empoderamento, o SISAR não consegue se articular com atores importantes nas comunidades que poderiam contribuir com a maior participação comunitária, como os Agentes Comunitários de Saúde e os Agentes Epidemiológicos, o que poderia aumentar a efetividade das ações do SISAR.

6. Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa e indicativos de custos

Os resultados apontam para avanços importantes nas comunidades no tocante aos quatro componentes do empoderamento. A transparência e a responsabilidade ligadas aos membros das associações comunitárias, operadores e diretorias dessas associações e aos funcionários do SISAR são reconhecidas e valorizadas, gerando confiança e credibilidade, e representam exemplos positivos na comunidade.

A organização comunitária é reconhecida, igualmente, como evolução, a partir das inúmeras reuniões, mutirões e encontros, ao longo dos anos, tornando as comunidades mais fortalecidas. A participação social também se fortaleceu e amadureceu, embora seja sempre citada como desafio constante. A informação e a aprendizagem, fundamentais para a compreensão de todo o processo de mudança comunitária, são reputadas como eficientes e positivas, na medida em que têm trazido novas concep-

ções de mundo e novas compreensões do contexto social, político e econômico das comunidades.

Manter essa participação tem sido um grande desafio e a Funasa poderia ser uma entidade promotora de ações que valorizem a estrutura consolidada pelo SISAR, multiplicando tal dinâmica nas comunidades nas quais realizam intervenções e provêm apoio técnico. A estrutura de gestão do SISAR revela-se um exemplo a ser seguido.

A proposição e validação de indicadores ligados ao empoderamento é um importante contributo do trabalho, por meio dos seguintes aspectos:

- 1) de participação social, representados pelo número de participantes em reuniões comunitárias por ano; número de contatos feitos junto ao poder público para demandar serviços, por ano;
- 2) de acesso à informação, que correspondem ao número de participantes em reuniões de informação ou de lideranças, aumento de acesso à internet ou telefone celular;
- 3) de inclusão, relativos ao incremento da percepção, evidenciada nos discursos dos moradores, de serem “parte” da comunidade, aumento na participação em eventos comunitários sociais ou culturais;
- 4) que garantam a transparência do processo, representados pelo número de participantes em reuniões para discutir a prestação de contas e a “contabilidade” do SISAR do qual faz parte, na comunidade e fora dela, número de participação em reuniões para tratar de aspectos internos do SISAR, tais como decisões, critérios de atendimento, problemas com o sistema e manutenções;
- 5) de organização local, delineados a partir do número de cooperativas ou grupos de trabalho surgidos a partir do SISAR e número de reuniões para resolver problemas com os serviços de água e esgoto.

Indicadores relacionados à área educacional, tais como a taxa de assiduidade às aulas e os percentuais de melhoria de desempenho de alunos em comunidades com água e esgoto, também são instrumentos poderosos na qualificação do empoderamento comunitário.

Como importante contribuição da pesquisa, a consolidação de um banco de dados com informações quantitativas e qualitativas sobre a situação socioeconômica, de saúde, de saneamento, de engajamento da comunidade, que podem ser relevantes para a caracterização do antes e do depois da instalação do SISAR. Esse banco de dados poderá subsidiar outras pesquisas, aportando elementos também para o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR).

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). Educação. Poços para captação de água. DEFINIÇÕES. Disponível em: <goo.gl/uCGWE6>. Acesso em 27 dez 2016.

BRASIL, Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, 2014. Disponível em: <goo.gl/KbtpvQ>. Acesso em: 3 out. 2014.

_____. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p. Disponível em: <goo.gl/2GQSkQ>. Acesso em: 16 dez. 2014.

_____. Lei nº 11.445. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. 05.jan.2007.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial União, Brasília, v. 239, p. 39-46, Seção 1, 14 dez. 2011.

_____. Ministério do Trabalho. Evolução do Salário Mínimo – Legislação 1940 – 2016. Disponível em: <goo.gl/OC0uO7>. Acesso em 27 dez 2016.

BROWN, J.; CAIRNCROSS S.; ENSINK, J.H.J. Water, sanitation, hygiene and enteric infections in children. Arch Dis Child; 0:1–6, 2013

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. *Environmental health engineering in the tropics: an introductory text*. John Wiley & Sons Ltd, 1993. 306 p.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ (CAGECE). Sistema Integrado de Saneamento Rural. Disponível em: <goo.gl/dw32zt>. Acesso em 27 dez 2016.

CORTEZ, H. Modelo de gestão SISAR – Ceará. Apresentação Reunião Projeto DESAFIO. Recife, 2013

SCOREL, S., GIOVANELLA, L., MENDONÇA, M. H. M. D., & SENNA, M. D. C. M. O Programa de Saúde da Família e a construção de um novo modelo para a atenção básica no Brasil. 2007. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health, 21(2), p. 164-176.

GOMES, U. A. F. ÁGUA EM SITUAÇÃO DE ESCASSEZ: ÁGUA DE CHUVA PARA QUEM? Tese de Doutorado. DESA/UFMG. Belo Horizonte, 2012.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Desenvolvimento Local. Projeto São José. Disponível em: <goo.gl/Qwq5Pc>. Acesso em: 16 dez. 2014.

HEIKKILA, T.; GERLAK, A. K. Building a Conceptual Approach to Collective Learning: Lessons for Public Policy Scholars. *The Policy Studies Journal*, Vol. 41, No. 3, 2013. Wiley Periodicals, USA.

HOWARD, G.; BARTRAM, J. Domestic water quantity, service level, and health. Geneva: World Health Organization, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censos demográficos de 1991, 2000 e 2010. Dados da Amostra.

OSTROM, E. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, 1990.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório do Desenvolvimento Humano. 2006. 1101 p. Disponível em: <goo.gl/MtZFRC>. Acesso em: 10 set. 2014.

ROULET, E.; FILLIETTAZ, L.; GROBET, A.; BURGER, M. *Un modèle et un instrument d'analyse de l'organisation du discours*. Bern: Peter Lang. 2001.

UNICEF; World Health Organization. *Post-2015 WASH targets and indicators*, 2013. Disponível em: <goo.gl/3dP9wd>. Acesso em: 26 dez. 2014.

WALLERSTEIN, N. What is the evidence on effectiveness of empowerment to improve health? Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (Health Evidence Network report). 2006. In: <goo.gl/EGl4P1, acesso em 15 julho de 2011.>. Acesso em 27 dez 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO child growth standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. WHO (nonserial publication). Geneva, Switzerland: WHO, 2006.



Sistemas de tratamento para desfluoretação parcial de águas subterrâneas com presença de flúor superior à estabelecida na Portaria MS nº 2.914/2011

Coordenador da Pesquisa: Adilson Ben da Costa

Participantes: Eduardo Lobo Alcayaga, Alcido Kirst, Ênio Leandro Machado, Rosana de Cassia de S. Schneider, Liane Mahlmann Kipper, Dionei Minuzzi Delevati

Instituição Executora: Departamento de Biologia e Farmácia – Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)

Instituição Conveniente: Associação Pró Ensino em Santa Cruz (APESC)

Resumo

Esse estudo teve como objetivo o desenvolvimento de sistemas para a remoção do excesso de fluoreto de águas subterrâneas, adequando-as ao consumo humano conforme a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde do Brasil. Assim, foram desenvolvidos dois sistemas distintos de desfluoretação utilizando carvão ativado de osso. O sistema de desfluoretação por adsorção, usando 6 kg de carvão ativado de osso, foi adequado para a instalação no ponto de uso, com uma vazão de até 36 L.h⁻¹, com um investimento de aproximadamente R\$ 600,00. O sistema de precipitação por contato, usando 235 kg de carvão ativado de osso, foi adequado para atender a demanda de redes de abastecimento de água de pequenas comunidades, com um investimento de R\$ 11.000,00, atuando com uma vazão de 600 L.h⁻¹. Contudo, esse mesmo sistema pode ser atualizado para suportar vazões de até 2.800 L.h⁻¹, sem prejuízo à qualidade da água. Os resultados dessa pesquisa foram utilizados, também, para produzir um manual para montagem e operação dos sistemas para desfluoretação de águas de abastecimento, no intuito de socializar essa tecnologia para o fornecimento de água potável em diferentes comunidades do Brasil.

Palavras-chave: Saúde Pública, Fluoreto, Carvão Ativado de Osso, Adsorção, Precipitação por Contato.

Abstract

This work had as its objective the development of systems for the removal of fluoride excess from groundwater, adjusting the water quality to human consumption, according to Resolution nº 2.914/2011 by the Health Ministry of Brazil. Thus, two different defluoridation systems using activated bone charcoal were developed. The defluoridation system by adsorption, using 6 kg of the bone charcoal, was suitable to installation at consumption points, with a flow rate of about 36 L.h⁻¹ and with an investment around R\$ 600.00. The defluoridation system by contact precipitation using 235 kg of bone charcoal was suitable for small communities water supply networks, with an investment of about R\$ 11,000.00, providing a flow rate of about 600 L.h⁻¹. However, the same system can be upgraded up to 2,800 L.h⁻¹, without damage to water quality. The results of this research were used to produce a technical manual of assembly and operation of these systems in order to socialize this technology for drinking-water supply in different communities of Brazil.

Keywords: Public Health, Fluoride, Activated Bone Charcoal, Adsorption, Contact Precipitation

1. Introdução

No Brasil, e particularmente no interior do estado do Rio Grande do Sul, muitos municípios não dispõem de um sistema público de abastecimento de água, sendo que os que o possuem limitam-se apenas à área urbana do município. Em virtude disso, as comunidades que não dispõem de água tratada utilizam a água proveniente de poços e fontes naturais, denominados sistemas alternativos de abastecimento. Em muitos casos, contudo, a água dessas fontes não apresenta condições de ser consumida sem um tratamento prévio, devido ao fato de algumas características físicas, químicas ou microbiológicas apresentarem valores em desacordo com os padrões de potabilidade.

No que se refere às características químicas da água, a concentração de fluoreto, particularmente, tem chamado atenção de diferentes grupos de pesquisa em todo o Brasil. De fato, a ocorrência de fluorose dental em crianças vem sendo diagnosticada na região dos Vales do Rio Pardo e Rio Taquari, RS, como uma patologia associada ao consumo prolongado de água com excesso de fluoreto (COSTA e LOBO, 1997).

A Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), ciente da gravidade do problema, vem desenvolvendo desde 1996 estudos voltados à confecção de um sistema eficiente e de baixo custo, capaz de reduzir a concentração de fluoreto na água de abastecimento até valores adequados ao consumo humano, com o propósito de erradicar a fluorose dental nas comunidades que utilizam água subterrânea para abastecimento (COSTA e LOBO, 1997; COSTA *et al.*, 2010).

Entretanto, apesar da eficiência desse sistema de desfluoretação, a capacidade de adsorção de fluoreto pelo carvão ativado de osso, em torno de $1.033 \pm 15 \text{ mg.L}^{-1}$, restringe sua aplicação apenas para filtros residenciais, e instalados no ponto de consumo. Isso se constitui numa importante limitação para sua popularização no tratamento de água, pois impede sua utilização como sistema coletivo para o tratamento da água em estabelecimentos comerciais, indústrias e escolas onde volumes maiores de água são consumidos diariamente.

Além disso, o processo artesanal de montagem dos filtros exige habilidades técnicas especiais dos usuários e, mesmo assim, frequentemente são detectados problemas de vazamento, prejudicando o correto funcionamento do processo de adsorção.

Dessa forma, estudos complementares sobre a eficiência do carvão ativado de osso têm sido desenvolvidos pela UNISC, através de trabalhos de conclusão de cursos e bolsas de iniciação científica. Os resultados desses trabalhos têm indicado que a adição de sais de cálcio e fósforo ao carvão ativado de osso permite aumentar sua eficiência de remoção de fluoreto entre 2,3 e 3,6 vezes, além de uma redução no tempo de equilíbrio (tempo de contato entre o carvão e a água) de 90 minutos para menos de 20 minutos. Esse processo é denominado precipitação por contato, que apesar de não totalmente elucidado quanto ao seu mecanismo, diferentes autores o têm utilizado para aumentar a eficiência de materiais na remoção de fluoreto (SAHA, 1993; DAHI, 1997; LARSEN e PEARCE, 2002; WHO, 2006).

Assim, esse projeto de pesquisa dá continuidade a um extenso programa de pesquisa na área de abastecimento de água, que o grupo de pesquisa em Limnologia da UNISC vem realizando há quase duas décadas, contando sempre com o apoio de órgãos de fomento à pesquisa, tanto estaduais como federais, especialmente do Ministério da Saúde, através da Fundação Nacional de Saúde (Funasa).

2. Objetivos

Esse projeto de pesquisa tem como objetivo desenvolver sistemas para a remoção do excesso de flúor de águas subterrâneas, adequando-as ao consumo humano conforme a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), e elaborar

um manual técnico para a remoção de flúor de águas de abastecimento em pequenas comunidades.

2.1 Objetivos específicos

- Otimizar a eficiência do carvão ativado de osso na remoção de fluoreto da água de abastecimento pela implementação da técnica de adsorção com precipitação por contato.
- Construir um sistema de filtração para desfluoretação, de uso doméstico, utilizando carvão ativado de osso granulado e fibra de polipropileno como meio filtrante.
- Construir um sistema de filtração para desfluoretação, de uso coletivo, utilizando carvão ativado de osso.
- Avaliar a eficiência dos sistemas de desfluoretação em condições reais de operação.
- Avaliar a segurança dos sistemas de desfluoretação segundo a NBR 14.908/2004.
- Elaborar um manual técnico sobre a utilização do carvão ativado de osso em sistemas de remoção de fluoreto.
- Realizar uma oficina técnica para divulgação dos resultados da pesquisa.

3. Metodologia

3.1 Meio adsorvente e fonte de água subterrânea utilizados

No desenvolvimento desse projeto de pesquisa foi utilizado, como meio adsorvente, o carvão ativado de osso granulado (20 x 60 *mesh*) produzido pela empresa Bonechar – Carvão Ativado do Brasil Ltda. Esse material já foi amplamente estudado pela equipe proponente desse projeto de pesquisa (COSTA, 2010; LOBO *et al.*, 2013) e tem sua eficiência comprovada na remoção de fluoreto de águas de abastecimento.

Como fonte de água subterrânea foi utilizada a água da rede de abastecimento da UNISC em Santa Cruz do Sul, RS, a qual utiliza dois poços tubulares profundos cuja concentração de fluoreto varia entre 2,5 e 4,0 mg.L⁻¹.

3.2 Ensaio de desfluoretação de águas de abastecimento

Os estudos de desfluoretação de águas de abastecimento foram conduzidos de forma a abranger diferentes possibilidades de uso do carvão ativado de osso. Assim, sua aplicação foi avaliada em filtros domésticos (ou para uso em escolas), instalados no ponto de consumo, bem como em sistemas coletivos para o tratamento de água para abastecimento público de pequenas comunidades.

3.2.1 Sistema de desfluoretação de uso doméstico ou escolar

Os sistemas de filtração foram desenvolvidos a partir de tanques de fibra de vidro (Structural® PolyGlass®), adquiridos junto a empresa Pentair Hidro Filtros do Brasil Ltda.

Esses sistemas de filtração foram construídos com 6 kg de carvão ativado de osso, com diâmetro de partícula de 20 x 60 *mesh*, e instalados no próprio campus da UNISC em Santa Cruz do Sul, RS. Assim, um filtro foi instalado em um bebedouro localizado no Bloco 12, enquanto os outros quatro filtros foram instalados em três bebedouros e em uma cozinha, localizados no Bloco 8. Todos os sistemas de filtração foram equipados com um hidrômetro e um filtro auxiliar de polipropileno, com 5 µm de grau de filtração.

A Figura 1 e a Tabela 1 apresentam detalhes do projeto desses sistemas de filtração.



Figura 1 – Ilustração do sistema de filtração proposto nesse estudo. A – Filtro de carvão ativado de osso montado em uma estrutura de fibra de vidro (Structural® PolyGlass®); B – Filtro instalado em um bebedouro escolar.

Tabela 1 – Características dos sistemas de filtração instalados em quatro bebedouros e em uma cozinha no campus da UNISC em Santa Cruz do Sul, RS

Informações	Unid.	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4	Filtro 5
Local de instalação		Bebedouro Bloco 12	Bebedouro Bloco 8	Bebedouro Bloco 8	Bebedouro Bloco 8	Cozinha Bloco 8
Data de instalação		11/07/2013	27/07/2013	27/07/2013	27/07/2013	03/09/2013
Final do monitoramento		03/08/2016	03/08/2016	03/08/2016	03/08/2016	03/08/2016
Diâmetro interno	m	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229
Altura total (sem base)	m	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Capacidade total	L	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Área de superfície	m ²	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041
Massa de carvão	kg	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Densidade do carvão	kg.L ⁻¹	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675
Volume de carvão	L	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
Altura da coluna de carvão	m	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

3.3 Sistema de desfluoretação para abastecimento coletivo

Nessa etapa do projeto foram construídos três sistemas de desfluoretação, identificados como FT1, FT2 e FT3. Os sistemas FT1 e FT2 foram montados a partir de tanques de fibra de vidro (Structural® PolyGlass®) com capacidade total de 44,7 L. O sistema FT3 foi montado a partir de um tanque de fibra de vidro (Structural® Composite), com capacidade total de 458 L. Esses tanques foram adquiridos junto à empresa Pentair Hidro Filtros do Brasil Indústria e Comércio de Filtros Ltda.

Os sistemas FT1 e FT2 utilizaram cada um 25 kg de carvão ativado de osso (20 x 60 *mesh*), e foram testados junto ao Laboratório de Hidrologia da UNISC. O sistema FT3, com 235 kg de carvão, foi instalado para o tratamento da água da rede de abastecimento do Bloco 12 do Campus da UNISC de Santa Cruz do Sul, RS (Tabela 2).

Tabela 2 – Características dos sistemas de desfluoretação FT1, FT2 e FT3

Informações	Unid.	FT1	FT2	FT3
Local de instalação		Área de testes do Bloco 12	Área de testes do Bloco 12	Rede de abastecimento do Bloco 12
Data de instalação		29/05/2014	02/07/2014	06/04/2016
Tempo de monitoramento	dia	107	164	145
Diâmetro interno	m	0,229	0,229	0,571
Altura total (sem base)	m	1,24	1,24	1,79
Capacidade total	L	44,7	44,7	451
Área de superfície	m ²	0,041	0,041	0,256
Massa de carvão	kg	25	25	235
Volume de carvão	L	37	37	348
Altura da coluna de carvão	m	1,10	1,10	1,36

O processo de desfluoretação iniciou pelo mecanismo de adsorção, o qual foi conduzido até a saturação do carvão ativado, identificada no instante em que a concentração de fluoreto na água tratada atingiu, ao menos, 95% da concentração média de fluoreto na água natural. A partir desse momento o processo de desfluoretação foi conduzido pelo mecanismo de precipitação por contato, e iniciou-se a dosagem das soluções de cálcio e fósforo. Para auxiliar na mistura dos reagentes, um reator em espiral foi instalado entre o ponto de confluência dos reagentes e o filtro de carvão ativado de osso. Os sistemas de filtração FT1 e FT2 foram equipados com um filtro auxiliar de polipropileno de 5 µm de grau de filtração e, o filtro FT3 com um filtro auxiliar de 50 µm de grau de filtração. As Figuras 2 e 3, e as Tabelas 3 e 4 apresentam esses sistemas.

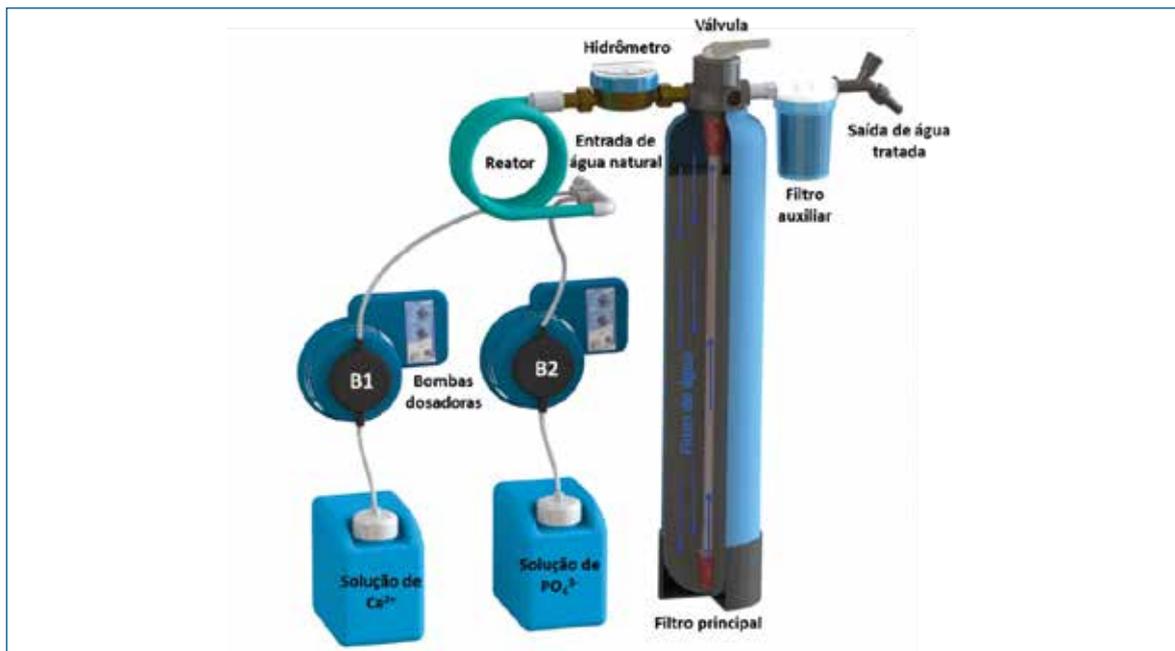


Figura 2 – Ilustração dos sistemas de desfluoretação por adsorção e precipitação por contato FT1 e FT2, montados com 25 kg de carvão ativado de osso.

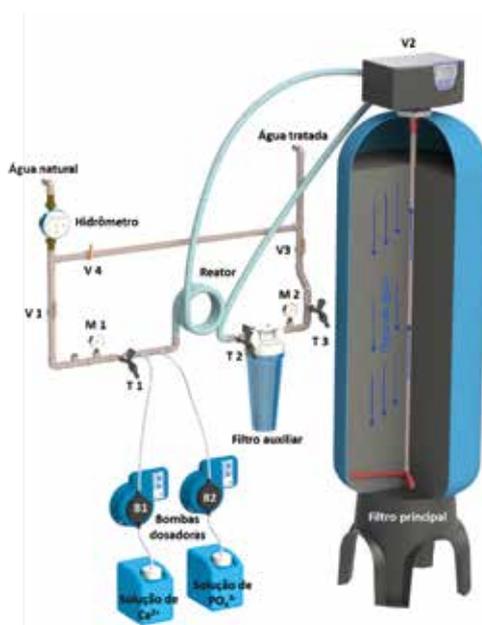


Figura 3 – Ilustração do sistema de desfluoretação por adsorção e precipitação por contato FT3, montado com 235 kg de carvão ativado de osso.

