

Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia

Economic evaluation of social technologies applied to health promotion: water supply by the SODIS System in riverside communities of the Brazilian Amazon

Marco Aurélio Arbage Lobo¹
Dula Maria Bento de Lima¹
Cezarina Maria Nobre Souza²
Waddle Almeida Nascimento²
Leiliane Cristina Cardoso Araújo²
Neucy Barreto dos Santos²

Abstract *The so-called social technologies have been widely used in many places around the world as a viable alternative for low-income populations to gain access to opportunities for employment and income and other aspects related to quality of life, including basic sanitation. This paper conducts a cost-benefit analysis of using a low cost technology for drinking water used in several countries, namely the SODIS system. The study was conducted in riverside communities living in the island area of Belem municipality, located in the Brazilian Amazon. Data were collected through questionnaires answered by families living on three islands: Jutuba, Nova and Urubuoca. The results were positive, considering the cost-benefit analysis of the project, which demonstrates the economic viability of using the SODIS system in the situation investigated.*

Key words *Low cost technology, Water supply, Health promotion, Cost-benefit analysis*

Resumo *As chamadas tecnologias sociais vêm sendo largamente usadas em muitos lugares do mundo como alternativa viável para que populações de baixa renda tenham acesso a oportunidades de ocupação e renda e outros aspectos relacionados à qualidade de vida, inclusive o saneamento básico. O presente trabalho realiza uma avaliação custo-benefício do uso de uma tecnologia de baixo custo para abastecimento de água potável utilizada em vários países, o sistema SODIS. O estudo foi realizado em comunidades ribeirinhas que vivem na área insular do município de Belém (PA), localizado na Amazônia brasileira. Os dados foram obtidos por meio de questionários respondidos por famílias moradoras de três ilhas: Jutuba, Nova e Urubuoca. Os resultados mostraram-se positivos, considerando a análise de custo-benefício do projeto, o que comprova a viabilidade econômica do uso do sistema SODIS na situação investigada.*

Palavras-chave *Tecnologia de baixo custo, Abastecimento de água, Promoção da saúde, Análise custo-benefício*

¹Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, Universidade da Amazônia (UNAMA). Av. Alcindo Cacela 287, Umarizal. 66060-902 Belém PA. lobo2502@yahoo.com.br

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará.

Introdução

O desenvolvimento econômico foi tradicionalmente visto pelas sociedades de muitos países não desenvolvidos como o caminho mais rápido para melhorar as condições materiais de vida dos seus povos. Ainda que esse objetivo tenha sido alcançado para uma parcela da população desses países, maior ou menor, conforme o lugar, uma expressiva parte dos seus habitantes não usufruiu dos benefícios trazidos pelo desenvolvimento. Essa população permaneceu vivendo em condições bastante adversas, tanto no campo quanto na cidade, sendo privada, muitas vezes, de requisitos básicos para uma vida adequada.

As razões para isso são complexas e diversas. Uma delas é a incapacidade de acesso dessa massa de excluídos às tecnologias convencionalmente aplicadas no processo produtivo capitalista. Essa incapacidade pode se dar tanto pela falta de acesso à tecnologia para o processo produtivo, quanto, na esfera do consumo, pela impossibilidade de adquirir os bens e serviços oferecidos pelas empresas.

Nesse contexto, os estudos sobre tecnologia e sociedade vêm ganhando importância crescente no debate sobre o desenvolvimento econômico e social, especialmente no sentido da viabilização de novas possibilidades tecnológicas voltadas à melhoria das condições de vida dos grupos mais vulneráveis da população.

Nesse campo de estudos, o conceito de tecnologias sociais (TS) começou a ganhar corpo nas discussões sobre o tema. Um dos conceitos de TS mais aceitos atualmente é o relacionado a “produtos, técnicas ou metodologias replicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social”¹.

As TS apresentam as seguintes características²: adaptação a produtores e consumidores de baixa renda; negação das formas de controle presentes na produção capitalista; objetivo prioritário é a satisfação das necessidades humanas (ênfase no valor de uso e não no valor de troca); incentivo ao potencial e à criatividade de produtores e usuários; viabilidade econômica a formas alternativas de organização produtiva, como cooperativas populares, assentamentos de reforma agrária e agricultura familiar e pequenas empresas.