Tabela 3 – Características dos principais componentes dos sistemas de desfluoretação por adsorção e precipitação por contato FT1 e FT2

Componente	Descrição	Função
Bomba dosadora B1	Bomba dosadora de vazão variável (Q: 0-5 L.h ⁻¹)	Dosar a solução de cálcio (Ca ²⁺)
Bomba dosadora B2	Bomba dosadora de vazão variável (Q: 0-5 L.h ⁻¹)	Dosar a solução de fósforo (PO ₄ ³⁻)
Filtro auxiliar	Filtro auxiliar de polipropileno. Grau de filtração de 5 µm.	Reduzir o risco de arraste de materiais particulados
Filtro principal	Tanque de fibra de vidro, com 25 kg de carvão ativado de osso	Responsável pelo processo de desfluoretação por adsorção e precipitação por contato
Hidrômetro	Hidrômetro, vazão mín. de 30 L.h ⁻¹	Monitorar o volume de água tratada
Reator	Mangueira trançada e siliconada (13 mm x 1,5 m)	Misturar os reagentes no processo de precipitação por contato
Solução de Ca ²⁺	Reservatório de 10 ou 20 litros com solução de CaCl ₂	Reagente para o processo de precipitação por contato
Solução de PO ₄ ³⁻	Reservatório de 10 ou 20 L com solução de K ₂ HPO ₄	Reagente para o processo de precipitação por contato
Válvula	Válvula de três vias de acionamento manual	Controlar o fluxo da água nas funções: filtração, retrolavagem e lavagem

Tabela 4 – Descrição e função dos principais componentes do sistema de desfluoretação por adsorção e precipitação por contato FT3

Componente	Descrição	Função
Bomba dosadora B1	Bomba dosadora de vazão variável (Q: 0-5 L.h ⁻¹)	Dosar da solução de cálcio (Ca ²⁺)
Bomba dosadora B2	Bomba dosadora de vazão variável (Q: 0-5 L.h ⁻¹)	Dosar da solução de fósforo (PO ₄ ³⁻)
Filtro auxiliar	Filtro auxiliar de polipropileno, grau de filtração de 50 µm	Reduzir o risco de arraste de materiais particulados
Filtro principal	Tanque de fibra de vidro com 235 kg de carvão ativado de osso.	Responsável pelo processo de desfluoretação por adsorção e precipitação por contato
Hidrômetro	Hidrômetro, vazão mín. de 30 L.h ⁻¹	Monitorar o volume de água tratada
Manômetro M1	Sensor manométrico de glicerina, (0-5 Bar)	Monitorar a pressão da rede de abastecimento para identificar obstruções no sistema de filtração
Manômetro M2	Sensor manométrico de glicerina, (0-5 Bar)	Monitorar a pressão da rede de abastecimento para identificar obstruções no sistema de filtração
Reator	Mangueira flexível tipo KM (32 mm x 3,0 m)	Misturar os reagentes no processo de precipitação por contato
Solução de Ca ²⁺	Reservatório de 10 ou 20 litros com solução de CaCl ₂	Reagente para o processo de precipitação por contato
Solução de PO ₄ ³⁻	Reservatório de 10 ou 20 litros com solução de K ₂ HPO ₄	Reagente para o processo de precipitação por contato
Torneira T1	Torneira tipo jardim (13 mm)	Coletar amostras da água subterrânea natural
Torneira T2	Torneira tipo jardim (13 mm)	Coleta de amostra da água tratada, antes do filtro de polipropileno. Durante procedimentos de retrolavagem e enxágue do filtro principal a torneira deve permanecer aberta para a drenagem de resíduos
Torneira T3	Torneira tipo jardim (13 mm)	Coleta de amostra da água tratada
Válvula V1	Válvula tipo esfera (25 mm)	Controlar a entrada de água para o processo. Deve ser mantida aberta durante o processo
Válvula V2	Válvula de três vias de acionamento manual ou automático	Controlar o fluxo da água nas funções: filtração, retrolavagem e lavagem
Válvula V3	Válvula tipo esfera (25 mm)	Controlar a saída de água tratada. Deve ser mantida aberta durante o processo
Válvula V4	Válvula tipo esfera (25 mm)	Permite a manutenção do fluxo de água na rede quando o Sistema estiver em manutenção.

3.4 Monitoramento da qualidade da água tratada

Durante o período de operação dos diferentes sistemas de desfluoretação foram determinados, continuamente, os valores de concentração de fluoreto, pH, sólidos totais dissolvidos e turbidez. Além desse monitoramento contínuo, periodicamente foram coletadas amostras para a determinação dos seguintes parâmetros de qualidade: alcalinidade por bicarbonatos, alcalinidade por carbonatos, alcalinidade por hidróxidos, alumínio, amônia (nitrogênio amoniacal), cádmio, cálcio, chumbo, cloreto, cobre, condutividade elétrica, cor aparente, cromo total, dureza total, ferro total, fósforo total, magnésio, manganês, monoclorobenzeno, potássio, prata, sódio, sulfato, sulfeto de hidrogênio, surfactantes, tolueno e xileno.

Todas as metodologias analíticas e de coleta de amostras seguiram as normas descritas em APHA (2005). Para as análises executadas por laboratórios terceirizados, foram selecionadas empresas acreditadas de acordo com a ABNT NBR ISO/ICE 17025.

A Portaria nº 2.914/2011, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, foi utilizada como referência principal para avaliação e interpretação dos parâmetros de qualidade da água tratada pelos sistemas de desfluoretação desenvolvidos. Além disso, os parâmetros de qualidade determinados na NBR 14.908/2004 foram considerados especificamente nos ensaios de extraíveis (ABNT, 2004).

No processamento da informação, além da estatística descritiva, foram utilizadas diferentes ferramentas estatísticas (paramétricas e não paramétricas) e de modelamento matemático, aplicadas através de *softwares* como Microsoft Excel 2000, PAST 1.81, GraphPad Instat[®] 3.0 (32 bit), e SOLO[®] (6.2).

4. Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

4.1 Sistema de desfluoretação de uso doméstico ou escolar

Durante a vigência desse projeto foram construídos ao todo cinco filtros de desfluoretação contendo 6 kg de carvão ativado de osso. A Figura 4 apresenta imagens do local de instalação desses filtros em bebedouros e em uma cozinha do campus de Santa Cruz do Sul da UNISC. Como foram instalados diretamente nos pontos de consumo, a dinâmica de funcionamento (no que se refere ao tempo e vazão de operação) dependeu do usuário, representando assim condições reais de operação. O monitoramento periódico da qualidade da água desses filtros se estendeu de julho de 2013 a agosto de 2016. A Figura 5 apresenta os resultados de monitoramento da concentração de fluoreto na água subterrânea natural e tratada durante o período de

monitoramento dos cinco filtros. Além disso, os gráficos identificam os instantes de manutenção dos filtros, em que esses foram desmontados e o carvão ativado de osso substituído, bem como o limite de fluoreto de acordo com a Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011).



Figura 4 – Imagens dos filtros F1, F2, F3, F4 e F5 instalados em pontos de consumo no Campus da UNISC, em Santa Cruz do Sul, RS.

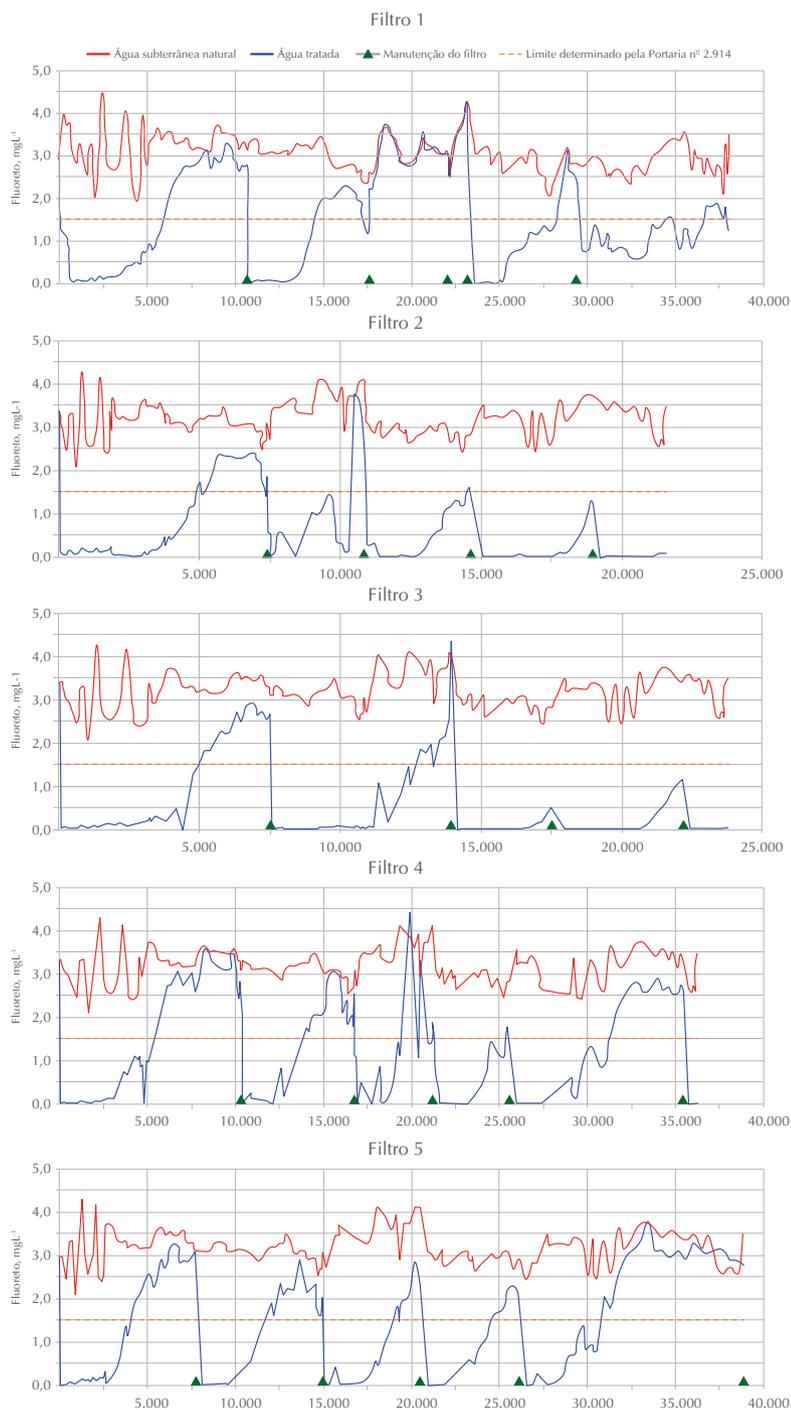


Figura 5 – Resultados do monitoramento da concentração de fluoreto na água subterrânea natural e na água tratada pelos sistemas de desfluoretação instalados no Campus da UNISC, em Santa Cruz do Sul, RS.

Na Tabela 5 são identificados os resultados operacionais de cada um dos sistemas de desfluoretação, durante todo o período de monitoramento, que atingiu até 1.119 dias para o Filtro 1. Nesse período, os filtros trataram volumes entre 21.576 e 38.885 L, resultados esses obtidos pelo Filtro 2 (20,1 L.dia⁻¹) e Filtro 5 (36,5 L.dia⁻¹), respectivamente.

O processo de adsorção em carvão ativado de osso se mostrou eficiente, reduzindo a concentração de fluoreto na água de abastecimento da ordem de 3,2 mg.L⁻¹ para valores médios inferiores a 1,5 mg.L⁻¹, em todos os sistemas avaliados. Apesar de uma redução significativa ($p < 0,05$), é importante justificar os valores elevados de dispersão dos resultados. Essa variação ocorre porque foram considerados todos os resultados obtidos entre cada momento de manutenção, incluindo os valores obtidos acima de 1,5 mg.L⁻¹.

A Tabela 5 apresenta também os resultados individuais de cada ciclo de tratamento. Os ciclos de tratamento foram delimitados entre o início de cada processo e o instante em que a concentração de fluoreto na água tratada atinge valores superiores a 1,5 mg.L⁻¹.

Esses resultados permitem identificar que alguns sistemas trataram em média mais de 5.000 L de água, apresentando valores de capacidade de adsorção superiores a 2.000 mg.kg⁻¹. Cabe lembrar que nos estudos feitos em laboratório a capacidade de adsorção desse mesmo material foi de no máximo 1.330±87 mg.kg⁻¹. A alta eficiência desses sistemas está associada à baixa vazão dos mesmos, sendo que em alguns casos essa permitiu tempos de contato entre a água e o carvão superiores a 400 minutos, em média.

Esses resultados são igualmente superiores aos obtidos em um trabalho desenvolvido anteriormente (LOBO *et al.*, 2013). Nesse caso, a maior capacidade de adsorção está associada, também, à diferença do tamanho de partícula do carvão utilizado pelas duas pesquisas. Conforme comprovado nos testes de laboratório, o carvão ativado de osso utilizado por Lobo *et al.* (2013), com tamanho de partícula de 8 x 24 *mesh*, devido à menor área superficial, apresentou uma capacidade de adsorção inferior em até 35% quando comparado com o carvão de 20 x 60 *mesh*. Outro fator importante se refere à própria estrutura do sistema de filtração, pois as carcaças de filtro utilizadas no presente estudo foram desenvolvidas especificamente para processos de filtração, permitindo uma distribuição mais uniforme da água no meio adsorvente.

Tabela 5 – Resultados operacionais dos cinco sistemas de desfluoretação instalados em pontos de consumo no Campus da UNISC, em Santa Cruz do Sul, RS

Informações		F1	F2	F3	F4	F5
Tempo de operação, dia		1.119	1.072	1.072	1.072	1.065
Número de manutenções		5	4	4	5	5
Volume total de água tratada, L		38.036	21.576	23.763	36.266	38.885
Vazão média, L.dia ⁻¹		34,0	20,1	22,2	33,8	36,5
Taxa de filtração, m ³ .m ⁻² .dia ⁻¹		0,829	0,491	0,541	0,825	0,891
Tempo de contato, min		245	414	375	246	228
Fluoreto na água natural, mg.L ⁻¹		3,02±0,44	3,16±0,55	3,18±0,46	3,17±0,41	3,16±0,41
Fluoretos na água tratada (média geral), mg.L ⁻¹		1,4±1,1	0,6±0,8	0,6±1,0	1,2±1,2	1,3±1,2
Características dos ciclos de desfluoretação	1º Ciclo: volume de água tratada, L	5.934	5.120	4.943	5.451	4.091
	2º Ciclo: volume de água tratada, L	3.850	2.955	5.194	3.436	3.929
	3º Ciclo: volume de água tratada, L	-	3.687	3.573A	2.615	3.999
	4º Ciclo: volume de água tratada, L	5.020	3.893A	4.681A	4.165	4.038
	5º Ciclo: volume de água tratada, L	5.261	-	-	5.651	4.625
	Volume médio tratado ^B , L	5.016	3.921	5.069	4.264	4.136
	Fluoretos na água tratada ^B , L	0,60±0,50	0,40±0,46	0,25±0,40	0,48±0,51	0,46±0,54
	Tempo médio de operação ^B , dia	159±47	213±142	211±62	135±12	128±48
Capacidade de adsorção ^C , mg.kg ⁻¹	2.021	1.804	2.471	1.910	1.820	

Onde: A – Ciclo incompleto (manutenção foi antes da concentração de fluoreto na água tratada atingir 1,5 mg.L⁻¹); B – Considera apenas ciclos de operação completos; C – Capacidade de adsorção até 1,5 mg.L⁻¹

A Tabela 6 apresenta os resultados médios e respectivo desvio-padrão dos demais parâmetros de qualidade monitorados na água tratada, os quais foram determinados ao longo da vida útil dos cinco sistemas de desfluoretação. Como pode ser observado, todos os resultados apresentaram-se dentro dos valores estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011). As variáveis alumínio, amônia, cádmio, chumbo, etilbenzeno, monoclorobenzeno, prata, sulfeto de hidrogênio, surfactantes, tolueno e xileno, que foram determinadas em um laboratório terceirizado, foram medidas em uma única campanha de coleta e somente no Filtro 3. No entanto, todos os resultados obtidos apresentaram-se abaixo dos valores determinados pela Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011). Convém destacar aqui que, na sua maioria, a concentração dessas espécies químicas se apresentou abaixo do limite de detecção dos respectivos métodos analíticos.

Tabela 6 – Resultados obtidos no monitoramento periódico da qualidade da água tratada pelos cinco sistemas de desfluoretação instalados em pontos de consumo no campus da UNISC (média ± desvio-padrão (n))

Parâmetros	VMP	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4	Filtro 5
Alc. bicarbonatos, mg.L ⁻¹	*	165,8±48,5 (20)	168,2±52,2 (19)	172,5±41,9 (20)	170,1±34,9 (20)	168,2±61,5 (19)
Alc. carbonatos, mg.L ⁻¹	*	45,2±20 (20)	45,1±24,7 (19)	37,3±15,4 (19)	46,4±24,2 (20)	61,5±44,4 (19)
Alc. hidróxidos, mg.L ⁻¹	*	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Alumínio total, mg.L ⁻¹	0,2	NR	NR	<0,05 (1)	NR	NR
Amônia (NH ₃), mg.L ⁻¹	1,5	NR	NR	0,2 (1)	NR	NR
Cádmio total, mg.L ⁻¹	0,005	NR	NR	<0,0003 (1)	NR	NR
Cálcio, mg.L ⁻¹	*	0,26±0,4 (22)	0,17±0,39 (21)	0,15±0,26 (21)	0,24±0,13 (18)	0,14±0,26 (19)
Chumbo total, mg.L ⁻¹	0,01	NR	NR	<0,003 (1)	NR	NR
Cloretos, mg.L ⁻¹	250	18,1±5 (20)	17,9±4,8 (18)	18,9±6 (19)	19,0±5,2 (20)	20,6±8,4 (19)
Cobre, mg.L ⁻¹	2	<0,02 (2)	<0,02 (2)	<0,02 (2)	<0,02 (2)	<0,02 (2)
Cond. elétrica, mS.cm ⁻¹	*	543±72 (154)	592±137 (145)	588±152 (144)	577±109 (147)	593±131 (139)
Cor aparente, uH	15	6,1±3,4 (9)	7,0±5,2 (8)	5,3±3,1 (8)	6,3±3,8 (8)	7,8±7,1 (8)
Cromo total, mg.L ⁻¹	0,05	NR	NR	<0,003	NR	NR
Dureza total, mg.L ⁻¹	500	2,6±1,0 (22)	2,5±1,6 (21)	2,4±1,4 (22)	2,3±0,9 (21)	2,0±1,1 (20)
Etilbenzeno, mg.L ⁻¹	0,2	NR	NR	<0,002	NR	NR
Ferro total, mg.L ⁻¹	0,3	0,07±0,09 (21)	0,10±0,14 (21)	0,06±0,06 (22)	0,07±0,06 (22)	0,06±0,06 (19)
Fluoreto, mg.L ⁻¹	1,5	1,44±1,1 (159)	0,55±0,82 (151)	0,55±0,96 (148)	1,22±1,16 (151)	1,32±1,17 (148)
Fósforo total, mg.L ⁻¹	*	0,68±0,76 (22)	0,96±0,69 (21)	1,06±0,84 (20)	0,82±0,84 (22)	0,96±1,32 (20)
Magnésio, mg.L ⁻¹	*	0,47±0,28 (22)	0,51±0,25 (21)	0,51±0,26 (21)	0,44±0,2 (22)	0,43±0,22 (19)
Manganês, mg.L ⁻¹	0,1	0,02±0,02 (22)	0,02±0,02 (21)	0,02±0,02 (21)	0,02±0,02 (22)	0,02±0,02 (19)
Monoclorobenzeno, mg.L ⁻¹	0,12	NR	NR	<0,001	NR	NR
pH	6,0 – 9,5	8,7±0,3 (154)	8,7±0,3 (145)	8,7±0,4 (144)	8,7±0,4 (147)	8,7±0,3 (139)
Potássio, mg.L ⁻¹	*	1,75±7,43 (22)	3,72±9,88 (22)	2,65±9,81 (21)	1,53±4,78 (22)	4,7±14,3 (19)
Prata total, mg.L ⁻¹	*	NR	NR	<0,001	NR	NR
Sódio, mg.L ⁻¹	200	111,2±22,7 (22)	114,4±27,4 (21)	115,2±33,3 (21)	112,8±28,2 (22)	123,5±57,3 (20)
Sólidos totais diss., mg.L ⁻¹	1.000	394±52 (154)	429±99 (145)	420±121 (145)	418±79 (147)	424±107 (141)
Sulfatos, mg.L ⁻¹	250	33±8 (13)	31±10 (13)	31±10 (13)	36±7 (13)	38±10 (13)
Sulfeto hidrogênio, mg.L ⁻¹	0,1	NR	NR	<0,0005 (1)	NR	NR
Surfactantes, mg.L ⁻¹	0,5	NR	NR	<0,03 (1)	NR	NR
Tolueno, mg.L ⁻¹	0,17	NR	NR	<0,001 (1)	NR	NR
Turbidez, µT	5	0,09±0,19 (154)	0,11±0,29 (146)	0,15±1,03 (144)	0,08±0,30 (146)	0,08±0,18 (140)
Xileno total, mg.L ⁻¹	0,3	NR	NR	<0,002 (1)	NR	NR

Onde: VMP – Valor máximo permitido pela Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011); * Parâmetros não citados pela Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011); NR – Análise não realizada.

4.2 Sistema de desfluoretação para abastecimento coletivo

4.2.1 Instalação e montagem

A Figura 6 apresenta os sistemas de desfluoretação FT1 e FT2, construídos utilizando 25 kg de carvão ativado de osso com diâmetro de partícula de 20 x 60 *mesh*, instalados em uma área de testes, junto ao Laboratório de Hidrologia da UNISC, no Bloco 12 do campus de Santa Cruz do Sul. Na Figura 6A os filtros estão preparados para os testes de adsorção, e na Figura 6B o Filtro FT2 está equipado com as bombas dosadoras das soluções de cálcio e fósforo para os ensaios de precipitação por contato.

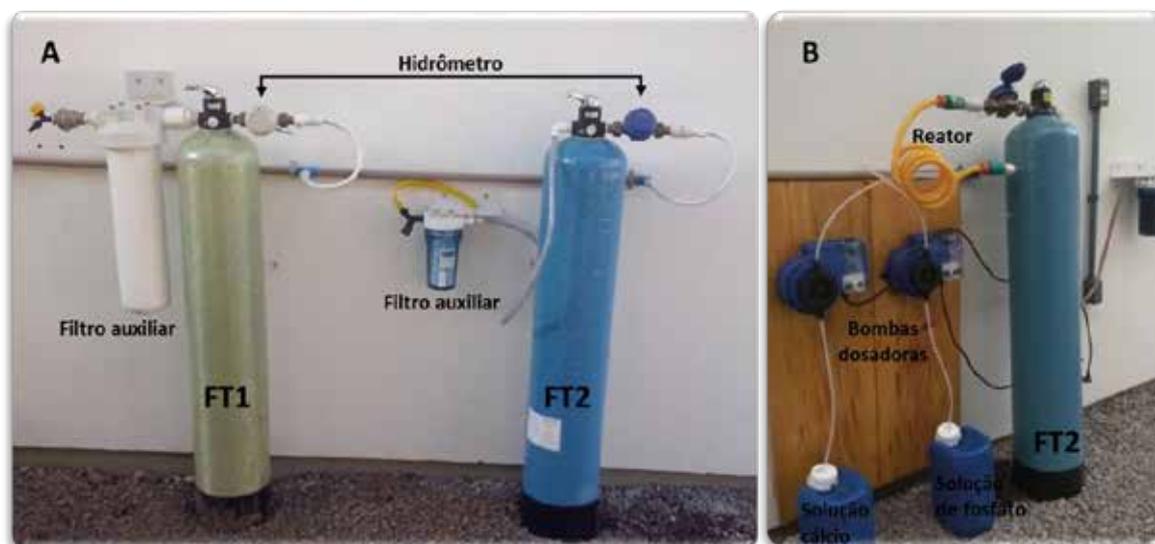


Figura 6 – Imagens dos sistemas de desfluoretação FT1 e FT2, instalados junto ao Laboratório de Hidrologia. A – Filtros FT1 e FT2 preparados para ensaios de adsorção. B – Filtro FT2 equipado com bombas dosadoras, reator e reservatórios para as soluções de cloreto de cálcio e fosfato de potássio para ensaios de precipitação por contato.

Diferente dos filtros testados anteriormente, nos quais a dinâmica de funcionamento (tempo e vazão de operação) dependeu da necessidade de consumo do usuário, nos testes com os sistemas FT1 e FT2 o modo de operação foi contínuo. Assim, quando acionados, esses filtros funcionaram de forma contínua durante cada turno de trabalho. Inicialmente foi imposta uma vazão de operação da ordem de 150 L.h⁻¹, que posteriormente foi alterada até 360 L.h⁻¹. Como esses sistemas de desfluoretação foram os primeiros desenvolvidos para o processo de precipitação por contato, como medida de precaução, a água tratada não foi disponibilizada para consumo.

A Figura 7 ilustra detalhes do processo de montagem e instalação do sistema de desfluoretação FT3, com capacidade para 235 kg de carvão ativado de osso, junto ao Bloco 12 do campus da UNISC em Santa Cruz do Sul, RS. No processo de adsorção a vazão desse sistema foi determinada pela demanda da rede de abastecimento. Já no processo de precipitação por contato, a vazão do sistema foi ajustada para 600 L.h⁻¹.



Figura 7 – Imagens do processo de montagem e instalação do sistema de desfluoretação FT3, no Bloco 12 do campus da UNISC em Santa Cruz do Sul, RS.

4.2.2 Processo de desfluoretação

Os resultados obtidos pelo processo de desfluoretação com o sistema FT1 estão apresentados na Figura 8, que reúne os resultados do monitoramento contínuo da concentração de fluoreto na água tratada, vazão instantânea e resultados pontuais da concentração de fluoreto na água subterrânea natural. As regiões em amarelo e azul indicam o período em que o processo de desfluoretação atuou pelo mecanismo de adsorção e precipitação por contato, respectivamente.

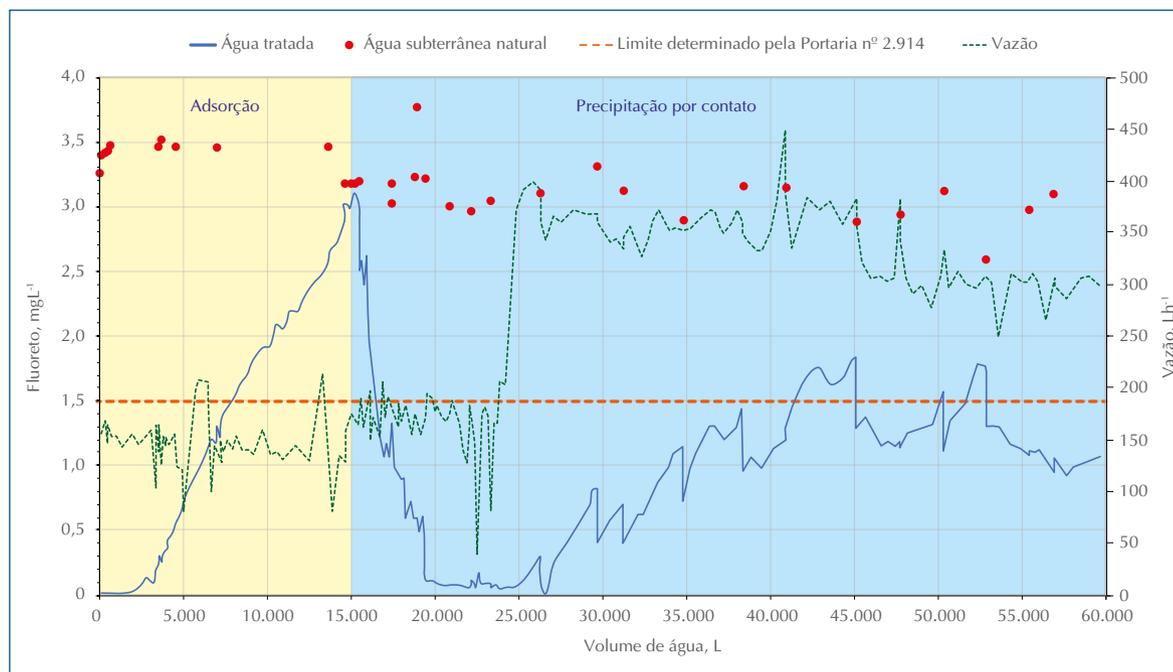
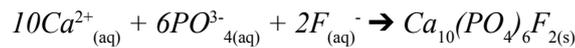


Figura 8 – Resultados do monitoramento da concentração de fluoreto na água subterrânea natural e tratada pelo processo de desfluoretação por adsorção (área amarela) e precipitação por contato (área azul) obtidos pelo sistema FT1.

No que diz respeito aos resultados de adsorção, observa-se que o sistema atingiu seu limite de vida útil após o tratamento de 7.948 litros (vazão média = 148 ± 22 L.h⁻¹), apresentando nesse instante uma capacidade de adsorção de 938 mg.kg^{-1} . Esses valores são inferiores aos apresentados em testes de laboratório (1.194 mg.kg^{-1}), justamente devido ao baixo tempo de contato entre o meio adsorvente e a água, de apenas 9,8 minutos. Esse pequeno tempo de contato, resultante da vazão imposta ao sistema, permitiu identificar os efeitos do tempo de contato (ou vazão) sobre a eficiência do processo, que nessa condição reduziu a capacidade de adsorção em 21%. A concentração de fluoreto na água tratada atingiu valores equivalentes aos da água subterrânea natural (em ao menos 95%) após o tratamento de 14.681 L, determinando

sua capacidade de adsorção máxima em 1.228 mg.kg⁻¹, equivalente aos resultados obtidos nos testes de laboratório.

Com a saturação do carvão ativado de osso, iniciou-se o processo de precipitação por contato. As soluções cálcio e fósforo foram preparadas na concentração de 4.000 mg.L⁻¹ (expresso em massa de Ca²⁺ e PO₄³⁻) utilizando fosfato de potássio dibásico anidro (K₂HPO₄) e cloreto de cálcio dihidratado (CaCl₂.2H₂O), de grau analítico. A vazão de operação foi determinada a partir da estequiometria da reação, considerando a formação de fluorapatita (Ca₁₀(PO₄)₆F₂) como precipitado, conforme descrito em Dahi (1997) e WHO (2006).



Assim, para a remoção de 1 mg de fluoreto deve ser adicionado o equivalente de 10,548 e 14,994 mg de Ca²⁺ e PO₄³⁻, respectivamente. Dessa forma, a vazão dos reagentes foi determinada a partir das seguintes equações:

$$Q_{Ca} = \frac{((Fi - Ft) \times Q) \times 10,548}{C_{PO4}}$$

$$Q_{PO4} = \frac{((Fi - Ft) \times Q) \times 14,994}{C_{PO4}}$$

Onde:

Q_{Ca} – Vazão da solução de cálcio (L.h⁻¹)

Q_{PO4} – Vazão da solução de fosfato (L.h⁻¹)

Fi – Concentração de fluoreto na água subterrânea natural (mg.L⁻¹)

Ft – Concentração de fluoreto (desejável) na água tratada (mg.L⁻¹)

Q – Vazão do sistema de abastecimento (L.h⁻¹)

C_{Ca} – Concentração de cálcio na solução (mg.L⁻¹ de Ca²⁺)

C_{PO4} – Concentração de fosfato na solução (mg.L⁻¹ de PO₄³⁻)

No início do processo de precipitação por contato, a vazão foi ajustada para 180 L.h⁻¹ e dessa forma a vazão das soluções de cálcio e fósforo (ambas de 4.000 mg.L⁻¹) foram determinadas como 1,3 e 1,9 L.h⁻¹, respectivamente. Esses valores foram obtidos considerando a concentração inicial de fluoreto na água subterrânea natural de 3,2 mg.L⁻¹ e a final em 0,4 mg.L⁻¹.

A adição dos reagentes provocou a redução gradual da concentração de fluoreto na água tratada, atingindo valores inferiores a 1,5 mg.L⁻¹ em 16.510 L de água tratada que prosseguiu em queda até níveis inferiores a 0,1 mg.L⁻¹ (em 20.078 L).

Posteriormente a vazão da água foi duplicada para 360 L.h^{-1} ($362 \pm 22 \text{ L.h}^{-1}$, $n=43$), mantendo inalteradas a vazão e a concentração dos reagentes, o que resultou em uma ascensão gradual da concentração de fluoreto, atingindo valores superiores a $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ ao completar 41.478 L de água tratada. Em função disso, a vazão de água foi reduzida para 300 L.h^{-1} (média após estabilização = $305 \pm 22 \text{ L.h}^{-1}$, $n=37$), e a concentração de fluoreto na água tratada se manteve estável em $1,2 \pm 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ até o final do monitoramento do processo, com 59.655 litros de água tratada.

Durante o monitoramento da qualidade da água do sistema de desfluoretação FT1, foi observado que, ao atingir o volume total de tratamento de 22.490 L (7.809 L pelo processo de precipitação por contato) ocorreu uma redução em $77,3\%$ na vazão do sistema. Essa redução de vazão ocorreu devido à obstrução do fluxo de água provocada pelos precipitados formados no interior da coluna de carvão ativado de osso. No entanto, esse problema foi facilmente contornado com a retrolavagem e subsequente enxágue da coluna de carvão. Nesse procedimento de limpeza foram descartados 25 L de água.

Os resultados permitiram identificar $90,1\%$ da composição química do precipitado formado, permitindo inferir que esse material é formado de carbonato de cálcio e por fosfatos de cálcio e flúor, compatível com os produtos do mecanismo de precipitação por contato previstos na literatura (DAHI, 1997 e WHO, 2006).

Os resultados obtidos no sistema de desfluoretação FT2, estão reunidos na Figura 9. Esse processo de desfluoretação iniciou com uma vazão de 180 L.h^{-1} ($172 \pm 18 \text{ L.h}^{-1}$, $n=20$) que foi posteriormente alterada para 300 L.h^{-1} ($284 \pm 24 \text{ L.h}^{-1}$, $n=5$).

O limite de vida útil do processo de adsorção ocorreu após o tratamento de 8.121 L , com capacidade de adsorção de 1.023 mg.kg^{-1} , inferior em 14% ao valor previsto nos ensaios de laboratório. A concentração de fluoreto na água tratada atingiu valores equivalentes ao da água natural (em ao menos 95%) após o tratamento de 28.116 litros. Nessa condição a capacidade de adsorção máxima do carvão ativado de osso foi determinada como 1.516 mg.kg^{-1} .

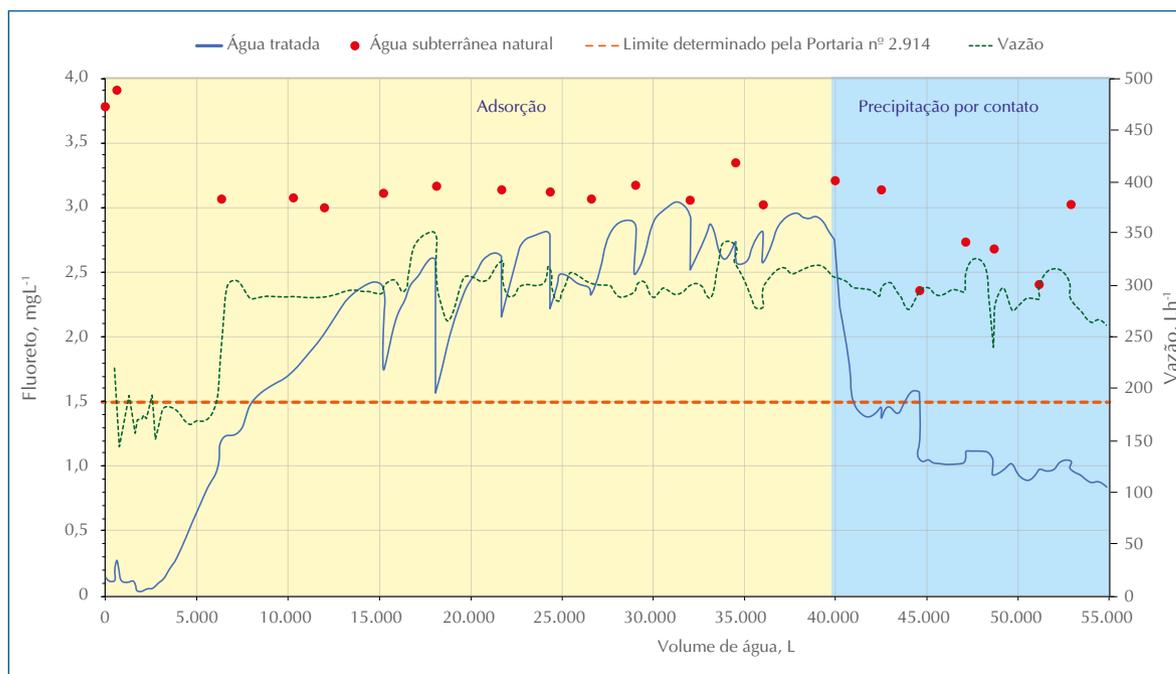


Figura 9 – Resultados do monitoramento da concentração de fluoreto na água subterrânea natural e tratada pelo processo de desfluoretação por adsorção (área amarela) e precipitação por contato (área azul) obtidos pelo sistema FT2.

Com a saturação do carvão ativado de osso, o sistema foi equipado para o processo de desfluoretação por contato. As vazões de água e reagentes foram ajustadas de acordo com os melhores resultados obtidos no sistema FT1, ou seja, 300 L.h^{-1} de água ($290 \pm 18 \text{ L.h}^{-1}$, $n=33$) e as vazões das soluções de cálcio e fósforo foram para $1,3$ e $1,9 \text{ L.h}^{-1}$, respectivamente. Esse processo iniciou aos 39.948 L de água tratada, e reduziu gradualmente a concentração de fluoreto até atingir valores inferiores a $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$, em 41.032 L , que após algumas oscilações se manteve constante até o final do monitoramento do processo, com 54.837 litros de água tratada.

Com a conclusão dos estudos com os sistemas FT1 e FT2, com 25 kg de carvão, foram iniciados os estudos com o sistema FT3, utilizando 235 kg de carvão ativado de osso. Durante o processo de adsorção, a vazão do sistema foi determinada pela demanda da rede de abastecimento do Bloco 12. Já no processo de precipitação por contato, a vazão do sistema foi ajustada para 600 L.h^{-1} .

Após a instalação, procedeu-se a purga no sistema até que a concentração de sólidos totais dissolvidos fosse inferior a 1.000 mg.L^{-1} , conforme a Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL 2011). Para isso foram consumidos 1.000 L de água (vazão de 1.326 L.h^{-1}).

Posteriormente o sistema manteve uma vazão média de $181 \pm 77 \text{ L.h}^{-1}$ ($n=75$) até o final do processo de adsorção. A Figura 10 apresenta os resultados de sólidos totais dissolvidos durante o processo de purga.

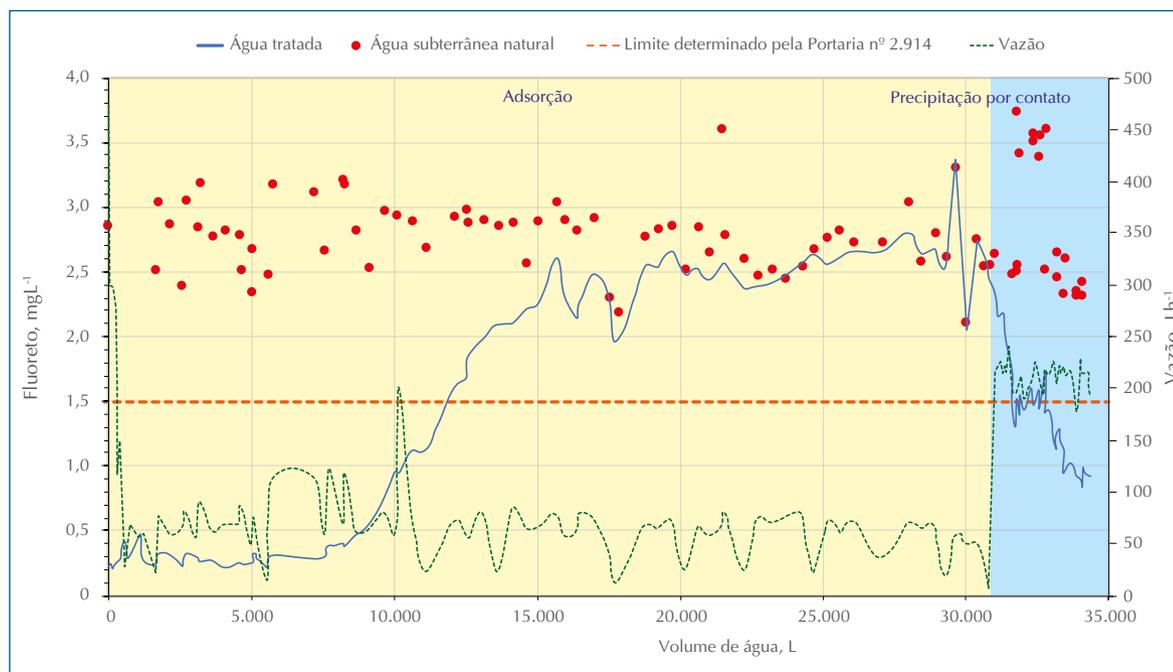


Figura 10 – Resultados do monitoramento da concentração de fluoreto na água subterrânea natural e tratada pelo processo de desfluoretação por adsorção (área amarela) e precipitação por contato (área azul) obtidos pelo sistema FT3.

Quanto à eficiência do processo de adsorção, o sistema atingiu seu limite de vida útil após 119.233 L de água tratada, com capacidade de adsorção determinada em 1.171 mg.kg^{-1} . A concentração de fluoreto na água tratada atingiu valores equivalentes à água subterrânea natural ($2,8 \pm 3$, $n=87$) após o tratamento de 156.972 L. Nessa condição foi possível determinar a capacidade de adsorção máxima em 1.223 mg.kg^{-1} .

Nesse processo optou-se por substituir o fosfato de potássio dibásico anidro (K_2HPO_4) pelo fosfato monobásico de potássio anidro (KH_2PO_4), que apresenta metade da concentração de potássio. Muito embora o uso do fosfato dibásico anidro não tenha comprometido a qualidade da água tratada quanto a concentração de potássio, optou-se por utilizar um reagente de menor efeito sobre esse parâmetro de qualidade. Além disso, o grau de pureza dos reagentes foi alterado de grau analítico (P.A.) para o grau USP (*United States Pharmacopeia*) com o propósito de reduzir custos e utilizar um padrão de reagente que corresponde ao utilizado em sistemas de tratamento de água.

Com o início do processo de precipitação por contato, a vazão do sistema foi ajustada para 600 L.h^{-1} e a vazão das soluções de cálcio e fósforo foi mantida em $1,3$ e $1,9 \text{ L.h}^{-1}$, respectivamente. No entanto, aumentou-se a concentração das soluções para 8.000 mg.L^{-1} , ficando equivalente às condições de operação dos sistemas FT1 e FT2.

A adição dos reagentes provocou uma redução gradual da concentração de fluoreto na água tratada, atingindo valores inferiores a $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ aos 316.184 L de água tratada, que após alguma oscilação prosseguiu em queda até níveis próximos a $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Os estudos com esse sistema de filtração, apresentados nesse relatório, encerraram com o tratamento de 343.422 litros de água, em 30 de agosto de 2016. No entanto esse processo continua em uso atualmente.

A Tabela 7 apresenta um comparativo dos resultados apresentados pelos sistemas FT1, FT2 e FT3.