O conceito de tecnologia social é o resultado de um processo evolutivo cujo marco inicial pode ser encontrado na Índia do final século XIX, através de iniciativas voltadas ao aperfeiçoamento

das tecnologias dos produtores tradicionais, particularmente a roca de fiar manual, como estratégia de luta contra a entrada dos produtos industrializados britânicos e, num contexto mais geral, contra o próprio colonialismo. Na década de 1920, Mahatma Ghandi participou ativamente desse processo, no âmbito do movimento de independência hindu³.

No ocidente, o conceito ganhou grande difusão com Ernst Friedrich Schumacher, um economista nascido na Alemanha, mas com carreira profissional desenvolvida na Inglaterra, com a obra “O Negócio é Ser Pequeno”, publicado no Brasil em 1983. Nesse processo evolutivo, destaca-se também a discussão sobre o tema das “tecnologias apropriadas”, nas décadas de 1960 e 1980, além de diversos outros que conceitos que precederam a noção de tecnologias sociais¹.

É importante ressaltar que as TS não estão comprometidas apenas com a inclusão social, mas também com o ideário da sustentabilidade ambiental^{4,5}. No conjunto de iniciativas relacionadas à inclusão social e à sustentabilidade ambiental, encontra-se a reciclagem e a reutilização de resíduos sólidos⁶, além do abastecimento de água potável⁷. Apesar de ser um tema com amplo debate nacional e internacional, ainda são poucos os estudos relacionados à avaliação econômica das iniciativas de TS.

O presente artigo tem como objetivo realizar uma avaliação econômica do projeto “Água em Casa, Limpa e Saudável”, realizado pela organização não governamental Cáritas de Belém, ligada à Igreja Católica, em moradias ribeirinhas de baixa renda, localizadas na área insular do município de Belém: as ilhas Nova, Jutuba e Urubuoca. Este trabalho é parte de um esforço de pesquisa mais amplo, que envolveu diversos pesquisadores e abrangeu, além do aspecto econômico, mais cinco eixos de investigação: epidemiológico; antropológico; tecnológico (avaliação das etapas de planejamento, implantação e gestão da tecnologia e da qualidade da água produzida pela tecnologia implantada); efetividade para a promoção da saúde; e contribuição para o alcance dos Objetivos do Milênio (ODM)⁸.

Área de estudo

A despeito de ter uma taxa de urbanização bastante elevada – 99,14%, segundo o Censo Demográfico de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁹ –, a capital paraense possui uma área insular de expressiva extensão territorial onde reside grande parte da

população rural belenense, quase sempre em locais banhados por cursos d'água.

O IBGE não disponibiliza ao público informações censitárias de cada uma das três ilhas onde o projeto foi implantado. O dado com menor nível de desagregação é o setor censitário em que elas se situam, que também engloba outras localidades da área insular de Belém com características físicas e socioeconômicas semelhantes. O setor censitário em questão contava com 1.045 habitantes em 2010, dos quais 568 eram homens e 477 mulheres, que residiam em 281 domicílios particulares permanentes.

Ainda que sejam moradores com acesso direto a grande quantidade de água doce – as três ilhas situam-se na Baía do Guajará, que é vizinha à grande Baía do Marajó –, o aproveitamento dessa água para consumo humano é inviável sem o uso de tecnologia de alto custo, em razão da contaminação pelo lançamento *in natura* de esgotos provenientes do continente, onde está a quase totalidade da área urbana do município de Belém. O uso de aquíferos subterrâneos locais também não é viável, uma vez que o solo sofre inundações diárias em decorrência do movimento das marés, formando uma camada de lama na maior parte do ano. Somente nos curtos períodos de chuvas menos intensas e frequentes e de marés mais baixas é que o solo se torna mais firme. Isso compromete a qualidade dos mananciais situados em menores profundidades, justamente aqueles que possuem viabilidade econô-

mica para serem utilizados em razão da baixa renda da população local. Dessa forma, a relevância social da iniciativa é evidente, tendo em vista o papel fundamental da água para a promoção da saúde humana.

Considerando a já citada limitação dos dados existentes sobre as ilhas em questão, foram realizadas pesquisas de campo adicionais para identificar as características do perfil demográfico, habitacional, educacional, socioeconômico, epidemiológico e de saneamento de cada uma das ilhas, que está resumido na Tabela 1.

A ocupação mais comum em ambos os sexos é a de pescador, com exceção da ilha de Jutuba, onde predomina entre as mulheres a função de dona de casa. Outras características importantes são o longo tempo de moradia no local, a baixa renda, a reduzida escolaridade e as condições deficientes de saneamento básico. Os dados mostram que se trata de uma população rural tipicamente encontrada nas áreas ribeirinhas da Amazônia, ainda que residente num município altamente urbanizado como a capital paraense.

Exames clínicos realizados na população local detectaram dor abdominal (registrada em 28,30% dos pacientes), diarreia (em 7,55%) e palidez cutâneo-mucosa (em 16,98%), o que revela uma possível ocorrência de enteroparasitismo em função das precárias condições de saneamento básico.

Também se promoveram exames laboratoriais, que identificaram os seguintes parasitas pa-

Tabela 1. Principais indicadores sociais das ilhas Jutuba, Nova e Urubuoca^{8,10}

| | JUTUBA | NOVA | URUBUOCA |
|--|--|---------------------------------------|---|
| População (habitantes) | 182 | 45 | 136 |
| Gênero predominante | Masculino (58%) | Masculino (55%) | Feminino (60%) |
| Faixas etárias predominantes por sexo *(anos) | 15 a 36 (homens) 15 a 36 (mulheres) | 5 a 25 (homens) 15 a 36 (mulheres) | 5 a 10 e 15 a 25 (homens) 1 a 4 e 15 a 25 (mulheres) |
| Ocupação predominante por sexo | Dona de casa (46%) pescador (78%) | Pescadora (46%) pescador (80%) | Pescadora (32%) pescador (76%) |
| Faixa de renda familiar predominante (salário mínimo) | Menos de 1 (62%) | 2 a 3 (38%) | 1 a 2 (72%) |
| Tempo médio de residência no domicílio (anos) | 25,75 | 29,11 | 24,68 |
| Nível de escolaridade predominante | Fundamental (77%) | Fundamental (79%) | Fundamental (82%) |
| Agravos prevalentes** | Hipertensão arterial | Hipertensão arterial | Hipertensão arterial |
| Destinação dos dejetos | Fossa negra (58%) | Fossa negra (100%) | Fossa negra (81%) |
| Destinação do lixo | Queima (81%) | Queima (100%) | Queima (91%) |

* Percentuais correlatos não informados na fonte de consulta. ** Percentual agregado para as três ilhas : 5%.

togênicos do organismo humano: a *Giardia lamblia*, o *Ascaris lumbricoides*, o *Tricocephalus trichiurus* e a *Entamoeba histolytica*. Esses parasitas são responsáveis por 115 ocorrências de parasitoses, o que significa dizer que, dos 156 moradores examinados, os quais estão na faixa de zero a 77 anos de idade, mais de 73% estão contaminados. As parasitoses com maior incidência foram a giardíase (53,91%), a amebíase (30,43%) e a ascariíase (12,17%). Tais resultados constataam, mais uma vez, os efeitos danosos do saneamento básico deficiente sobre a saúde humana^{8,10}.

Antes da implantação do sistema SODIS, os moradores das ilhas estudadas obtinham a água potável para o seu consumo em mananciais situados em ilhas vizinhas, o que os obrigava a realizar frequentes viagens de barco a estas, envolvendo uma ou duas pessoas da família em cada viagem.

Características do projeto

O projeto em questão representa uma experiência que usa uma tecnologia social para viabilizar o abastecimento de água em comunidades de baixa renda.

Seu objetivo foi disponibilizar água potável para a população local por meio de um sistema de captação e tratamento de água de chuva, denominado SODIS (acrônimo de Solar Water Disinfection).

O sistema SODIS é uma tecnologia empregada para desinfecção de água por meio da radiação solar, referendada por órgãos internacionais como a Organização Mundial de Saúde¹¹ e o Fundo das Nações Unidas para a Infância¹². Essa tecnologia utiliza duas componentes da radiação: os raios UV-A (responsáveis pela modificação do DNA dos microrganismos) e os infravermelhos (que promovem a elevação da temperatura da água para aniquilar os microrganismos sensíveis ao aquecimento).

Quando corretamente implantado, trata-se de um sistema que pode prover, de forma segura, a demanda por água potável de famílias de baixa renda, tanto no meio rural quanto no urbano¹³. No sítio do Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, na web¹⁴, encontram-se mencionados diversos estudos internacionais que avaliam vários aspectos do método.