Tabela 7 – Características e principais resultados dos sistemas de desfluoretação FT1, FT2 e FT3

	Informações	Unid.	FT1	FT2	FT3
	Massa de carvão	kg	25	25	235
	Volume da coluna de carvão	m ³	0,041	0,041	0,359
	Volume total de água tratada	L	59.655	54.837	343.422
Adsorção	Volume de água tratada	L	7.948 ^A	8.121 ^A	119.233 ^A
	Fluoreto na água natural	mg.L ⁻¹	3,43±0,04 (9)	3,58±0,46 ^A (3)	2,83±0,25 ^A (27)
	Vazão média	L.h ⁻¹	148±22 (41)	172±18 (20)	181±78 ^C (75)
	Taxa de filtração	m ³ .m ⁻² .h ⁻¹	3,61	4,19	0,71
	Tempo de contato	min	9,8	8,5	75,5
	Fluoreto na água tratada	mg.L ⁻¹	0,48±0,51 ^A (41)	0,43±0,51 ^A (23)	0,42±0,36 ^A (23)
	Capacidade de adsorção ^D	mg.kg ⁻¹	938	1.023	1.173
Precipitação por contato	Volume de água tratada	L	14.528 ^{AB}	13.787 ^A	27.238 ^A
	Fluoreto na água natural	mg.L ⁻¹	2,94±0,19 (6)	2,78±0,34 (7)	2,78±0,26 (68)
	Vazão média	L.h ⁻¹	305±22 ^A (37)	292±17 ^A (33)	581±34 ^A (39)
	Taxa de filtração	m ³ .m ⁻² .h ⁻¹	7,44	7,12	2,27
	Tempo de contato	min	4,75	4,95	23,38
	Vazão da solução de Ca ²⁺	L.h ⁻¹	1,3 ^A	1,3 ^A	1,3 ^A
	Vazão da solução de PO ₄ ³⁻	L.h ⁻¹	1,9 ^A	1,9 ^A	1,9 ^A
	Fluoreto na água tratada	mg.L ⁻¹	1,22±0,19 (37)	0,98±0,08 (23)	1,27±0,26 (39)

Onde: A – Considerando o volume de água tratada com concentração de fluoreto igual ou inferior a 1,5 mg.L⁻¹; B – Resultados conforme a melhor condição de operação identificada; C – Desconsiderada a vazão de purga do sistema; D – Capacidade de adsorção de até 1,5 mg.L⁻¹.

4.2.3 Qualidade da água tratada

A Tabela 8 apresenta os resultados médios e respectivo desvio-padrão dos parâmetros de qualidade monitorados na água tratada, os quais foram determinados ao longo da vida útil dos sistemas de desfluoretação. Como pode ser observado, todos os resultados apresentaram-se dentro dos valores estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde. Como pode ser observado, nenhum dos resultados analíticos apresentados na água tratada compromete sua utilização para o abastecimento público, de acordo com a mesma portaria (BRASIL, 2011), bem como não são evidenciadas a presença de extraíveis, de acordo com a NBR 14908 (ABNT, 2004).

Tabela 8 – Resultados obtidos no monitoramento da qualidade da água tratada pelos sistemas de desfluoretação FT1, FT2 e FT3 (média ± desvio-padrão (n))

Parâmetros	VMP	FT1	FT2	FT3
Alc. bicarbonatos, mg.L ⁻¹	*	170 (1)	84 (1)	238±6 (2)
Alc. carbonatos, mg.L ⁻¹	*	8 (1)	96 (1)	68±1 (2)
Alc. hidróxidos, mg.L ⁻¹	*	ausente (1)	ausente (1)	ausente (1)
Alumínio total, mg.L ⁻¹	0,2	0,05 (1)	<0,03 (1)	<0,03 (1)
Amônia (NH ₃), mg.L ⁻¹	1,5	<0,1 (1)	<0,1 (1)	<0,03 (1)
Cádmio total, mg.L ⁻¹	0,005	<0,0003 (1)	<0,0003 (1)	<0,0003 (1)
Cálcio, mg.L ⁻¹	*	0,20±0,18 (151)	0,14±0,21 (34)	0,42±1,00 (39)
Chumbo total, mg.L ⁻¹	0,01	<0,003 (1)	<0,003 (1)	<0,01 (1)
Cloretos, mg.L ⁻¹	250	51,3 (151)	49,5 (34)	38,6±23,2 (45)
Cobre, mg.L ⁻¹	2	<0,02 (1)	<0,02 (1)	<0,02 (1)
Cond. elétrica, mS.cm ⁻¹	*	669±129 (210)	641±116 (111)	588±73 (128)
Cor aparente, µH	15	6,2 (1)	6,2 (1)	<0,1 (2)
Cromo total, mg.L ⁻¹	0,05	<0,01 (1)	<0,01 (1)	<0,01 (1)
Dureza total, mg.L ⁻¹	500	14,4 (1)	2,9 (1)	1,4±2,8 (2)
Etilbenzeno, mg.L ⁻¹	0,2	<0,002 (1)	<0,002 (1)	<0,002 (1)
Ferro total, mg.L ⁻¹	0,3	<0,02 (1)	<0,02 (1)	<0,02 (2)
Fluoreto, mg.L ⁻¹	1,5	1,33±0,99 (211)	1,57±1,01 (111)	1,45±0,85 (128)
Fósforo total, mg.L ⁻¹	*	0,53±0,26 (151)	0,20±0,13 (34)	0,50±0,59 (42)
Magnésio, mg.L ⁻¹	*	3,44 (1)	<0,02 (1)	0,10±0,06 (2)
Manganês, mg.L ⁻¹	0,1	<0,02 (1)	<0,02 (1)	<0,02 (2)
Monoclorobenzeno, mg.L ⁻¹	0,12	<0,001(1)	<0,001 (1)	<0,001 (1)
pH	6,0 – 9,5	8,1±0,6 (210)	8,5±0,3 (111)	8,8±0,4 (128)
Potássio, mg.L ⁻¹	*	27,3±15,2 (151)	10,8±8,2 (34)	6,0±5,2 (39)
Prata total, mg.L ⁻¹	*	<0,001 (1)	<0,001 (1)	<0,001 (1)
Sódio, mg.L ⁻¹	200	112,9±14,3 (151)	72,0±40,0 (34)	97,7±13,4 (38)
Sólidos totais diss., mg.L ⁻¹	1.000	485±94 (208)	563 (1)	426±53 (128)
Sulfatos, mg.L ⁻¹	250	33,8 (1)	40,0 (1)	21,0±0,5 (2)
Sulfeto hidrogênio, mg.L ⁻¹	0,1	<0,0005 (1)	<0,005 (1)	<0,005 (1)
Surfactantes, mg.L ⁻¹	0,5	<0,03 (1)	<0,1 (1)	<0,1 (1)
Tolueno, mg.L ⁻¹	0,17	0,021 (1)	<0,001 (1)	<0,0003 (1)
Turbidez, µT	5	0,09±0,97 (210)	0,01±0,03 (111)	0,01±0,02 (128)
Xileno total, mg.L ⁻¹	0,3	<0,002 (1)	<0,002 (1)	<0,002 (1)

4.3 Sugestões de dimensionamento e condições de operação

4.3.1 Dimensionamento do processo de adsorção

Os parâmetros-chave para o dimensionamento de um sistema de desfluoretação são: o volume de água consumido diariamente pela população, a concentração inicial de fluoreto na água natural e a capacidade de adsorção teórica do carvão ativado de osso. No entanto, segundo a WHO (2006), a capacidade de adsorção do carvão ativado em condições operacionais pode variar devido às alterações de vazão da água através do meio de filtração. Assim, a capacidade operacional de sistemas de desfluoretação em coluna pode chegar a valores equivalentes a 2/3 da capacidade teórica.

Esse efeito também foi observado nesse estudo, em que foi possível determinar uma correlação significativa entre o tempo de contato e os resultados de capacidade de adsorção. A correção entre a razão da capacidade de adsorção dos sistemas de desfluoretação (Q_a) e os valores obtidos em testes de laboratório (Q_{ar}) com o tempo de contato, foi significativa ($p = 0,0046$), apresentando um coeficiente de correlação (r) de 0,8738. Dessa forma, para auxiliar no dimensionamento dos sistemas de desfluoretação foi adotada a razão Q_a/Q_{ar} como um fator de operação (F_o) para corrigir o efeito do tempo de contato sobre a capacidade de adsorção. Para isso, foi utilizada a equação $F_o = 0,0035 \times T_c + 0,7794$, que corresponde à equação de reta (linha de tendência) do intervalo de tempo de contato entre 8,5 e 250 min.

Além disso, para o dimensionamento do sistema de desfluoretação foram consideradas as seguintes condições de compromisso:

- a) O sistema de filtração deve ser construído com carvão ativado de osso de características equivalentes às utilizadas nessa pesquisa (tamanho de partícula de 20 x 60 *mesh*, densidade de 0,675 g, porosidade de 65% e capacidade de adsorção de 1.194 mg.kg⁻¹).
- b) Concentração de fluoreto na água natural de até 4,0 mg.L⁻¹.
- c) Tempo de contato entre 8,5 e 250 min, sendo 60 minutos como tempo recomendável ($F_o = 1$).

Dessa forma, a Tabela 9 apresenta a memória de cálculo utilizada para a determinação do volume de água tratada por um sistema de desfluoretação por adsorção, utilizando 235 kg de carvão ativado de osso. Nesse modelo, as características da água e do sistema de desfluoretação são as variáveis de entrada, e o modelo retorna a capacidade de abastecimento do sistema (volume de água tratada).

Os resultados do modelo indicaram que no tratamento de água com concentração inicial de fluoreto equivalente a $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$, esse sistema produz 83.668 L de água com concentração média de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$.

Esse volume de água tratada seria o suficiente para atender as necessidades de consumo de uma família de 5 pessoas, por um período de até 167 dias, considerando o consumo médio de 100 L por pessoa ao dia. No entanto, se instalado em um ponto de uso, e destinado apenas para consumo humano (2 L por pessoa ao dia), esse sistema pode atender a demanda de um grupo de até 250 pessoas, nesse mesmo período.

Tabela 9 – Dimensionamento do sistema de desfluoretação por adsorção a partir da massa de carvão ativado de osso

	Descrição	Símbolos e equações	Unid.	
Água	Conc. inicial de fluoreto	F_i	mg.L^{-1}	4,00
	Conc. final de fluoreto (média)	F_t	mg.L^{-1}	0,50
Sistema de desfluoretação	Massa de carvão	M	kg	235
	Capacidade de adsorção	Q_a	mg.kg^{-1}	1.194
	Porosidade	P		0,65
	Tempo de contato	T_c	min	75,5
	Densidade	d	kg.L^{-1}	0,675
	Volume da coluna	$V_c = M/d$	L	348,15
	Volume mínimo do tanque	$V_{Tq} = V_c \times 1,2$	L	418
	Vazão de operação	$Q_{\max} = (P \times V_c / (T_c / 60))$	L.h^{-1}	179,8
	Fator de operação	F_o		1,04
	Capacidade de adsorção absoluta	$Q_{aa} = (Q_a \times M)$	mg	280.590
	Capacidade de adsorção efetiva	$Q_{ae} = (Q_a \times F_o)$	mg	292.838
	Volume de água tratada	$V_t = Q_{ae} / (F_i - F_t)$	L	83.668

Esse modelo, quando aplicado às características dos sistemas de desfluoretação F5, FT1, FT2 e FT3, apresentou um baixo erro de previsão (entre 1,2 e -5,6%).

Ao final de um ciclo de desfluoretação por adsorção, o carvão ativado saturado pode ser regenerado com a utilização de solução de hidróxido de sódio 1%, seguido de enxágue. Contudo, segundo a WHO (2006) esse procedimento só é economicamente viável em grandes estações de tratamento, sendo que para o uso residencial ou em pequenas comunidades o carvão ativado de osso pode ser convenientemente

utilizado como fertilizante do solo. Nesse estudo, após a saturação do carvão ativado dos sistemas FT1, FT2 e FT3, eles foram conectados aos sistemas de adição de reagentes para o processo de precipitação por contato. Cabe lembrar que nesse processo o carvão ativado de osso atua como catalisador e, para tal, deve estar previamente saturado por fluoreto (usado).

4.3.2 Dimensionamento do processo de precipitação por contato

Quanto ao processo de precipitação por contato, este apresentou características mais robustas que o sistema de desfluoretação por adsorção. Isso foi percebido já nos resultados iniciais, quando o sistema de precipitação por contato permitiu duplicar a vazão de operação do sistema FT1, sem prejuízo à qualidade da água.

Outro fator importante diz respeito ao modo de dimensionamento pois, no processo de precipitação por contato, a capacidade de abastecimento é determinada pela vazão do sistema, e não pela saturação do carvão ativado, como ocorre no mecanismo de adsorção.

Além disso, o mecanismo de precipitação por contato permite controlar com maior precisão a concentração de fluoreto na água tratada, através do ajuste da vazão ou da concentração dos reagentes de cálcio e fósforo. Assim, para a remoção de 1 mg de fluoreto, deve ser adicionado o equivalente a 10,548 e 14,994 mg de Ca^{2+} e PO_4^{3-} , respectivamente, como previamente apontado.

Dessa forma, para o dimensionamento do sistema por precipitação por contato foram consideradas as seguintes condições de compromisso:

- a) O sistema de filtração deve ser construído com carvão ativado de osso de características equivalentes às utilizadas nessa pesquisa (tamanho de partícula de 20 x 60 *mesh*, densidade de 0,675 g e porosidade de 65%), o qual deve estar previamente saturado por fluoreto.
- b) Concentração de fluoreto na água natural de até 4,0 mg.L⁻¹.
- c) Tempo de contato de no mínimo 4,75 min.

A Tabela 10 apresenta a memória de cálculo utilizada para a determinação das dimensões de um sistema de desfluoretação por precipitação por contato, projetado para atender as necessidades de abastecimento de até 100 pessoas (com uma média de consumo de 100 L por pessoa ao dia). Nesse modelo as características da rede de abastecimento são as variáveis de entrada, e o modelo retorna as características operacionais do sistema de desfluoretação.

Tabela 10 – Dimensionamento do sistema de desfluoretação por precipitação por contato em carvão ativado de osso

	Descrição	Símbolos e equações	Unid.	
Rede de abastecimento	Consumidores	N	p	100
	Consumo doméstico	D	L.p ⁻¹ .dia ⁻¹	100
	Vazão de operação (mínima)	Q	L.h ⁻¹	416,7
	Conc. inicial de fluoreto	Fi	mg.L ⁻¹	4,00
	Conc. final de fluoreto (média)	Ft	mg.L ⁻¹	0,50
Sistema de desfluoretação	Tempo de contato	Tc	min	10,0
	Porosidade	P		0,65
	Densidade	d	kg.L ⁻¹	0,675
	Volume da coluna	Vc = Tc x (Q/60)/P	L	50,7
	Volume mínimo do tanque	VTq = Vc x 1,2	L	60,9
	Massa de carvão	M	kg	235
	Concentração da solução de Ca ⁺	C _{Ca}	mg.L ⁻¹	4.000
	Concentração da solução de PO ₄ ³⁻	C _{PO4}	mg.L ⁻¹	4.000
	Vazão de solução de Ca ⁺	Q _{Ca} = (((Fi-Ft) x Q) x 10,548)/C _{Ca}	L.h ⁻¹	3,8
	Vazão de solução de PO ₄ ³⁻	Q _{PO4} = (((Fi-Ft) x Q) x 14,994)/C _{PO4}	L.h ⁻¹	5,5

4.4 Custos de montagem e operação dos sistemas de desfluoretação

Para a determinação dos custos de montagem e manutenção do sistema de desfluoretação foram considerados os principais componentes desses sistemas, orçados no comércio local (Santa Cruz do Sul, RS) em setembro de 2016, como venda direta ao consumidor. Dessa forma, componentes menores (como conexões, adaptadores), mão de obra, energia elétrica e transporte não foram considerados nesse orçamento.

A Tabela 11 apresenta os custos de instalação de dois sistemas de desfluoretação por adsorção. O primeiro, com 6 kg de carvão, está dimensionado para uma vazão de 36 L.dia⁻¹, ideal para instalações em ponto de consumo, apresentando uma capacidade de tratamento de 4.185 L. O segundo sistema de desfluoretação, com 25 kg de carvão, está dimensionado para uma vazão de até 150 L.h⁻¹, com uma capacidade de tratamento de 8.000 L.

Tabela 11 – Custo de instalação de dois sistemas de desfluoretação por adsorção, construídos com 6 e 25 kg de carvão ativado de osso

Componentes	Unit.	Sistema F5		Sistema FT1	
		Quant.	R\$	Quant.	R\$
Carvão ativado de osso	7,00	6	42,00	25	175,00
Crepina inferior 1"	23,00	1	23,00	1	23,00
Filtro auxiliar_7" x 3,4"	60,00	1	60,00	1	60,00
Filtro principal_8" x 18"	225,00	1	225,00	-	0,00
Filtro principal_9" x 48"	374,00	-	0,00	1	374,00
Hidrômetro 3/4"	70,00	1	70,00	1	70,00
Tubo de PVC 1"	5,50	1	5,50	1,5	8,25
Válvula manual 1"	132,00	1	132,00	1	132,00
Total			557,50		842,25

Incluindo os investimentos para a instalação, o custo da água desfluoretada pelo sistema F5 corresponde a R\$ 0,14 por litro. Contudo, como a manutenção desse sistema compreende apenas a substituição do carvão ativado de osso, o custo da água desfluoretada reduz para R\$ 0,01 por litro, se excluído o investimento em capital.

Cabe lembrar que a vazão diária desse sistema permite atender as necessidades de consumo de um grupo com até 18 indivíduos adultos (2 L por pessoa ao dia), por um período de até 116 dias. Em unidades escolares, considerando o consumo de 0,5 L por estudante ao dia (WHO, 2006), esse sistema pode atender as necessidades de consumo de até 70 estudantes, considerando 35 estudantes por turno letivo.

O custo de instalação do sistema FT1 permite determinar o custo da água tratada em R\$ 0,10 por litro, o que, desconsiderando o investimento em capital, corresponde a R\$ 0,02 por litro. A Tabela 12 apresenta os custos de instalação de dois sistemas de desfluoretação por precipitação por contato, que correspondem aos sistemas FT1 e FT3, os quais utilizaram 25 e 235 kg de carvão ativado de osso.

Tabela 12 – Custo de instalação de dois sistemas de desfluoretação por precipitação por contato, construídos com 25 e 235 kg de carvão ativado de osso

Componentes	Unit.	Sistema FT1		Sistema FT3	
		Quant.	R\$	Quant.	R\$
Carvão ativado de osso	7,00	25	175,00	235	1.645,00
Bomba dosadora	800,00	2	1.600,00	2	1.600,00
Crepina inferior 1"	23,00	1	23,00	-	-
Filtro auxiliar_20"	400,00	-	-	1	400,00
Filtro auxiliar_7" x 3,4"	225,00	1	225,00	-	-
Filtro principal_24" x 72"	4.326,96	-	0,00	1	4326,96
Filtro principal_9" x 48"	374,00	1	374,00	-	-
Hidrômetro 1"	300,00	-	-	1	300,00
Hidrômetro 3/4"	70,00	1	70,00	1	70,00
Reator (mangueira de 1")	15,00	-	0,00	3	45,00
Reator (mangueira de 3/4")	4,00	1,5	6,00	-	-
Reservatório de reagentes	25,00	2	50,00	2	50,00
Sensor manométrico de pressão	75,00	2	150,00	2	150,00
Sistema de distribuição e acesso	470,00	-	0,00	1	470,00
Tubo de PVC 1"	5,50	1,5	8,25	2	11,00
Válvula automática e acessórios	1.720,00	-	0,00	1	1720,00
Válvula manual 1"	132,00	1	132,00	1	132,00
Total			2.813,25		10.919,96

Quanto aos custos de manutenção, tomando o sistema FT1 como exemplo, este atuou com uma vazão de 300 L.h⁻¹ no tratamento de água com concentração inicial de fluoreto de 4,0 mg.L⁻¹ e com o objetivo de reduzir para 0,8 mg.L⁻¹. O consumo dos reagentes de cálcio e fósforo corresponderam a 3,3 e 4,8 g.m⁻³, resultando um valor de R\$ 0,20 por m³ de água tratada. Nessa condição de vazão, esse sistema atende as necessidades de consumo de um grupo de até 72 pessoas (100 L por pessoa ao dia).

As dimensões do sistema FT3 permitiram atender necessidades maiores de consumo. A vazão máxima de operação foi de 600 L.h⁻¹, suficiente para abastecer até 144 pessoas. No entanto, de acordo com os resultados de dimensionamento, esse sistema pode suportar uma vazão de até 2.800 L.h⁻¹, sem prejuízo para a qualidade da água.

Dessa forma, os custos de investimento do sistema FT1, para um grupo de 72 pessoas, corresponderiam a um valor de R\$ 39,02 por pessoa. Ao mesmo tempo, o sistema FT3 corresponde a R\$ 75,83/pessoa, para um grupo de 144 pessoas, mas com possibilidade de expandir para uma população de até 672 pessoas (considerando o consumo de 100 L por pessoa ao dia).

4.5 Manual para montagem e operação dos sistemas para desfluoretação de águas de abastecimento

Os resultados obtidos nessa pesquisa foram compilados em um manual, intitulado “Manual prático para montagem e operação dos sistemas para desfluoretação”. Nesse manual estão descritas as instruções de montagem, instalação e uso, advertências de segurança, manutenção, limpeza e demais informações pertinentes de um aparelho para a melhoria da qualidade da água de uso doméstico.

5. Conclusão

Este estudo reúne um importante conjunto de informações sobre a utilização de carvão ativado de osso em processo de desfluoretação de águas naturais para o abastecimento público. Essas informações foram obtidas, na sua maioria, em experimentos práticos em escala-piloto, que permitiram identificar as reais características operacionais de dois mecanismos distintos de desfluoretação.

No que diz respeito aos mecanismos de adsorção e de precipitação por contato, os sistemas desenvolvidos nesse trabalho indicaram diferentes recomendações de uso. Os sistemas de desfluoretação por adsorção apresentaram-se adequados para instalação no ponto de uso, onde a água é utilizada para consumo direto, permitindo determinar um consumo de dois litros por pessoa ao dia, atuando com uma vazão de até 36 L.h⁻¹, com um custo de investimento de aproximadamente R\$ 600,00.

Por sua vez, os resultados apresentados pelo mecanismo de precipitação por contato indicaram esse sistema como adequado para atender a demanda de pequenas redes de abastecimento de água. Os equipamentos de desfluoretação por precipitação por contato atuaram com vazão máxima de 600 L.h⁻¹, quantidade suficiente para atender as necessidades de consumo de 144 pessoas (100 L por pessoa ao dia), com um custo de investimento de aproximadamente R\$ 11.000,00. Contudo, os resultados obtidos permitem inferir que o mesmo equipamento possa suportar vazões de até 2.800 L.h⁻¹, sem prejuízo da qualidade da água.

No que diz respeito aos custos de manutenção, o sistema de adsorção necessita apenas da substituição periódica do carvão ativado de osso, resultando num custo de

aproximadamente R\$ 0,02 por litro de água tratada. Já no processo de precipitação por contato, ocorre o consumo constante de reagentes, e o custo foi determinado em R\$ 0,20 por metro cúbico de água tratada.

Ambos os sistemas de desfluoretação não provocaram nenhuma alteração indesejável na qualidade da água, que pudesse comprometer seu uso para abastecimento público. Da mesma forma, não foram detectados problemas de qualidade provocados por extraíveis, de acordo com a norma NBR 14.908/2004.

Nesse contexto, os resultados obtidos nessa pesquisa vem ao encontro dos objetivos, propostos inicialmente, de desenvolver sistemas para a remoção do excesso de fluoreto de águas subterrâneas, adequando-as ao consumo humano conforme a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Os sistemas desenvolvidos constituem uma tecnologia de fácil aplicabilidade, baixo custo de implantação, operação e manutenção, o que contribui na melhoria das condições de vida da população brasileira, especialmente as menos favorecidas.

Por fim, é importante destacar que os grupos de pesquisa em Limnologia e em Sistemas e Processos Industriais da UNISC, continuam trabalhando no aperfeiçoamento dos sistemas de desfluoretação desenvolvidos no contexto dessa pesquisa, bem como na formação de recursos humanos para o gerenciamento desse grave problema de saúde pública.

6. Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa e indicativos de custos

O principal produto dessa pesquisa foi o desenvolvimento de dois sistemas distintos de desfluoretação, que possibilitam a desfluoretação parcial de águas naturais até níveis adequados ao consumo humano, conforme a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Adicionalmente, estão em fase final de elaboração um *software* e um aplicativo para *smartphone*, que servirão de ferramentas de auxílio para o dimensionamento dos sistemas de desfluoretação investigados nesse estudo.

Como anteriormente apontado, no intuito de socializar essa tecnologia para o fornecimento de água potável em diferentes comunidades do Brasil, foi elaborado um Manual para montagem e operação dos sistemas para desfluoretação de águas de abastecimento. Além disso, uma oficina técnica sobre os resultados dessa pesquisa está programada para ocorrer entre os meses de maio e junho de 2017 na UNISC, em Santa Cruz do Sul, RS.

Por fim, salienta-se que a Universidade de Santa Cruz do Sul coloca-se à disposição da Fundação Nacional de Saúde para o auxílio na aplicação prática dos sistemas de desfluoretação desenvolvidos nesta pesquisa.

Referências bibliográficas

American Public Health Association (APHA). **Standard methods for the examination of water & wastewater**. Washington: APHA, ed. 21, p. 1000, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Norma ABNT NBR 14908:2004 **Aparelho para melhoria da qualidade da água para uso doméstico – Aparelho por Pressão**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial União, Brasília, v. 239, p. 39-46, Seção 1, 14 dez. 2011.

COSTA, A. B. *Água & Saúde*. 1. Ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010.

COSTA, A. B.; LOBO, E. A. **Estudo preliminar do processo de desfluoretação parcial da água utilizando a alumina ativada DD-2**. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo: ABRH, v. 3, p. 549-544, 1997.

DAHI, E. **Development of the contact precipitation method for appropriate defluoridation of water**. In: 2nd International Workshop on Fluorosis prevention and defluoridation of water. Nazareth, Ethiopia, p. 19-25, November, 1997.

LARSEN, M. J.; PEARCE, E. I. F. **Defluoridation of drinking water by boiling with brushite and calcite**. Caries Research, v. 36, p. 341-346, 2002.

LOBO, E. A.; COSTA, A. B.; KIRST, A.; MACHADO, E. L.; SOARES, J.; KUNRATH, I. G.; WETZEL, A. P. **Desfluoretação parcial de águas subterrâneas**. In: 6º Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública/Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, p. 244, 2013.

SAHA, S. **Treatment of aqueous effluent for fluoride removal**. Water Res, v. 27, p. 1347-50, 1993.

World Health Organization (WHO). **Fluoride in drinking-water**. London, p. 134, 2006.

World Health Organization (WHO). **Guidelines for drinking-water quality**. Geneva, 4 ed., p. 541, 2011.

Instrumentos metodológicos para estimular a formação de consórcios públicos voltados para gestão integrada dos serviços de saneamento

Coordenadora: Ana Lucia Nogueira de Paiva Britto
– Laboratório de Águas Urbanas Programa de Pós
Graduação em Urbanismo – PROURB – Universidade
Federal do Rio de Janeiro

Participantes: Equipe do PROURB – Antonella
Maiello, Paula de Sousa Oliveira Barbosa, Paulo
Roberto Ferreira Carneiro e Yasmim Ribeiro Mello;
Consultor e Colaborador Wladimir Antonio Ribeiro
– Manesco, Ramires, Perez, Azevedo Marques
Sociedade de Advogados

Proponente: Universidade Federal do Rio de Janeiro –
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Executora: Programa de Pós-Graduação em
Urbanismo – PROURB

Resumo

O presente relatório traz os resultados da pesquisa “Instrumentos metodológicos para estimular a formação de consórcios públicos voltados para gestão integrada dos serviços de saneamento” no âmbito do Edital de Convocação 01/2011. Ele apresenta os objetivos da pesquisa e a metodologia utilizada, procurando avaliar a situação atual dos consórcios públicos de saneamento básico no Brasil, apontando também as perspectivas positivas e os impasses no seu funcionamento. Ao fim, sugere caminhos para o fortalecimento dessa estrutura de cooperação intermunicipal no saneamento.

Palavras-chave: Cooperação Intermunicipal; Consórcios; Saneamento Básico.

Abstract

This report presents the results of the research “Methodological instruments to stimulate the formation of public consortia for integrated management of sanitation services” under the Call Notice 01/2011. It presents the research objectives; the methodology used and tries to assess the current situation of public consortia sanitation in Brazil, points out the positive outlook and impasses in its operation, and suggest ways to strengthen this inter-municipal cooperation structure in sanitation sector.

Keywords: Inter-municipal Cooperation; Consortia; Basic Sanitation.

1. Introdução

O presente relatório traz o resumo executivo da pesquisa “*Instrumentos metodológicos para estimular a formação de consórcios públicos voltados para gestão integrada dos serviços de saneamento*”. O objetivo geral dessa proposta era, em uma primeira etapa, levantar as experiências nacionais e internacionais de cooperação intermunicipal na área de saneamento básico já implantadas, indicando a natureza dos consórcios, as diretrizes, resultados alcançados e suas perspectivas de sustentabilidade, bem como realizar uma avaliação da sua base legal.

Considera-se que os dois marcos regulatórios nacionais do setor de saneamento, a Lei nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, reforçam a importância do potencial da cooperação interfederativa no setor de saneamento. No âmbito das diretrizes nacionais para o saneamento básico, os consórcios públicos podem assumir funções de prestação, planejamento e regulação dos serviços. O PLANSAB, Plano Nacional de Saneamento Básico, aprovado por portaria ministerial em 2013, inclui entre suas diretrizes “apoiar arranjos institucionais para a gestão dos serviços de saneamento básico, estimulando sua organização segundo escalas espaciais ótimas, de forma a explorar as potencialidades da Lei de Consórcios Públicos” (BRASIL, 2013, p.143). A Política Nacional de Resíduos Sólidos também incentiva claramente a formação de associações intermunicipais que permitam a estabilização da gestão dos resíduos, com os municípios compartilhando as tarefas de planejar, regular, fiscalizar e prestar serviços de acordo com tecnologias adequadas à sua realidade regional.

Assim, a pesquisa parte do pressuposto de que conhecer os consórcios existentes, sua forma de organização e funcionamento é fundamental para os órgãos nacionais que coordenam as políticas para o setor, como o Ministério das Cidades, a Fundação Nacional de Saúde (Funasa) e o Ministério do Meio Ambiente. Busca-se

trazer uma contribuição nesse sentido. Por outro lado, a partir da análise das experiências existentes, busca-se discutir a possibilidade de construir âmbitos territoriais ótimos para a gestão dos serviços de saneamento básico, considerando as particularidades dos quatro setores: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais e drenagem urbana.

A pesquisa procurou também elaborar instrumentos metodológicos para apoiar a construção de consórcios voltados para a gestão integrada desses serviços. Entende-se a gestão integrada como a atuação conjunta ou integrada dos diversos atores envolvidos na gestão do saneamento básico para a realização de objetivos de interesse comum. Os consórcios são instrumentos que podem viabilizar essa integração. Os instrumentos metodológicos consistem em guias, cartilhas e um banco de dados com as informações levantadas nessa pesquisa, sendo todos instrumentos que possam apresentar aos gestores públicos as vantagens do consorciamento para o saneamento básico.

2. Objetivos

Os objetivos da pesquisa são os seguintes:

- Identificar experiências internacionais de cooperação e consorciamento voltadas para a gestão dos serviços de saneamento, apontando potencialidades para replicação na realidade brasileira.
- Identificar e mapear experiências nacionais de consórcios na área de saneamento, a partir de diferentes fontes de pesquisas, explicitando sua base legal, seus objetivos, e suas perspectivas de sustentabilidade.
- Construir um banco de dados eletrônico com a sistematização das informações referentes às experiências de consórcios de saneamento no Brasil e metodologia para sua alimentação.
- Elaborar estudos de caso sobre experiências exemplares de consórcios atuando na perspectiva da gestão integrada do saneamento.
- Elaborar um guia para os municípios explicitando o conteúdo da Lei nº 11.107/05 e de seu decreto de regulamentação, indicando estratégias e procedimentos para a construção de consórcios intermunicipais.
- Elaborar uma cartilha de boas experiências explicitando para os prefeitos as vantagens dos consórcios de saneamento.

- Elaborar uma metodologia de atuação da Funasa junto aos Comitês de Bacia Hidrográfica para que os mesmos atuem como catalisadores entre municípios do consorciamento relacionado à gestão integrada dos serviços de saneamento.
- Estimular a produção de trabalhos acadêmicos sobre consórcios voltados para a gestão dos serviços de saneamento, tais como artigos, dissertações, monografias.

3. Metodologia

Para o atendimento dos objetivos propostos foram realizados diferentes procedimentos metodológicos descritos a seguir, segundo as características desses mesmos objetivos:

3.1 Objetivo 1

Identificar experiências internacionais de cooperação e consorciamento voltadas para a gestão dos serviços de saneamento, apontando potencialidades para replicação na realidade brasileira

Foram selecionadas experiências em diferentes países que pudessem trazer elementos para ilustrar vantagens e discutir o impasse de cooperação intermunicipal na área de saneamento, e que pudessem também servir de referência para gestores públicos brasileiros. Mesmo considerando que o foco da pesquisa aqui proposta são os consórcios públicos, a diferença de contextos político-administrativos de outros países torna pertinente um olhar sobre diferentes tipos de cooperação intermunicipal voltados para a gestão de serviços públicos. No quadro sinótico abaixo estão listados, por região e país selecionados, estudos de caso e o modelo associativo correspondente.

Tabela 1 – Quadro Sinótico de Análise de Experiências Internacionais

EUROPA		
	Denominação dos Tipos de Arranjo	Estudo de caso
França	<i>Etablissements Publics de Coopération Intercommunale: Communauté d'Agglomération, Urbaine e de Commune</i>	Aglomeración de Rouen-Elbeuf-Austreberthe
Itália	ATOs (Âmbitos Territoriais Ótimos) e União de municípios	ATO da Região Toscana
Portugal	Comunidades Inter, Multi ou Plurimunicipais	Comunidade Intermunicipal do Algarve
Espanha	Consórcios e Mancomunidades	Consorcio Provincial das Águas de Málaga
Finlândia	Autoridade conjunta	Autoridade Intermunicipal de Tuusula
AMÉRICA DO NORTE		
EUA	<i>(Districts of) shared services</i>	Distrito de Onondoga
Canadá	<i>Communauté Metropolitaine e Regional District</i>	Distrito de Vancouver na British Columbia
AMÉRICA LATINA		
México	<i>Comisión de Servicio Intermunicipal</i>	CAASIM no estado de Hidalgo
El Salvador	Mancomunidade	Mancomunidade La Montaña
ORIENTE MÉDIO		
Israel	<i>Union of Towns e kibutznet</i>	União das cidades do Karmiel

A escolha dos estudos de caso foi ditada pelo caráter paradigmático das experiências selecionadas, mas também pela viabilidade empírica. Os casos europeus, especialmente os da França e da Itália, são referências fundamentais pela antiga tradição de administração local e pelo dinamismo das práticas de cooperação interinstitucional marcada por várias fases de reforma.

3.2 Objetivo 2

Identificar e mapear experiências nacionais de consórcios na área de saneamento, a partir de diferentes fontes de pesquisas, explicitando sua base legal, seus objetivos, e suas perspectivas de sustentabilidade

Essa etapa do trabalho procurou levantar nas mais variadas fontes os consórcios de saneamento, selecionando aqueles que assumem a forma de consórcios públicos, definida pela Lei nº 11.107/2005. Foram interrogados, em um primeiro momento, o Ministério das Cidades e o Ministério do Meio Ambiente, mas nenhum dos dois órgãos dispunha de uma base de dados organizada sobre consórcios públicos de saneamento básico. Também recorreremos à Associação de Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE), que, apesar de ser uma grande estimuladora de consórcios, não possuía uma base de dados sobre essas organizações.

Os estudos examinados sobre o tema também não possuem levantamento completo sobre os consórcios existentes. Destacamos entre esses o estudo da Caixa Econômica elaborado por Batista (2011) e o estudo elaborado para a Funasa (PEIXOTO, 2008) quando, segundo o autor:

Em razão de ser recente a regulamentação do dispositivo constitucional (art. 241) que estabeleceu a gestão associada de serviços públicos por meio de consórcios públicos, através da Lei 11.107/2005, são poucas as experiências de constituição dessas soluções sob esse ordenamento legal e com muito pouco tempo de vida para a sua avaliação qualitativa (PEIXOTO, 2008, p. 48).

Passamos então a buscar dados na internet e na Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A MUNIC de 2011 (IBGE, 2011) foi a campo com um bloco de questões dedicado ao tema das articulações interinstitucionais, incluindo uma parte relativa aos consórcios. Vale ressaltar que 2011, como mencionado anteriormente, foi o primeiro ano em que os consórcios foram pesquisados de acordo com sua constituição. Apesar da relevância da inclusão desse tema na pesquisa do IBGE, ela apresenta um conjunto de limitações que não permite identificar o número, nem as características dos consórcios públicos de saneamento.

Uma fonte de informação que permite um primeiro panorama dos consórcios de resíduos sólidos é o diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Foi utilizada a pesquisa realizada em 2012, com versão publicada em 2014. O SNIS de 2013 não foi utilizado, pois sua divulgação ocorreu em fevereiro de 2015, depois do levantamento realizado. No entanto, essa edição indicou um número de 166 consórcios de saneamento no país. Os dados do SNIS são importantes mas, sendo declarados pelos municípios, não permitem que se tenha uma visão do funcionamento do consórcio. O fato de ter lei autorizativa – informação constante no SNIS – indica que houve um Protocolo de Intenções e que o município participa de um consórcio, mas não permite verificar se o mesmo já está funcionando (BRASIL, 2012; BRASIL, 2013).

Uma outra fonte de informações é o banco de dados do Observatório de Consórcios Públicos e do Federalismo. Tivemos acesso a esse banco que, em 2014, foi disponibilizado para consulta na internet (OCPF, 2016). A iniciativa do Observatório é de grande importância, porém nem todas as fichas estão completas, e não há distinção entre consórcio administrativo e público.

Assim, para formar um banco de dados próprio, foi necessário recorrer a outras fontes de informação, como trabalhos acadêmicos (teses e dissertações), relatórios

técnicos de órgãos de governo e pesquisa na internet. Tais fontes permitiram identificar os consórcios que, em seus protocolos de intenções e estatuto, se organizaram com o objetivo de atender aos setores que a Lei nº 11.445/2007 identifica como de saneamento básico. Optamos por separar os consórcios em três categorias:

- 1) Os que atuam predominantemente em abastecimento de água e esgotamento sanitário, no apoio à prestação dos serviços e/ou como prestadores de serviços, e que podem ainda exercer funções de regulação e planejamento nesses setores.
- 2) Os que atuam somente na regulação dos serviços de saneamento.
- 3) Os que atuam em resíduos sólidos, incluindo os consórcios multifinalitários que incluem entre suas finalidades a gestão de resíduos sólidos.

Essas categorias serão analisadas a seguir nos resultados da pesquisa, que procura discutir suas perspectivas de sustentabilidade. Entende-se que para a sustentabilidade de um consórcio ele deve estar completamente regularizado (Protocolo de Intenções, Leis de Ratificação, Contrato e Estatuto) e possuir uma estrutura de financiamento, determinada em contrato de rateio, e corpo técnico contratado.

3.3 Objetivo 3

Construir um banco de dados eletrônico com a sistematização das informações referentes às experiências de consórcios de saneamento no Brasil e metodologia para sua alimentação

Para a elaboração do banco de dados, os consórcios levantados foram tabulados em uma ficha em tabela Excel que serviu de base para o banco de dados. A ficha é composta das seguintes informações: nome do consórcio, ano de criação, entes federativos consorciados, município-sede, contatos (*website*, endereço), atividades previstas no Protocolo de Intenções, atividades de saneamento básico realizadas, fonte de receitas, relação com o Estado (se há participação do Estado no consórcio), relação com planos municipais de saneamento. O banco de dados será disponibilizado à Funasa, ao Observatório de Consórcios e poderá ser acessado *online*, sendo alimentado pela equipe da UFRJ.

3.4 Objetivo 4

Elaborar estudos de caso sobre experiências exemplares de consórcios atuando na perspectiva da gestão integrada do saneamento

A seleção dos consórcios que seriam apresentados como experiências exemplares se fez a partir da leitura do trabalho de Peixoto (2008) e de indicações do Observatório de

Consórcios Públicos e Federalismo. Procuramos diversificar os estudos entre consórcios mais antigos e mais novos e entre as diferentes regiões geográficas do Brasil. Foram assim selecionados os seguintes consórcios: Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Zona da Mata de Minas Gerais (Sudeste); Consórcio Intermunicipal dos Serviços Municipais de Saneamento Ambiental do Norte do Paraná (Sul); Consórcio Público de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Sul); Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental – Meio Oeste Santa Catarina (Sul); Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico do Circuito das Águas Paulista (Sudeste).

Os estudos foram baseados em visitas aos consórcios selecionados com o intuito de conhecer a área de atuação dos mesmos, assim como os empreendimentos operados, a equipe gestora, instalações físicas e outras informações relevantes que poderiam ser obtidas em campo. As visitas foram marcadas para momentos de assembleias onde foi possível ter contato com prefeitos membros dos consórcios. Foram realizadas entrevistas com técnicos e, quando possível, com o prefeito presidente. Também foram levantados documentos oficiais (protocolo de intenções, estatuto, atas e relatórios anuais), sendo feita a análise desses documentos.

Procuramos, também, fazer um estudo do Consórcio Regional de Saneamento do Sul do Piauí (Nordeste). Esse estudo busca compreender os limites e impasses no funcionamento desse consórcio, o único criado para atuar diretamente na prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Esse estudo baseado em análise documental e na tese de doutorado da pesquisadora Ana Piterman (PITERMAN, 2014), orientada pela Prof^a Dr^a Sonaly Resende do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG), que participou dessa etapa da pesquisa.

3.5 Objetivo 5

Elaborar um guia para os municípios explicitando o conteúdo da lei nº 11.107/05 e de seu decreto de regulamentação, indicando estratégias e procedimentos para a construção de consórcios intermunicipais

Para elaboração desse material foi contratado o especialista Wladimir Antonio Ribeiro, advogado que foi consultor especial para a elaboração e regulamentação da Lei Nacional de Saneamento Básico no Ministério das Cidades e consultor especial para a elaboração e regulamentação da Lei de Consórcios Públicos na Presidência da República. O guia teve como base um relatório aprofundado desenvolvido por Wladimir Ribeiro.

3.6 Objetivo 6

Elaborar uma cartilha de boas experiências explicitando para os prefeitos as vantagens dos consórcios de saneamento

Para a cartilha, foram selecionadas as experiências de consórcios que são reconhecidas como bem-sucedidas, sendo esse documento destinado a prefeitos, vereadores e membros de Conselhos de Políticas Públicas. Busca-se um documento simples e informativo que contribua para difundir junto aos administradores públicos as vantagens do consorciamento para a viabilização das políticas públicas de saneamento ambiental.

3.7 Objetivo 7

Estimular a produção de trabalhos acadêmicos sobre consórcios voltados para a gestão dos serviços de saneamento, tais como artigos, dissertações, monografias

Buscamos divulgar o presente trabalho ao longo de sua realização em fóruns pertinentes. Foram apresentados trabalhos nos seguintes eventos:

- XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, promovido pela Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), realizado entre 17 e 22 de novembro de 2013, na cidade de Bento Gonçalves/RS. Título do trabalho: Consórcios Intermunicipais: Mapeando a Cooperação entre Municípios para a Gestão dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.
- 44ª Assembleia Nacional da ASSEMAE, realizada em Uberlândia/MG. Apresentação da pesquisa em mesa sobre consórcios realizada no dia 8 de maio de 2014.
- 45ª Assembleia Nacional da ASSEMAE, realizada em Poços de Caldas/MG em maio de 2015.

4. Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

4.1 As experiências internacionais de cooperação internacional no saneamento: potencialidades para replicação na realidade brasileira

A análise das experiências intermunicipais na gestão do saneamento em outros países trouxe vários aspectos para a reflexão sobre a realidade brasileira. A primeira

questão central é que a cooperação intermunicipal na gestão dos serviços de saneamento básico, mesmo que reconhecida como necessária, não depende exclusivamente do voluntarismo dos municípios. Na maioria dos países ela é estimulada, seja pelos governos centrais, seja pelos governos estaduais. A questão da reorganização das estruturas de poder locais é debatida hoje no mundo todo, e os modelos de gestão dos serviços públicos municipais, principalmente os de saneamento básico, em busca de maior sustentabilidade, se questionam sobre a necessidade de sua reorganização.

As experiências internacionais (apresentadas na Tabela 1) revisadas no Relatório Final mostram a existência de duas tendências principais na reorganização das estruturas administrativas locais: a fusão entre as unidades de governo local, geralmente representada pelo município, mediante a constituição de uniões intermunicipais; e a criação de associações entre eles – nas formas dos consórcios ou de outras formas institucionais, que variam segundo as formas definidas pelo quadro legislativo de cada país. As associações entre municípios variam em função da quantidade de funções e atribuições que elas assumem.

Em alguns casos, leis nacionais têm incentivado a criação de organismos intermunicipais multifuncionais através de estímulos financeiros para a ampliação das atribuições e encorajamento para a implementação de estruturas integradas, como aconteceu na França, em Portugal ou na Itália – nesse último caso apenas nos anos de vigência do modelo dos ATO. Em outros, os governos têm pressionado para a fusão de municípios ou até introduzido essa fusão como uma obrigação como, mais uma vez, no caso italiano. Em outros casos, ainda, o Governo Federal deixa a questão do estímulo à cooperação intermunicipal inteiramente na mão das instâncias administrativas intermediárias, como os estados da federação, como no caso dos EUA e do Canadá.

Se em todos os contextos investigados a interação entre as instâncias de governo locais parece indiscutível, especialmente quando se trata de serviços de saneamento, por outro lado a escala e a forma dessa cooperação é um ponto controverso.

Na visão dos economistas, as soluções associativas são tendencialmente consideradas desfavoráveis em comparação às fusões, pois elas, gerando mais uma estrutura de governo, trazem um aumento dos custos administrativos e de transação (Bosch; Solé-ollé, 2011). Essa perspectiva vai se afirmando entre teóricos e governadores do nível central no Canadá, França e Itália, locais onde está em curso uma tentativa de substituição dos consórcios por outras formas que induzem a fusão entre municípios.

Porém, especialmente nos Estados da Europa, tirando os países nórdicos, as fusões impostas pelo governo central podem encontrar uma forte oposição por parte das instâncias municipais, historicamente enraizadas e, portanto, mais fortes que em ou-

tros países (Iommi, 2011; Peel *et al*, 2011). Além disso, as fusões incorrem na mesma crítica da opção regionalista, que, apesar de apoiada por planejadores e administradores públicos, não parece ser adequada a todos os contextos nacionais (Hophmayer-Tokich; Kliot, 2008). O argumento na base dessa visão é que uma infraestrutura compartilhada pode ser mais custosa do que pequenas estações que operem em uma escala menor, pois o transporte de água ou esgoto em longas distâncias é caracterizado por custos marginais crescentes, sobretudo nas regiões com uma geografia não uniforme. A opção da fusão, assim como de um sistema de gestão dos serviços de saneamento à escala regional, tem de ser avaliada em comparação com outras alternativas, e tomando em consideração cada caso individualmente (Hophmayer-Tokich; Kliot, 2008).

A revisão de experiências internacionais mostra que existe uma relação inversa entre a dimensão dos municípios e as tendências cooperativas (Peel *et al*, 2011). As fusões se colocam em oposição às associações intermunicipais, justamente porque refletem a preferência para a criação de uma entidade administrativa única maior, com redistribuição dos custos e dos benefícios entre múltiplas instâncias horizontalmente relacionadas. Além disso, os casos de Israel e de El Salvador mostram a importância da homogeneidade dimensional entre os municípios parceiros, ou, em caso de organismos intermunicipais baseados em um município maior e outros satélites (como em Israel), a necessidade de mecanismos de regulação e controle para contrastar fenômenos de *free-riding*.

As experiências intermunicipais mais bem-sucedidas, como as da França e de Portugal, parecem ser associadas, paradoxalmente, à existência de um menor grau de descentralização e de um forte apoio do governo central. De fato, a cooperação entre os municípios parece beneficiar-se mais da interlocução – e da fiscalização – direta com o Governo central do que com as instâncias intermediárias (i.e., província e regiões). Na Itália e na Espanha, onde existe um papel forte dos governos regionais, as estruturas consorciadas funcionam, na melhor das hipóteses, como empresas públicas (totalmente ou majoritariamente, como no caso da Itália), com estruturas hierárquicas que envolvem as instâncias de governos intermediárias. Além disso, soluções horizontais que envolvem exclusivamente os municípios, que excluem o nível regional ou provincial, têm mostrado uma menor força política, assim como uma menor capacidade financeira e administrativa.

De forma geral, nos sistemas federativos como os EUA, Canadá e México, o papel do governo nacional na promoção da cooperação intermunicipal é marginal, sendo relevante o papel dos estados da federação, o que contrasta com a realidade brasileira, apesar de o Brasil também possuir uma estrutura federativa. No caso do estado de Nova Iorque, o governo estadual tem encorajado os serviços compartilhados

entre cidades vizinhas. No caso do Canadá, no estado de British Columbia, também é a instância estadual que tem estimulado a regionalização. No Brasil, o estímulo dos governos estaduais é importante na cooperação intermunicipal para a gestão de resíduos sólidos, mas inexistente nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. De fato, nesses dois setores do saneamento o apoio à cooperação intermunicipal vem, sobretudo, do governo federal, como por exemplo por parte da Funasa e do Ministério das Cidades.

Conforme sugerido por Massarutto (2009), o sucesso das experiências de governança compartilhada dos serviços públicos locais não depende apenas do desenho institucional, ou seja, da escolha entre modelos organizacionais alternativos, mas da qualidade dos processos de coordenação entre as instituições envolvidas. Portanto, o autor recomenda a definição de quadros regulatórios simples, que deixam o processo de recíproca adaptação dos atores locais acontecer. As reformas institucionais deveriam, portanto, garantir espaços de flexibilidade onde as instâncias locais podem desenvolver o próprio organograma cooperativo na forma mais adequada ao seu contexto. Nessa visão, o organismo intermunicipal tem que se formar como um time que participa do “jogo regulatório”, feito pela tensão contínua entre o papel do regulador, voltado para a eliminação de posição vantajosa de um ator contra os outros, e pela tentativa constante desses atores em ganhar essa posição. A parte dessa metáfora que aqui mais nos interessa é a visão dos consórcios – e das outras instâncias intermunicipais – como um time.

Apesar dos diferentes contextos institucionais e culturais, a análise das experiências internacionais mostra que o sucesso da experiência de cooperação intermunicipal será sempre vinculado a: capacidade dos atores de reconhecer e respeitar o papel recíproco e de cada membro interno da mesma instância; operar juntos para uma missão comum, buscando atingir objetivos progressivos e compartilhados, desde que respeitando as regras.

4.2 As experiências de consorciamento para o saneamento no Brasil: seus objetivos e suas perspectivas de sustentabilidade

No contexto nacional, o levantamento de experiências de consorciamento deu origem a um banco de dados sobre consórcios públicos de saneamento básico, disponibilizado na internet. Observou-se que no protocolo de intenções e no estatuto muitos dos consórcios existentes podem atuar nas diferentes funções da gestão do saneamento básico, definidas pela Lei nº 11.445/2007: planejamento, regulação, fiscalização, prestação dos serviços, e também nos diferentes setores: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais e drenagem urbana.

Contudo, na prática, a maior parte dos consórcios atua efetivamente em determinados setores e em determinadas funções. Assim existem aqueles que atuam somente no abastecimento de água e esgotamento sanitário, ou aqueles que atuam somente na limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; existem ainda os consórcios organizados para atuarem exclusivamente na função de regulação dos serviços. Por outro lado, são poucos os consórcios que atuam na drenagem e manejo de águas pluviais, e quando atuam, o fazem de forma associada a outro serviço de saneamento básico.

Assim, optou-se nesse trabalho por criar categorias de análise a partir da função majoritária e setor do saneamento no qual atua o consórcio. São essas: (i) consórcios atuando predominantemente nos serviços de água e esgotamento sanitário; (ii) consórcios de regulação; e (iii) consórcios atuando predominantemente no setor de resíduos sólidos, sendo que dentro dessas três categorias são assinalados os consórcios que apresentam vocação para atuar em pelos menos dois setores do saneamento básico. A base da classificação foram as atividades efetivamente realizadas pelo consórcio; alguns consórcios se organizaram para atuar em todos os serviços de saneamento básico, mas, até o momento da pesquisa, atuavam em apenas um dos setores, o que não significa que, em médio e longo prazo, não poderão ampliar suas atividades para os outros setores previstos.

Essas categorias serão analisadas a seguir, discutindo suas perspectivas de sustentabilidade, sendo para isso adotados os seguintes critérios: o consórcio sustentável deve estar completamente regularizado (Protocolo de Intenções, Leis de Ratificação, Contrato e Estatuto aprovados), possuir uma estrutura de financiamento, determinada em contrato de rateio, corpo técnico contratado, e demonstrar efetividade nas ações, exemplificando uma gestão cooperativa.

4.2.1 Consórcios atuando predominantemente nos serviços de água e esgotamento sanitário

No que concerne aos consórcios de abastecimento de água e esgotamento completamente regularizados e com alguma atividade no final de 2015, a situação é mostrada na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Consórcios Públicos de Saneamento Básico – Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário em Funcionamento em dezembro de 2015

Nome do Consórcio	Sigla	Atividades principais	Estado	Número de municípios
Consórcio Regional de Saneamento do Sul do Estado do Piauí	CORESA Sul do PI	Planejamento, regulação, fiscalização e prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário	PI	36
Consórcio Intermunicipal de Saneamento do Sul do Ceará	CISAN-SUL	Implantar, com apoio da Funasa, um centro de referência em saneamento que possa apoiar os SAAEs (Serviços Autônomos de Água e Esgoto) em diferentes atividades	CE	17
Consórcio Intermunicipal de Saneamento de Serra de Santana		Gestão sustentada dos sistemas de abastecimento que compõem o Sistema Adutor Serra de Santana	RN	7
Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Zona da Mata de Minas Gerais	CISAB Zona da Mata	Prestar serviços de apoio aos SAAEs dos municípios consorciados	MG	22
Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico do Sul de Minas Gerais	CISAB SUL de Minas	Prestação de apoio aos serviços de saneamento básico de cada um dos municípios consorciados	MG	12
Consórcio Intermunicipal dos Serviços Municipais de Saneamento Ambiental do Paraná (*)	CISPAR	Prestar serviços de apoio aos SAAEs dos municípios consorciados; regulação e fiscalização	PR	42
Consórcio Público de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos	Pró-Sinos	Promover a interação, fortalecer e desenvolver a capacidade administrativa, técnica e financeira dos serviços públicos de saneamento básico nos municípios que integram o consórcio	RS	32
Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental – Meio-Oeste	CISAN MEIO-OESTE	Treinamento de pessoal empregado; prestação de serviços; execução de obras, serviços administrativos, jurídicos, laboratoriais, elaboração e implementação de projetos e planos, realização de licitações compartilhadas	SC	14
Consórcio de Saneamento Ambiental (do Sul de Santa Catarina)	CISAM-SUL	Treinamento de pessoal; prestação de serviços, execução de obras, serviços administrativos, jurídicos, laboratoriais, elaboração e implementação de projetos e planos, realização de licitações compartilhadas	SC	17
Consórcio Público de Saneamento Básico do Sul de Santa Catarina	Consórcio Catarina	Defender, ampliar, promover a interação, fortalecer e desenvolver a capacidade administrativa, técnica e financeira dos serviços públicos de saneamento básico nos municípios que integram o consórcio	SC	9
Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico do Espírito Santo (CISABES)	CISABES	Promover ações e serviços na área do saneamento, englobando abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana	ES e MG (1mun. em MG)	20

(*) O CISPAR é resultado da fusão em 2014 de dois consórcios do Paraná (CISMASA e CISMAGE).

Observa-se que o número de municípios de menor porte que gerencia seus serviços de abastecimento de água e esgotamento e que aderem a consórcios vem crescendo nos últimos anos. Esses consórcios funcionam como alternativa para apoio à prestação de serviços realizada por SAAEs e autarquias municipais. Em função das determinações da Lei nº 11.445/2007, observamos que consórcios mais estruturados, como o CIPAR e CISABES-ES estão assumindo também a função de regulação e apoiando os municípios na elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB).

Verificou-se que a territorialidade dos consórcios de água e esgotos não está diretamente vinculada nem a bacias hidrográficas nem a sistemas compartilhados. Também é pouco significativo o número de consórcios públicos que atua no apoio a prestação dos serviços de água e esgotos em regiões metropolitanas, o que se deve ao fato de a maior parte dos municípios metropolitanos ser atendida por Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB).

Também observamos que a expectativa de organização de consórcios para a prestação de serviços, inicialmente delegada a eles pelos municípios, não se viabilizou. Essa forma de consórcio ainda não existe. O consórcio que se aproximaria dessa função, o Consórcio Regional de Saneamento do Sul do Estado do Piauí (CORESA Sul do Piauí), não conseguiu se estabelecer. O consórcio surgiu da iniciativa do governo do estado do Piauí e do Ministério das Cidades para reorganizar a prestação dos serviços em função da sua precária qualidade e da difícil situação financeira da companhia estadual Água e Esgotos do Piauí S.A. (AGESPISA). Foi efetivamente criado o CORESA Sul, uma autarquia com autonomia financeira e diretiva, que reúne 30 municípios do sul do Piauí e o próprio governo do estado. A primeira assembleia do consórcio foi realizada em fevereiro de 2006, na cidade de Bom Jesus. Foi decidido que o consórcio teria sua sede construída em Bom Jesus, com recursos da Funasa e do Ministério das Cidades.

O funcionamento efetivo desse consórcio enfrentou alguns impasses iniciais, sobretudo relacionados à participação e aceitação do projeto pelo governo estadual e pela AGESPISA. De fato, o processo foi conduzido pela equipe do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), sem a completa aceitação dessas duas instâncias. Em 2008 foram aprovadas verbas do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 1), garantindo R\$ 32 milhões em investimentos em infraestrutura nos municípios do consórcio; eles também receberam recursos da Funasa e do Ministério das Cidades. Dois projetos foram concluídos em dois municípios, com recursos da Funasa: reservatórios e poços de água no Morro Cabeça do Tempo e um reservatório e estação de tratamento em Julio Borges. Contudo, estudo realizado por Piterman (2014) em 2013 mostrou que o funcionamento efetivo do consórcio enfren-

tu vários impasses. Um dos problemas foi a relação de subordinação do CORESA ao governo estadual. Quando da formação do CORESA Sul, o Contrato de Rateio que, a princípio, seria firmado com todos os associados, foi assinado apenas pelo estado do Piauí, que assumiu todos os encargos relativos aos custos iniciais (rateio e investimento) da implantação do consórcio. As dificuldades financeiras do governo do estado dificultaram o repasse de verbas para o CORESA, fazendo com que o consórcio não pudesse realizar as diversas atividades previstas.

Como mostra pesquisa de campo realizada por Piterman (2014), a falta de recursos financeiros para qualificar pessoas, adquirir ou contratar programas e equipamentos de informática para operacionalizar o consórcio, aliados às dificuldades impostas por alguns setores da AGESPISA que apresentavam resistência a repassar a gestão dos sistemas de abastecimento de água para os municípios, foram impasses identificados no funcionamento do CORESA Sul do Piauí. O CORESA Sul do Piauí está inoperante e a obra da sede, cuja previsão de conclusão era 2008, não foi finalizada até o final dessa pesquisa. Todas essas informações mostram que o consórcio, nas condições atuais, não apresenta perspectivas de sustentabilidade. Uma hipótese para esses impasses no funcionamento do CORESA Sul do Piauí pode ser atribuída ao processo de constituição do consórcio, extremamente dependente do PMSS, e pelas dificuldades da AGESPISA de aceitar esse novo modo de organização da gestão dos serviços.

Na região Nordeste ainda existem outros dois consórcios: o Consórcio Intermunicipal de Saneamento do Sul do Ceará, CISAN-Sul e o Consórcio Intermunicipal de Saneamento de Serra de Santana. O CISAN-Sul foi instituído em assembleia realizada em 27 de abril de 2009. Foi formalizado Termo de Compromisso – TC PAC nº 5.001/08 – com a Funasa para implantação da Sede e do Laboratório de Controle de Qualidade da Água para Consumo Humano do CISAN-Sul. A sede do consórcio e o laboratório seriam instalados no município de Limoeiro do Norte. Depois de vários adiamentos, e segundo informações levantadas em março de 2016 junto à Secretaria das Cidades do Estado do Ceará, o CISAN-Sul não está funcionando e há um grande problema: a Funasa investiu pesado em um centro de referência para esse consórcio e, com a conclusão do equipamento, o consórcio para o qual o equipamento deveria ser entregue não está em atividade.

O Consórcio Intermunicipal de Saneamento de Serra de Santana visa a promoção de ações voltadas para a gestão sustentada dos sistemas de abastecimento que compõem o Sistema Adutor Serra de Santana mediante a implantação de um modelo de gestão participativa de abastecimento de água para as comunidades rurais, com foco no uso racional de água. O Consórcio compra água da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), faz a gestão dos sistemas e arrecada as

tarifas, sendo o governo do estado do Rio Grande do Norte um dos participantes do consórcio.

Como é possível verificar na Tabela 2, os consórcios com efetiva atuação nas áreas de abastecimento de água e esgotamento sanitário localizam-se predominantemente nas regiões Sul e Sudeste. Nessas regiões existe um maior número de serviços prestados diretamente pelos municípios; tais serviços são predominantemente organizados sob a forma de autarquia municipal comumente denominada como Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Muitos dos municípios que participam dos consórcios nas regiões Sul e Sudeste, e que tinham seus SAAEs organizados desde o final dos anos 1960, recusaram o modelo do Plano Nacional de Saneamento do Brasil (PLANASA) de concessão às Companhias Estaduais. Esse é o caso do CISAB Zona da Mata, um dos mais antigos e consolidados, e objeto de análise mais detalhada, no estudo dos casos bem-sucedidos. Ter serviços geridos pelo município é condição para aderir ao CISAB Zona da Mata. O consórcio não pretende assumir a gestão dos serviços; seu Protocolo de Intenções explicita sua finalidade como “prestação de apoio aos serviços de saneamento básico” de cada um dos municípios consorciados, a capacitação técnica do pessoal encarregado da prestação dos serviços de saneamento nos municípios consorciados, a implantação de laboratório regional para controle de qualidade da água; a prestação de serviços de interesse da gestão dos serviços públicos de saneamento básico, sem prejuízo de que os entes consorciados desenvolvam ações e programas iguais ou assemelhados; a realização e execução de investimentos e obras em comum, assim como a realização de licitações compartilhadas.

Sendo um grande incentivador da gestão autônoma municipal, o CISAB Zona da Mata inclusive dá apoio aos municípios insatisfeitos com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) para que esses organizem seus SAAEs. Da mesma forma, o apoio do CISAB Zona da Mata foi importante para estruturação do CISAB Sul de Minas criado em janeiro de 2014, portanto, ainda em fase de consolidação no decorrer dessa pesquisa, mas que segue a mesma estrutura.

Em termos de perspectivas de sustentabilidade, o CISAB Zona da Mata preenche todos os requisitos: está completamente regularizado (Protocolo de Intenções, Leis de Ratificação, Contrato, Estatuto), apresentando quase sete anos de funcionamento e possui uma estrutura de financiamento estabilizada através do contrato de rateio, possuindo também corpo técnico qualificado contratado, demonstrando efetividade nas ações, exemplificando uma gestão cooperativa.

No Espírito Santo, o CISABES-ES, mais recente, formado em novembro de 2011, também é constituído exclusivamente por municípios onde a gestão dos serviços de saneamento básico é de responsabilidade dos SAAEs. O consórcio atua no apoio à

prestação de serviços através de assessoria jurídica e contábil especializadas; controle da qualidade da água; elaboração de projetos de engenharia; atendimento aos SAAEs em situações emergenciais; e apoio à articulação para a inclusão de recursos para elaboração do PMSB no orçamento do Governo do ES. O CISAB-ES também atua na regulação dos serviços através do Conselho de Regulação e de Fiscalização dos Serviços, composto pelos membros da Diretoria Executiva e por mais sete representantes de usuários de cada município consorciado, sendo que cada município constituirá uma câmara de regulação específica. Além de outras funções, compete ao Conselho de Regulação aprovar as propostas de Regulamento a serem submetidas à Assembleia Geral, bem como emitir parecer sobre as propostas de revisão e de reajuste de tarifas e demais preços atinentes a serviços públicos prestados por meio de contrato de programa. Em pouco tempo, com apoio da Funasa, o CISAB-ES conseguiu atingir todas as condições para a sustentabilidade: estar completamente regularizado (Protocolo de Intenções, Leis de Ratificação, Contrato, Estatuto) e possuir uma estrutura de financiamento estabilizada através do contrato de rateio, com capacidade para mobilizar recursos junto aos órgãos de fomento. O consórcio possui corpo técnico qualificado contratado, e demonstra efetividade nas ações, exemplificando uma gestão cooperativa.

Outro caso exemplar de consorciamento é o do CIPAR no Paraná. Formado por 42 municípios, ele é resultado da fusão de dois consórcios: o CISMAE, que reunia 31 municípios da região noroeste e norte-central do Paraná, e o CISMASA, que reunia nove municípios da região norte do Paraná, que optaram por fundirem-se e formarem um único organismo de cooperação intermunicipal. A decisão foi tomada em Assembleia conjunta realizada em agosto de 2013. O CISMAE, que reunia maior número de municípios, foi constituído através da assinatura do Protocolo de Intenções em 26 de agosto de 2005, tendo assumido a estrutura de consórcio público em junho de 2007. Ele funciona, portanto, há mais de dez anos, tendo agregado paulatinamente um número cada vez maior de municípios. O CIPAR pode ser considerado uma experiência exemplar já que apresenta todos os critérios que evidenciam sua sustentabilidade.

O estado de Santa Catarina apresenta três consórcios que também atuam no apoio à prestação dos serviços de saneamento pelos SAAEs: o CISAM Sul e o CISAM Meio Oeste se organizaram em 2006, com forte apoio da Funasa na figura da superintendência de Santa Catarina. Eles têm como atividade principal a análise de qualidade de água. O mais recente do estado é o Consórcio Catarina, cuja assembleia de instalação ocorreu em novembro de 2013 e ainda está em fase de consolidação.

No Rio Grande do Sul, o Pró-Sinos é mais um dos consórcios mais antigos e consolidados, tendo sido criado em 2007. Ele é o único consórcio de abastecimento

de água e esgotamento sanitário que envolve municípios metropolitanos: dos 26 municípios, apenas seis estão fora da região metropolitana de Porto Alegre. O Pró-Sinos também reúne municípios atendidos por SAAEs e pela Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN). O Pró-Sinos responde a todos os critérios de sustentabilidade, e atua também no planejamento para a gestão de resíduos sólidos e no manejo de resíduos da construção civil.

A territorialidade dos consórcios nas regiões Sul e Sudeste, isso é, o espaço efetivo de atuação consórcio, se constitui a partir de diferentes razões/motivações. Para alguns consórcios, como o Pró-Sinos, o território de origem é a bacia hidrográfica; observa-se que questões em torno da preservação dos recursos hídricos, ou a presença de um Comitê de Bacia pré-existente podem dar origem a uma articulação intermunicipal na forma de consórcio público voltado para melhorias na prestação de serviços de saneamento.

Por outro lado, a vontade política, associada ao ideário municipalista e à falta de apoio institucional dos governos estaduais aos SAAEs também é um fator indutor da formação de consórcios, como no caso do CISAB Zona da Mata. Nele não existe unidade geográfica, como uma bacia, ou contiguidade territorial entre os municípios-membros.

Também é pouco significativo o número de consórcios públicos que atua no apoio à prestação dos serviços de água e esgotamento sanitário em regiões metropolitanas, o que se deve ao fato de a maior parte dos municípios metropolitanos ser atendida por CESBs, sendo a iniciativa de cooperação intermunicipal dominante entre municípios de menor porte, cujos serviços são prestados por SAAEs. As CESBs que atuam nas regiões metropolitanas não buscam estimular a cooperação entre municípios; ao contrário, são refratárias às formas de articulação intermunicipal. Contudo, isso parece um contrassenso, já que em grande parte das regiões metropolitanas os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário são integrados. Além disso, a maior parte das legislações estaduais sobre regiões metropolitanas define entre as funções públicas de interesse comum o abastecimento de água e esgotamento sanitário (BALBIM *et al.*, 2012).

Entre os consórcios das regiões Sul e Sudeste analisados predominam aqueles que atuam fundamentalmente no apoio à prestação de serviços, realizando atividades como: compras coletivas de equipamentos, como hidrômetros; cursos de capacitação para funcionários; concursos para os SAAEs contratarem corpo técnico; assessoria técnica e jurídica; análises de qualidade da água; elaboração de projetos para que as prefeituras/SAAEs possam ter acesso a recursos não onerosos e financiados; e apoio à elaboração de PMSBs.

A análise dos consórcios de abastecimento de água e esgotamento sanitário existentes revelou os seguintes aspectos: o papel das superintendências estaduais da Funasa no apoio aos consórcios é central; a estratégia de financiamento pela Funasa de laboratório de análise de qualidade de água que funciona também como sede do consórcio é bastante adequada; a existência de uma sede física é fundamental para a sustentabilidade do consórcio; os ganhos para a prestação de serviços municipais pelos SAAEs e autarquias que participam de consórcios são evidentes, como a redução dos custos e melhoria na qualidade da prestação; existe, mesmo em experiências bem-sucedidas, uma participação dos prefeitos ainda frágil, tanto nas assembleias como no cotidiano dos consórcios, o que prejudica a capacidade de ação dessas instâncias de cooperação intermunicipal; não existe relação dos consórcios com esferas organizadas de participação da sociedade civil, como conselhos de políticas públicas que tratam do saneamento (conselhos das cidades, do meio ambiente, de saneamento básico ou de saúde); os ciclos políticos, relativos aos mandatos de quatro anos dos prefeitos, podem prejudicar o funcionamento do consórcio, reduzindo o engajamento efetivo do município; o papel dos técnicos municipais, de SAAEs e autarquias, na estruturação e sustentação dos consórcios, é crucial; a contiguidade territorial não é condição para a formação de consórcios, pois a escala de cooperação é mais política do que técnica.

4.2.2 Consórcios de regulação

A pesquisa identificou os seguintes consórcios organizados para atuar na regulação da prestação dos serviços (Tabela 3):

Tabela 3 – Consórcios de Regulação/Agências Reguladoras Intermunicipais

Nome	Sigla	Atividades	Estado	Número de Municípios
Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê	CISAB SMT	Regulação Saneamento	SP	25
Agência Reguladora Intermunicipal de Santa Catarina	ARIS	Regulação Saneamento	SC	176
Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias do Piracicaba, Capivari, Jundiá	ARES PCJ	Regulação Saneamento	SP	43
Agência Intermunicipal de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos Municipais do Médio Vale do Itajaí	AGIR	Regulação Saneamento	SC	14
Consórcio Intermunicipal da Região Central	CISAB-RC	Regulação Saneamento	MG	15

O primeiro consórcio articulado para atuar na regulação dos serviços de saneamento a ser criado foi a Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento de

Santa Catarina, organizada partir de uma articulação da Federação Catarinense de Municípios (FECAM). Reunindo 176 municípios dos 295 de Santa Catarina, isso é, 59,66%, a ARIS vem ampliando ano a ano o número de municípios consorciados. Ela atua na regulação e fiscalização de todas as atividades do saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos, limpeza urbana e drenagem pluvial. Atualmente a ARIS regula e fiscaliza as concessionárias estaduais: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) e Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), empresas privadas, autarquias municipais (SAAEs) e a própria Administração Direta, quando prestadora dos serviços, na figura dos Departamentos de Água e Esgoto (DAEs).

A AGIR, Agência Intermunicipal de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos Municipais do Médio Vale do Itajaí, criada entre 2009 e 2010 teve sua origem na Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí (AMMVI), cujos membros uniram-se para idealizar a criação de um ente de regulação regional para os serviços públicos de saneamento básico.

A ARES PCJ surgiu a partir de decisão do Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) de criar uma agência reguladora de saneamento, com as tarefas de regular, controlar e definir tarifas de água, esgoto, resíduos sólidos e de fiscalizar os serviços prestados pelas empresas de saneamento. Estão associados à ARES-PCJ 53 municípios. Dentre esses, 10 municípios não fazem parte do consórcio, mas estabeleceram termos de cooperação para delegar a regulação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário à ARES PCJ. Entre os municípios que têm seus serviços regulados pela ARES PCJ existem diferentes formas de prestação de serviços: diretamente pela prefeitura, por SAAEs, pela SABESP e por empresas privadas. A ARES PCJ também regula a prestação de serviços de coleta de resíduos sólidos em Piracicaba.

Os três consórcios supramencionados ARIS, AGIR e ARES PCJ cumprem os critérios de sustentabilidade selecionados na pesquisa: estão completamente regularizados (Protocolo de Intenções, Leis de Ratificação, Contrato, Estatuto), possuem estruturas de financiamento determinadas em contrato de rateio, corpo técnico contratado e demonstram efetividade nas ações, exemplificando uma gestão cooperativa.

Ainda em São Paulo, uma outra forma de cooperação intermunicipal para regulação foi articulada: o Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê, criado a partir de uma iniciativa de duas instâncias de cooperação intermunicipal na região: o Consórcio de Estudos, Recuperação e Desenvolvimento da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê (CERISO) e o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê (CBH-SMT). Apesar de ter seu

Protocolo de Intenções ratificado nas Câmaras Municipais, esse consórcio ainda não está atuando efetivamente nas atividades a que se propõe (planejamento e regulação), portanto não é possível apontar suas condições de sustentabilidade.

O mais recente consórcio para regulação é o Consórcio Intermunicipal da Região Central de Minas Gerais (CISAB-RC), constituído em julho de 2014. No protocolo de intenções figuravam 304 municípios, mas apenas 15 municípios assinaram o protocolo, sendo todos eles atendidos por SAAEs. Observa-se que os outros municípios têm seus serviços prestados pela COPASA, podendo-se concluir que, originalmente, o CISAB-RC poderia se construir como uma alternativa à agência reguladora estadual, a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento de Minas Gerais (ARSAE-MG), mas essa perspectiva ainda não se concretizou. Foi feita a seleção e a contratação de equipe técnica e analistas de regulação em maio de 2015; o consórcio inaugurou sua sede própria no mesmo ano; possui contrato de rateio estabelecido no qual a contribuição dos municípios se faz através de Taxa de Regulação e Fiscalização, cobrada mensalmente dos consorciados, baseada no número de ligações de água e de esgoto. Segundo os critérios previamente mencionados, o CISAB – RC possui todos os requisitos de sustentabilidade.

4.2.3 Consórcios atuando na limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Os consórcios públicos que atuam em diferentes atividades relacionadas à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos são mais numerosos que aqueles atuando no abastecimento de água e esgotamento sanitário. O universo de consórcios de resíduos sólidos levantado na pesquisa é vasto, com aproximadamente 200 consórcios, e muito heterogêneo. Existem os consórcios formados exclusivamente para compartilhamento de aterro sanitário; existem consórcios que têm atividades mais amplas na gestão de resíduos sólidos; existem consórcios envolvendo outros setores do saneamento básico; e existem consórcios com objetivos amplos de desenvolvimento regional, multifinalitários, que incorporaram parte das funções relacionadas à gestão de resíduos sólidos. A distribuição desses diferentes tipos de consórcios é bastante variável, tanto entre regiões quanto entre estados da mesma região, sendo apresentada a seguir, com base em dados de 2013-2014.

Região Norte

É na Região Norte do país onde o número de consórcios de resíduos sólidos é menos expressivo. Dentre os consórcios da Região Norte, aqueles com maior potencial de sustentabilidade são os dois consórcios de Rondônia, que estão completamente regularizados e possuem uma estrutura de financiamento determinada em contrato de rateio, além de corpo técnico contratado para demonstrar efetividade nas ações,

exemplificando uma gestão cooperativa. O Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Região Central de Rondônia (CISAN CENTRAL-RO) gerencia um aterro compartilhado, atuou na elaboração do Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos (PRGAIRS) e tem potencial para expandir sua ação para outros setores do saneamento básico, com vistas a uma ação integrada. Já o Consórcio Intermunicipal do Centro Leste do Estado de Rondônia (CIMCERO) também está completamente regularizado, tendo realizado em 2010 uma concorrência pública com a finalidade de conceder os serviços públicos de tratamento e a disposição final adequada dos resíduos sólidos domiciliares urbanos gerados pelos municípios consorciados, sendo contratada empresa privada para esse fim; esse consórcio também atua em um programa de coleta seletiva nas cidades de Novo Horizonte e Vilhena.

No Tocantins, o Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos e Gestão Ambiental Integrada do Delta do Tocantins foi criado em 2012, envolvendo três municípios e apresentando funções mais restritas, tais como: compartilhamento de aterro sanitário e elaboração do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS).

Região Nordeste

A Região Nordeste apresenta um número maior de consórcios de resíduos sólidos, sobretudo em função dos avanços das ações dos governos estaduais no sentido de promover a sua institucionalização. No Maranhão, está em fase de organização o Consórcio Timbira, na região dos Cocais Maranhenses, que já possui o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, com data de 2012.

No Piauí, foi criado em 2013 o consórcio Univale, com sede em Oeiras, para planejamento, regulação, fiscalização e, nos termos de contrato de programa, prestação do serviço público para promover a destinação e disposição final de resíduos e rejeitos sólidos. O consórcio reúne 32 municípios do Vale do Canindé e do Vale do Guaribas e conseguiu elaborar o Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS), mas ainda se encontra em fase de organização financeira.

No Ceará, em 2006, foram concluídos os estudos técnicos e econômicos para a destinação final de resíduos sólidos, que apontaram a necessidade da implantação de 26 (vinte e seis) e melhoria de quatro aterros sanitários regionais para solucionar a destinação final dos resíduos sólidos urbanos no estado. Esses aterros deveriam ser gerenciados através de consórcios públicos onde participam os municípios e o estado. Foram constituídos juridicamente 21 consórcios públicos em resíduos sólidos, fomentados e articulados pela Secretaria das Cidades, beneficiando 144 municípios. Foram ainda instituídos por iniciativa municipal quatro outros consórcios, totalizando 25

legalmente constituídos no estado. Entretanto, até o final de 2014, nenhum consórcio se encontrava em efetivo funcionamento. Atualmente, o estado do Ceará (Secretaria das Cidades) está trabalhando nos projetos executivos dos aterros, sendo que apenas o Consórcio Municipal para a Destinação Final de Resíduos Sólidos (COMDERES) de Sobral está finalizado com recursos viabilizados para sua construção, por parte do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

No Rio Grande do Norte existem quatro consórcios estruturados para atuar na gestão de resíduos sólidos, sendo o mais antigo o Consórcio Público Regional de Resíduos Sólidos do Seridó/CPRRS-Seridó, organizado em 2009. Contudo, nesse estado verifica-se uma forte dependência do apoio do governo estadual para o funcionamento dos consórcios, já que em todos eles há participação do estado.

Na Paraíba foram identificados cinco consórcios que incluem em seus documentos (Protocolo de Intenções e Estatuto) finalidades relacionadas à gestão de resíduos sólidos, sendo dois deles multifinalitários: o Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional da Nascente do Rio do Peixe (CIDR-NRP) e o Consórcio de Desenvolvimento Intermunicipal da Área Metropolitana de João Pessoa (CONDIAM – PB), reforçando a tendência de consórcios de desenvolvimento metropolitano e de desenvolvimento e meio ambiente, na escala de uma bacia hidrográfica, ao assumirem essas finalidades da gestão de resíduos. Vale lembrar que o CONDIAM – PB, criado em 2002, teve como principal ação a construção do Aterro Sanitário que substituiu o Lixão do Roger, depósito de resíduos sólidos das cidades de João Pessoa, Bayeux e Cabedelo. No entanto, ele não adaptou sua estrutura de consórcio público e hoje, segundo diferentes análises (NASCIMENTO; FERNANDES, 2015; MIRANDA, 2015), encontra-se com pouca atividade e desarticulado.

Em Pernambuco os consórcios são em sua maioria multifinalitários, sem a participação do estado e está previsto no Plano Estadual de Resíduos Sólidos que os municípios venham a atuar de forma associada na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo que o que mais avançou nesse sentido foi o Consórcio Público dos Municípios da Mata Sul Pernambucana (COMSUL). Apenas na região metropolitana existe uma iniciativa para formação de um consórcio para a gestão de resíduos sólidos, o Consórcio Metropolitano para Gestão Integrada e Consorciada de Resíduos Sólidos, sendo que nesse o estado participa, mas, até o final de 2014, o mesmo ainda não havia cumprido todas as etapas de estruturação.

Em Alagoas, após a elaboração do Plano Estadual de Regionalização da Gestão dos Resíduos Sólidos, foram definidas sete regiões de planejamento para resíduos sólidos, as quais serviram de base para a constituição de consórcios públicos no estado. Na estrutura montada em Alagoas, o estado não faz parte dos consórcios. Todos os

consórcios estão regularizados (Protocolo de Intenções, Leis de Ratificação, Contrato, Estatuto); foram lançados os termos de referência para os Planos Intermunicipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS) dos sete consórcios, mas os mesmos ainda não estão desenvolvendo atividades de gestão.

Em Sergipe foram identificados quatro consórcios de resíduos sólidos, seguindo o modelo de regionalização definido pelo governo estadual. Com recursos do Ministério do Meio Ambiente, foram elaborados os PIGIRS de três dos consórcios, que abrangem mais de 90% de território e 85% dos municípios. O Consórcio do Baixo São Francisco (CONBASF) tem apoio da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) para a elaboração de projetos básicos e executivos de engenharia, que vão nortear a futura construção de aterros sanitários e o financiamento de outros equipamentos de coleta e tratamento de resíduos sólidos em 11 municípios da região.

Na Bahia os consórcios também são multifinalitários e associados a uma regionalização estabelecida pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (SEDUR). A SEDUR adotou como base para a Regionalização de Resíduos Sólidos a Região de Desenvolvimento Sustentável (RDS), a qual considera como aspecto prioritário a espacialização dos Territórios de Identidade (TI). Na pesquisa foram identificados 13 consórcios multifinalitários de desenvolvimento. O Consórcio Sustentável do Território do São Francisco (CONSTESF) e o Consórcio Público de Desenvolvimento Sustentável do Território de Irecê (CDS de Irecê), ambos situados no Vale do São Francisco, avançaram mais nas ações referentes aos resíduos sólidos, consonantes com o marco legal nacional. Vale lembrar, entretanto, que esses consórcios contam com o apoio da CODEVASF.

Região Sudeste

A Região Sudeste é aonde a política de consorciamento para resíduos sólidos mais avançou. Em Minas Gerais existem 29 consórcios, sendo que nos três consórcios mais recentes ainda não existe atividade, apenas uma resolução de intenção da disposição final coletiva de resíduos sólidos entre alguns gestores municipais. Com o intuito de incentivar e apoiar tecnicamente a formação dos consórcios intermunicipais foi desenvolvido pelo governo do estado de Minas Gerais, por meio da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o Plano Preliminar de Regionalização para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PRE-RSU). O PRE-RSU apresenta uma proposta de divisão do estado em Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs), que são agrupamentos de municípios que possuem viabilidade técnica para a formação de consórcios intermunicipais. O PRE-RSU foi publicado em 2009. Todavia, apesar da existência do plano que propõe uma regionalização, verifica-se que os consórcios surgem,

sobretudo, da iniciativa municipal. Segundo estudo da FEAM, os Arranjos Territoriais Ótimos serviram de norte a quase 1/3 dos consórcios pesquisados, enquanto outro 1/3 dos consórcios desconhece tal aspecto, e o 1/3 dos consórcios restantes não considerou os ATOs na fundação de seus consórcios (FEAM, 2014).

Já existem consórcios que alcançaram resultados expressivos. O Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos do Médio Piracicaba (CPGRS), constituído em 2005, formado por quatro municípios, se responsabilizou pela construção de aterro sanitário compartilhado, atua na promoção de programas de educação ambiental, deu incentivos para a implantação de associações de catadores, conseguiu efetivar a coleta seletiva nos municípios consorciados e implantou o tratamento térmico dos resíduos dos serviços de saúde. A maior parte dos consórcios foi implantada recentemente e existem vários que realizaram avanços e que preenchem todos os critérios para a sustentabilidade.

No Rio de Janeiro, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos apresenta uma proposta de regionalização que busca agregar aspectos técnicos, operacionais, institucionais, jurídicos, econômicos e, ainda, políticos para a formação de escalas ótimas para o gerenciamento dos resíduos sólidos, que se materializam via cooperação federativa através de consórcios intermunicipais. Foram propostos oito consórcios dos quais seis já estão estruturados e dois se encontram em estruturação. Todos contam com a participação do estado. O processo de implantação se efetivou, mas a atuação dos consórcios ainda é muito embrionária. Em 2015, dois consórcios ainda não tinham seus estatutos formalizados e nenhum deles tinha estabelecido contrato de rateio.

O Espírito Santo também implementou um plano de regionalização que dividiu o território estadual em três consórcios, todos com a participação do estado. Eles foram implantados entre 2009 e 2010 e já apresentam alguns resultados: com o Consórcio Público para Tratamento e Destinação Final Adequada de Resíduos Sólidos da Região Doce Oeste (CONDOESTE), que compartilha o aterro municipal de Colatina, foram elaborados dois planos municipais de saneamento básico e gestão integrada de resíduos sólidos em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Em São Paulo, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos indica que a existência de consórcios intermunicipais já estabelecidos pode facilitar a implementação da regionalização no estado e adoção de ações regionalizadas. Os consórcios existentes que atuam de alguma forma na gestão de resíduos sólidos são bastante diversificados, tanto em número de municípios quanto ao tipo (multifinalitários ou apenas para a gestão de resíduos sólidos). Alguns são extremamente bem estruturados; outros, instituídos antes da Lei nº 11.107/2005, ainda não se adaptaram a ela. Foram identificados na pesquisa 12 consórcios públicos atuando na gestão de resíduos sólidos em São Paulo.

Observa-se que consórcios multifinalitários, com atuação em áreas variadas, têm atuação destacada na gestão de resíduos sólidos. O Consórcio Intermunicipal do Vale do Paranapanema (CIVAP), por exemplo, desenvolve um programa de beneficiamento de resíduos da construção civil e o Projeto Eco Vale Verde, que visa a centralização dos resíduos das cidades consorciadas para efetuar a destinação correta por meio de empresas licenciadas.

O Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Ambiental Sustentável (CIDAS), instituído em 2014, desenvolve diferentes programas de manejo de resíduos sólidos: Programa de Coleta Seletiva; Programa de Coleta Óleo Comestível Usado; Programa de Coleta de Pilhas e Baterias; Programa de Coleta de Lâmpadas Fluorescentes; Programa de Coleta de Lixo Eletrônico; Programa de Coleta de Pneus Inservíveis; Programa de Coleta de Medicamentos Vencidos.

Ainda em São Paulo, é importante mencionar um dos consórcios mais antigos, o Consórcio do ABC. No planejamento estratégico do consórcio estão contemplados programas e projetos que buscam atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos; o grupo discute atualmente a gestão e o descarte dos resíduos da construção civil, a disposição final de lâmpadas e pneus e a criação de pontos de entrega desses materiais no ABC.

Por último, destacamos o Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico para Região do Circuito das Águas (CISBRA), que desenvolve diferentes atividades e que foi escolhido para análise nas experiências exemplares.

Região Sul

Na Região Sul, o número de consórcios com atuação na área de resíduos sólidos também é bastante expressivo; a maior parte deles é multifinalitária e se organizou por iniciativa dos municípios, sem a participação do estado, sendo que muitos são anteriores à Lei nº 11.107/2005. Esses consórcios tiveram que adaptar sua estrutura ao novo marco legal.

No Paraná, considerando os consórcios multifinalitários que atuam em setores do manejo de resíduos sólidos, foram identificados 11 consórcios. Nesse caso, de consórcio multifinalitário que atua no manejo de resíduos sólidos, está o Consórcio Intermunicipal da Fronteira (CIF), criado em 2013. Com atuação centrada no gerenciamento e execução de serviços de construção, conservação e manutenção de vias públicas municipais e de obras públicas, e na elaboração de projetos técnicos de engenharia ele atua no desenvolvimento de um programa para organizar as associações de catadores e a coleta seletiva para assim otimizar custos e garantir melhor

gestão dos resíduos sólidos nos municípios consorciados. Ainda no Paraná destaca-se o Consórcio Intermunicipal para Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (CONRESOL), mais antigo, constituído antes da Lei de Consórcios, mas que teve sua estrutura adequada à de consórcio público em 2007. Ele reúne 20 municípios, sendo a maior parte da região metropolitana de Curitiba, município onde se localiza sua sede.

Em Santa Catarina foram identificados no âmbito do Plano Estadual de Resíduos Sólidos seis consórcios para disposição final de resíduos sólidos; na pesquisa aqui apresentada foram identificados nove consórcios atuando no manejo de resíduos sólidos, sendo três multifinalitários, além dos seis já mencionados no Plano Estadual. Todos os nove estão consolidados e desenvolvendo ações relacionadas à gestão de resíduos.

No Rio Grande do Sul, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos identifica 18 consórcios públicos intermunicipais que atuam na área de resíduos sólidos, dentre os quais aqueles que atuam exclusivamente na área de resíduos sólidos e consórcios multifinalitários. Destaca-se o Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos (CIGRES), com sede em Saberi, criado antes da Lei de Consórcios, que realiza um leque amplo de atividades: gestão de aterro sanitário compartilhado; gestão de estação de tratamento de efluentes (ETE); desenvolvimento de um projeto-piloto de coleta seletiva, selecionando cinco dos 30 municípios consorciados para implantação do projeto; desenvolvimento de atividades de formação: encontros, reuniões e palestras nos municípios cujo objetivo é a partilha de informações a respeito dos procedimentos mais adequados de descarte de resíduos.

Região Centro-Oeste

Na Região Centro-Oeste o número de consórcios ainda é pequeno, sendo que a maior parte foi criada recentemente. Em Goiás foram identificados oito consórcios, entre multifinalitários (cinco deles) e três de saneamento básico, mas atuando essencialmente em resíduos sólidos. A maior parte restringe suas ações à elaboração dos planos e compartilhamento de aterros sanitários. Destaca-se também o Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos e das Águas Pluviais da Região Integrada do Distrito Federal e Goiás (CORSAP-DF/GO), estruturado em 2013, que associa o manejo de resíduos sólidos ao manejo de águas pluviais.

No Mato Grosso do Sul existem três consórcios multifinalitários que têm atuado no apoio aos planos de saneamento, sendo que o Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Integrado das Bacias dos Rios Miranda e Apa (CIDEMA), que reúne 11 municípios, atuou na elaboração do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de

Resíduos Sólidos, no desenvolvimento de um projeto de um aterro sanitário no município de Jardim, e em programa para apoiar a coleta seletiva nos municípios.

Por fim, no Mato Grosso foram identificados 15 consórcios atuando na área de resíduos sólidos, todos multifinalitários. Todos atuaram no apoio à elaboração do Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos, através de convênio entre o governo do estado e o MMA; todos atuaram também no apoio à elaboração dos PMSBs com recursos da Funasa, através de convênio com a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

5. Conclusão

Como visto anteriormente, a proposta desse estudo parte do reconhecimento de que a cooperação intermunicipal pelo intermédio de consórcios públicos pode trazer benefícios significativos para gestão dos serviços de saneamento básico. Entende-se que o conhecimento das experiências em curso e a construção de instrumentos para apresentar aos municípios essas experiências e as vantagens do consorciamento para o saneamento são caminhos profícuos para estimular a cooperação intermunicipal.

Contudo, a análise das experiências internacionais e nacionais sobre consórcios públicos de saneamento mostra que algumas expectativas com relação a esse instrumento de organização da política pública de saneamento básico precisam ser repensadas nos seguintes aspectos.

A possibilidade de construir um único âmbito territorial ótimo (ATO) para a gestão integrada dos serviços de saneamento básico, considerando as particularidades dos quatro setores: de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais e drenagem urbana no Brasil é ainda muito remota. As experiências internacionais que conseguiram essa integração são poucas e se deram em contextos onde os governos nacionais são mais centralizados e capazes de impor aos municípios formas de organização da gestão dos serviços. No sistema federalista brasileiro essa imposição não é viável. Inexistem no Brasil iniciativas de consorciamento que operem nas quatro dimensões. Seria necessário pensar, no quadro do federalismo brasileiro, alternativas para estimulá-la.

Verificou-se que a territorialidade dos consórcios de abastecimento de água e esgotamento sanitário não está diretamente vinculada nem às bacias hidrográficas nem aos sistemas de água e esgotos compartilhados. Eles surgem em função da articulação política entre os municípios ou de propostas da Funasa.

Existem dois vetores externos que estimulam a organização de consórcios: o incentivo dos órgãos da União vinculados ao setor (Funasa, MMA e MCidades) e o incentivo dos governos estaduais (no caso dos consórcios de resíduos sólidos). Esses incentivos, de cima para baixo, precisam ser coordenados para adquirirem maior efetividade e buscarem legitimidade nas bases municipais de modo que possa haver sustentabilidade das instâncias de cooperação intermunicipal criadas.

Nos estados onde o movimento municipalista é mais forte, e onde a articulação intermunicipal parte das iniciativas dos municípios sem estímulos “de cima para baixo”, os consórcios são mais bem estruturados e apresentam maior perspectiva de sustentabilidade. Mas o apoio dos órgãos da União vinculados à gestão do saneamento básico, sobretudo financeiro, tem papel importante na continuidade dessas iniciativas.

É pouco significativo o número de consórcios públicos de água e esgotos que atuam no apoio à prestação dos serviços de água e esgotos em regiões metropolitanas, o que se deve ao fato de a maior parte dos municípios metropolitanos serem atendidos por CESBs, que não estimulam o consorciamento entre municípios.

As alternativas de consórcios de prestação dos serviços de água e esgotos são pouco exploradas; seria necessário pensar estratégias para estimulá-las.

São evidentes os ganhos com a gestão associada em serviços de saneamento, seja para o apoio à prestação dos serviços, seja para a sua regulação e planejamento. Todavia, é limitada a expansão de consórcios públicos em abastecimento de água e em esgotamento sanitário, sendo que nas regiões Norte e Nordeste, onde existe maior precariedade na gestão desses serviços, os consórcios para esses dois setores são praticamente inexistentes. Seriam necessárias estratégias para estimulá-los.

Verifica-se uma ampliação dos casos de consórcios públicos para resíduos sólidos. As razões são várias: o estímulo do MMA; os projetos de regionalização dos estados; a exigência da Lei nº 12.305/2010, que impõe a eliminação dos lixões nos municípios, levando-os a se articularem para a disposição final dos seus resíduos em aterros sanitários, como também elaborarem seus Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Seria necessário criar uma forma de monitorar essas alternativas, que são novas, e indicar caminhos para garantir a sua sustentabilidade.

6. Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa e indicativos de custos

Recomenda-se que o banco de dados com informações sobre consórcios públicos de saneamento, a ser alimentado por equipe da UFRJ, se torne acessível através

de *link* no *website* da Funasa. Como novos consórcios vêm sendo criados, e novos municípios podem aderir aos consórcios existentes, é necessária uma atualização periódica das informações (duas vezes por ano).

Como ficou evidenciado, a assistência técnica e financeira da Funasa aos consórcios voltados para o apoio à prestação de serviços municipais de abastecimento de água e esgotamento sanitário vem sendo fundamental. Sugere-se que a Fundação, enquanto parceira dos consórcios, cobre dos mesmos transparência nas informações. Seria interessante que todos os consórcios tivessem *websites* onde as informações sobre os mesmos fossem atualizadas. A informação é uma forma de propaganda positiva das iniciativas, contribuindo para sua sustentabilidade.

No que diz respeito à cartilha e o guia elaborados no contexto dessa pesquisa, sugere-se a disponibilização de ambos no *website* da Funasa.

Referências bibliográficas

BALBIM, R.; BECKER, M. F.; COSTA, M. A.; MATTEO, M. **Desafios Contemporâneos na Gestão de Regiões Metropolitanas**. In: LINHARES, P. T. F.; MENDES, C. C.; e LASSANCE, A. (org.). *Federalismo a Brasileira Questões Para Discussão*. Brasília: IPEA, 2012

BATISTA, S. **As possibilidades de implementação do consórcio público**. 1. ed. – Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2011.

BOSCH, N. AND SOLÉ-OLLÉ, A. **Fiscal crisis and the reform of local government**, IEB Barcelona, 2011.

BRASIL. Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005. **Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 08 abr. 2005.

_____. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.036, de 11 de maio de 1990, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 06 jan. 2007.

_____. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010b. D.O.U. de 03/08/2010, p. 2.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. PLANSAB. Brasília, dezembro de 2013.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2013**. Brasília: Ministério das Cidades, SNSA, 2014.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2012**. Brasília: Ministério das Cidades, SNSA, 2014

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Diagnóstico de consórcios intermunicipais para a gestão de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2014.

Hophmayer-Tokich, S.; Kliot, N. **Inter-municipal cooperation for wastewater treatment: Case studies from Israel**. Journal of environmental management, 86(3), 554-565, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**. Brasília: IBGE, 2011. 394p.

Iommi, S. **Dimensioni dei governi locali, offerta di servizi pubblici e benessere dei cittadini**. IRPET Istituto Regionale di Programmazione Economica della Toscana, 2011, pp. 0-50.

MARQUES, R. C. **A regulação dos serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais**. Uma perspectiva internacional. ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos – Centro de Sistemas Urbanos e Regionais (CESUR), Lisboa, 2011, pp. 0-389.

Massarutto, A. **La regolazione economica dei servizi idrici 2036-1785**. R.R.S.I. (ed), pp. 0-127. Milano: Bocconi University, 2009.

OBSERVATÓRIO DOS CONSÓRCIOS PÚBLICOS E DO FEDERALISMO (OCPF). **Banco de Dados**. Disponível em: <<http://www.ocpf.org.br/consorcios-publicos/banco-de-dados/pesquisa/>>. Acesso em dez 2016.

Peel, D.; O’Keeffe, B.; Shi, L.; Leith, K.; Keaveney, K. **Shared Services Across Local Government**. ICLRD & European Union’s European Regional Development Fund Armagh – Northern Ireland, 2011

PEIXOTO, J. B. **Manual de Implantação de Consórcios Públicos de Saneamento**. Cooperação Técnica Funasa/Assemae. Brasília, 2008.

PITERMAN, A. **Formação e Implantação de Consórcios Intermunicipais de Saneamento: um estudo de três experiências no Brasil.** Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, 2014.

RIBEIRO, W. A.; SCHNEIDER, D.; SALOMONI, D. **Orientações Básicas para a Gestão Consorciada de Resíduos Sólidos.** Brasília, edição do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), com apoio da Cooperação Brasil-Espanha, 2013.

RIBEIRO, W. **A Cooperação federativa e a Lei de Consórcios Públicos.** Brasília: Confederação Nacional de Municípios, 2007. Disponível em <<http://portal.cnm.org.br/sites/6700/6745/Cartilha-ConsorciosPublicos.pdf>>. Acesso em 10 mar 2014.



Relação das Pesquisas conveniadas/selecionadas pela Funasa Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento

Edital 001/2000

- 1) 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.
- 2) Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas. Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT, coordenador Renato Blat Migliorini, Universidade Federal do Mato Grosso.
- 3) Estudo de processos aplicados ao tratamento de efluentes de serviços de saúde com ênfase na etapa de remoção de organismos patogênicos, coordenador Luiz Olinto Monteggia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 4) Aplicação controlada de água residuária e lodo de esgoto, no solo para melhorar e incrementar a agricultura do semiárido nordestino, coordenadora Annemarie König, Universidade Federal de Campina Grande.
- 5) Exclusão sanitária em Belo Horizonte – MG: caracterização e associação com indicadores de saúde, coordenador Léo Heller, Universidade Federal de Minas Gerais.
- 6) Estudo dos impactos das melhorias sanitárias domiciliares no Município de Vitória, no combate às doenças de veiculação hídrica, coordenadora Cleunice Inácio Rodrigues, Prefeitura Municipal de Vitória.
- 7) Taipa para o Brasil, coordenador Marcondes Araújo Lima, Universidade Federal do Ceará.
- 8) Indicadores biológicos de qualidade da 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 Haridoim, Universidade Federal do Mato Grosso.

- 9) Tecnologias não convencionais para o tratamento de água para pequenas comunidades, incluindo desinfecção, coordenadora Cristina Célia Silveira Brandão, Universidade de Brasília.
- 10) 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, coordenador Maurício Luiz Sens, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 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,

- 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, aterraceamento com tiras de pneus, coordenador José Geraldo Vasconcelos Baracuhy, 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) A avaliação da efetividade 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 do 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, 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 da aplicação do dióxido de cloro no tratamento de água para consumo humano, coordenador Rafael Kopschitz X. Bastos, Universidade Federal de Viçosa.
- 5) Avaliação de métodos de remoção e inativação de formas de resistência de protozoários parasitos da água, coordenadora Vanete Thomaz Soccol, Universidade Federal do Paraná.
- 6) Avaliação da filtração em múltiplas etapas para remoção de turbidez de águas superficiais, coordenador Eduardo Quejia de Siqueira, 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 Peralta Zamora, Universidade Federal do Paraná.

- 10) Desfluoretação parcial 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 Cambraia Beinrer, Faculdades Federais Integradas de Diamantina.
- 15) Proposta de melhorias no sistema de manejo e disposição dos resíduos sólidos para pequenas comunidades, coordenadora Viviana Maria Zanta, Universidade Federal da Bahia.
- 16) Implantação de um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos no Arraial de São Francisco do Mombaça, coordenadora Sandra Maria Furiam Dias, Universidade Estadual de Feira de Santana.
- 17) Tecnologia para otimização do uso da água no domicílio, coordenadora Lúcia Helena de Oliveira, Universidade Federal de Goiás.
- 18) Tecnologia de sistemas condominiais de esgotos: uma avaliação de sua aplicação em cidades de diferentes portes, coordenador Augusto Fernandes Carvalho Sá de Oliveira, Universidade Federal da Bahia.
- 19) Avaliação das condições sanitárias de microáreas, de ligações intradomiciliares da rede de esgotamento sanitário do Programa Bahia Azul, coordenadora Rita de Cássia Franco Rego, Universidade Federal da Bahia.
- 20) Programas municipais de coleta seletiva de lixo como fator de sustentabilidade dos sistemas públicos de saneamento ambiental na região metropolitana de São Paulo, coordenadora Helena Ribeiro, Universidade de São Paulo.

- 21) Representações e práticas sociais ligadas a Gestão Água, coordenadora Ariane Kuhnen, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 22) Percepções e usos da água em pequenas comunidades: uma perspectiva antropológica, coordenadora Carla Costa Teixeira, Universidade de Brasília.
- 23) 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.
- 24) 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.
- 25) Pesquisa-ação no Distrito de Iauaretê do Município de São Gabriel da Cachoeira/AM. Proposta de melhorias sanitárias e mudanças de hábitos, coordenadora Maria Cecília Focesi Pelicioni, Universidade de São Paulo.

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, 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 semiárido 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 Dirceu Scaratti, 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, coordenador 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.

Edital 001/2011

- 1) Sistemas de tratamento para desfluoretação parcial de águas subterrâneas com presença de flúor superior à estabelecida na Portaria MS nº 2.914/2011, Adilson Ben da Costa, Universidade de Santa Cruz do Sul.
- 2) Instrumentos metodológicos para estimular a formação de consórcios públicos voltados para gestão integrada dos serviços de saneamento, Ana Lucia Nogueira de Paiva Brito, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- 3) Metodologia para formulação de consórcios para gestão integrada em saneamento ambiental, Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira, Universidade Federal de São Carlos.
- 4) Desenvolvimento de biofiltro com meio suporte constituído de lodo desidratado e escória de alto forno para a remoção simultânea de sulfeto de hidrogênio e metano presentes no gás residual de reatores anaeróbios, Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Universidade Federal de Minas Gerais.
- 5) Desenvolvimento de um sistema de monitoramento eletrônico *in situ* de água usando tecnologia de rede de sensores sem fio alimentada com energia solar, Ernane Jose Xavier Costa, Universidade de São Paulo.
- 6) Coleta seletiva: modelos de gestão com e sem inclusão de catadores, vantagens e desvantagens na perspectiva da sustentabilidade, Helena Ribeiro, Universidade de São Paulo.
- 7) Avaliação de um sistema de tratamento de água convencional na remoção de cianobactérias e cianotoxinas: estudo de caso, SAMAE, Caxias do Sul, RS; João Sarkis Yunes, Universidade Federal do Rio Grande.
- 8) Avaliação da eficiência da filtração lenta com retrolavagem, na remoção de protozoários (Giárdia e Cryptosporidium), como tratamento de água para consumo humano, Maurício Luíz Sens, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 9) Modelo de gestão de resíduos sólidos para cinco assentamentos no município de Palmas, Paula Benevides de Moraes, Universidade Federal do Tocantins.
- 10) Desenvolvimento de uma ferramenta para o processo de planejamento, implementação e gestão de sistemas sustentáveis de saneamento para comunidades isoladas, Paula Loureiro Paulo, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

- 11) Filtros plantados com macrófitas (WETLANDS construídos) empregados no tratamento descentralizado de esgotos/Wetlands, Pablo Heleno Sezerino, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 12) Metodologia para fortalecimento do controle social na gestão em saneamento, Pedro Roberto Jacobi, Universidade de São Paulo.
- 13) Tratamento de água por Filtração em Margem para o abastecimento de populações dispersas e pequenas comunidades, Ramon Lucas Dalsasso, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 14) Desenvolvimento de sistema Cromofluorogênico Qualitativo (P/A) de avaliação de microcistina visando o suporte às ações de vigilância a qualidade de águas (MICROCIST), Sérvio Túlio Alves Cassini, Universidade Federal do Espírito do Santo.
- 15) Tratamento de águas com excesso de ânions fluoreto e nitrato utilizando HDLs, argilas e zeólitas como adsorventes, Sibeles Berenice Castellã Pergher, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- 16) Análise do Serviço Integrado de Saneamento Rural – SISAR, da Companhia de Água e Esgoto do Ceará, em sua dimensão político-institucional, Sonaly Cristina Rezende Borges de Lima, Universidade Federal de Minas Gerais.
- 17) Tratamento simplificado de águas superficiais com alta turbidez para abastecimento de pequenas comunidades localizadas em várzeas, Válter Lúcio de Pádua, Universidade Federal de Minas Gerais.



Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento

Comitê Científico (2008 a 2012)

José Raimundo Machado dos Santos – Presidente do Comitê – Diretor DENSP/Funasa

Patrícia Valéria Vaz Areal (suplente) – CGCOT/DENSP/Funasa

Filomena Kotaka – Secretária executiva – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa

Selma Irene Antonio (suplente) – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa

Marcelo Libânio Coutinho – CORE/MG/Funasa

Alexandre Araújo Godeiro (suplente) – CORE/RN/Funasa

Francisco de Assis Quintieri – CORE/RJ/Funasa

Rainier Pedraça Azevedo (suplente) – CORE/AM/Funasa

Vilma Ramos Feitosa – CGESA/DENSP/Funasa

Everaldo Resende Silva (suplente) – CGESA/DENSP/Funasa

Álvaro Bittencourt Henrique Silva – CGEAR/DENSP/Funasa

José Antônio Motta Ribeiro (suplente) – CGEAR/DENSP/Funasa

Mara Lúcia C. Oliveira – Representante da Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS/OMS

Carlos Florêncio Corvalan (suplente) – Representante da Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS/OMS

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 Antonio 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

Norma Lúcia de Carvalho – Ministério das Cidades – MCidades

Ana Paula Neiva (suplente) – Ministério das Cidades – MCidades

Cícero Onofre de Andrade Neto – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Paula Dias Bevilacqua – Universidade Federal de Viçosa – UFV

Luiz Antonio Daniel – Escola de Engenharia de São Carlos/USP

Colaboradores e ex-membros do Comitê Científico

Aldo Pacheco Ferreira – Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz/MS

Ana Maria Barbosa – Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP/MCT

Ana Maria Nogueira de Souza – 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

Aurélio Pessoa Picanço – Universidade Federal de Tocantins – UFTO

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

Kátia Regina Ern – DENSP/Funasa/MS

Lúcia Helena da Silva Feijão – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES

Luiz Roberto Santos Moraes – Universidade Federal da Bahia – UFBA

Maria Lúcia Prest Martelli – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa

Miguel Mansur Aisse – Universidade Federal do Paraná – UFPR

Regina Célia Borges de Lucena – DECIT/Ministério da Saúde

Robert Schiaveto de Souza – Universidade Federal do Mato Grosso Sul – UFMS

Rosane Radunz Coimbra – Associação dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE

Ruy Gomide Barreira – DENSP/Funasa/MS

Sadi Coutinho Filho – DENSP/Funasa/MS

Sérgio Antônio Gonçalves – Associação dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE

Sérgio Rolim Mendonça – Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Teófilo Carlos Nascimento Monteiro – Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz/MS

Vanessa Guimarães Machado – Ministério da Saúde/DECIT

–

Secretaria Executiva

Ruy Gomide Barreira – Diretor do DENSP/Funasa/MS

Patrícia Valéria Vaz Areal – Coordenadora Geral da CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Filomena Kotaka – Coordenadora da CODET/CGCOT/DENSP/Funasa

Rosa Maria Vahia Terzella – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Alexandra Lima da Costa – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Ana Lúcia Magalhães Mariani – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Maria das Graças Dias – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Selma Irene Antonio – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Consultores externos *ad hoc*

Alexandre Araújo Godeiro Carlos – DARIM/SNSA/MCidades

Aurélio Pessoa Picanço – Universidade Federal de Tocantins – UFTO

Darcy de Valadares Rodrigues Ventura – Consultora externa

Jaqueline Francischetti – Consultora externa

Lúcio Henrique Bandeira – Consultor externo

Miguel Mansur Aisse – Universidade Federal do Paraná – UFPR

Sérgio Rolim Mendonça – Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Consultores internos

Carlos Ossamu Ogawa – SUEST-PR/Funasa/MS

Hélio Sanfelice – SUEST-PR/Funasa/MS

Osman de Oliveira Lira – SUEST-PE/Funasa/MS

Sadi Coutinho Filho – SUEST-PR/Funasa/MS

Sueli Etsuko Takada Pavesi de Abreu – COCAG/DESAM/Presi/Funasa/MS

Supervisores

Adam Douglas Sebastião Pinto – SUEST-SP/Funasa/MS

Erivaldo Mesquita de Oliveira – SUEST-RN/Funasa/MS

Hélio Fernandes de Moraes Filho – SUEST-MG/Funasa/MS

Marcelo Carvalho de Resende – SUEST-MG/Funasa/MS

Patrícia Seidel – SUEST-RS/Funasa/MS

Paulo Roberto Côrrea Fritsch – SUEST-RJ/Funasa/MS

Priscyla A. de Campos Freire – SUEST-SP/Funasa/MS

Elaboração

Filomena Kotaka – Coordenadora – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Cibele Medeiros Brito Leite – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Cristine Diniz Santiago – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Maria das Graças Dias – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Rosa Maria Vahia Terzella – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Selma Irene Antonio – CODET/CGCOT/DENSP/Funasa/MS

Autores

Léo Heller – Coordenador – Professor voluntário da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Helena Ribeiro – Coordenadora – Professora Titular do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo – FSP/USP

Pedro Roberto Jacobi – Coordenador – Professor titular da Universidade de São Paulo – USP

Sibele Berenice Castellã Pergher – Coordenadora – Professora-Adjunta da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Sonaly Cristina Rezende Borges de Lima – Coordenadora – Professora-Adjunta da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Adilson Ben da Costa – Coordenador – Professor Adjunto da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC

Ana Lucia Nogueira de Paiva Britto – Coordenadora – Professora-Adjunta da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Missão

Promover a saúde pública e a inclusão social por meio de ações de saneamento e saúde ambiental.

Visão de Futuro

Até 2030, a Funasa, integrante do SUS, será uma instituição de referência nacional e internacional nas ações de saneamento e saúde ambiental, contribuindo com as metas de universalização de saneamento no Brasil.

Valores

Ética; Equidade; Transparência; Eficiência, Eficácia e Efetividade; Valorização dos servidores; Compromisso socioambiental.



Fundação
Nacional
de Saúde



MINISTÉRIO DA
SAÚDE

ISBN: 978-85-7346-055-1



9 788573 460551