No caso das ilhas aqui estudadas, como já mencionado, não há possibilidade de uso das águas superficiais e nem das subterrâneas. Então, o único manancial disponível são as águas meteóricas (provenientes da chuva). Estas são

captadas em calhas instaladas no telhado das casas e armazenadas em reservatórios de fibra de vidro com capacidade para mil litros. Por meio de torneira existente nas caixas, a água captada é envasada em garrafas plásticas (do tipo PET) pintadas de preto à meia cana (Figura 1).

Essas garrafas são expostas ao sol por seis horas consecutivas com o objetivo de eliminar os organismos patogênicos existentes.

Trata-se de uma tecnologia simples, mas que requer certos cuidados para seu bom e correto funcionamento. Por exemplo, para evitar a penetração de detritos no reservatório, deve-se manter os telhados e as calhas sempre limpos, livres de folhas, dejetos de pássaros, etc., e descartar a primeira água coletada; deve-se ainda manter as garrafas plásticas sempre limpas e sob exposição direta ao sol durante o tempo necessário à desinfecção.

Materiais e métodos

A metodologia consistiu em mensurar a relação entre os custos que envolveram a implantação do projeto “Água em Casa, Limpa e Saudável” e a estimativa monetária dos seus benefícios às famílias contempladas, a fim de medir sua eficiência e verificar se os benefícios decorrentes compensam os custos envolvidos.

Tomou-se como ponto de partida a proposta metodológica apresentada por trabalho desenvolvido pelo Ministério da Saúde e a Organização Pan-americana de Saúde¹⁵, para quem um



Figura 1. Sistema SODIS implantado¹⁶

dos objetivos da avaliação econômica é verificar “[...] se os recursos sociais estão sendo bem aplicados, [...] no sentido de que a sociedade recebe em benefícios mais do que os recursos que sacrifica no empreendimento”.

Considerando a indisponibilidade de dados oficiais, não foi possível investigar todos os aspectos apresentados na metodologia citada, como, por exemplo, a provável redução de despesas do sistema oficial de saúde no tratamento de doenças de veiculação hídrica (denominados pela fonte citada de “custos institucionais”). Com isso, a avaliação do impacto econômico, aqui apresentada, limitou-se aos custos diretos e indiretos das famílias, que foram evitados com a viabilização do novo sistema, e aos dispêndios decorrentes da implantação do mesmo.

O levantamento das informações realizou-se mediante pesquisa de campo. Foram respondidos 22 questionários por moradores da ilha de Jutuba, aplicados no dia 12/5/2011; nove da ilha de Urubuoca e oito da ilha Nova, respondidos em 17/6/2011, totalizando 39 questionários. O questionário teve o propósito de levantar ou imputar custos relacionados aos três componentes investigados das despesas familiares relacionadas ao abastecimento de água pelo antigo sistema: para obter a água; aqueles oriundos da incidência de doenças de veiculação hídrica; e os provenientes de óbitos relacionados aos mesmos agravos. Dos questionários respondidos, três foram descartados por apresentarem informações incompletas, sendo efetivamente considerados 36 nesta pesquisa.

As entrevistas foram desenvolvidas com moradores residentes em diferentes domicílios da área de estudos, com idade igual ou superior a 18 anos, por meio de seleção não aleatória. O levantamento de campo somente se concretizou após a aprovação dos aspectos éticos da pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Instituto Evandro Chagas.

Os resultados do trabalho não têm representatividade estatística em razão do número de casos e do método de seleção dos respondentes, o que confere um caráter exploratório à pesquisa. Pode-se obter, contudo, uma razoável indicação dos custos envolvidos e benefícios estimados da iniciativa, tendo em vista que essa amostra responde por 38% do total dos 94 domicílios onde houve a implantação do sistema SODIS.

Em relação aos custos de implantação dos sistemas SODIS nas residências, foram consultados notas fiscais e recibos relativos às despesas decorrentes da aquisição de material hidráulico e

madeira e da contratação de mão-de-obra, realizadas pela Cáritas, para a implantação da tecnologia.

Resultados

Custos das famílias

O primeiro item considerado das despesas familiares, a obtenção da água potável em ilhas vizinhas, teve três componentes: 1) o pagamento direto pela água; 2) os custos relativos ao deslocamento até o local de obtenção da água e a volta para casa; 3) o valor monetário imputado ao trabalho envolvido nessa tarefa de obtenção de água.

Em 30 dos 36 questionários considerados válidos – 76,9%, a grande maioria, portanto – não foi informada a existência de qualquer pagamento pela água. Algumas respostas dadas a este item coincidiram com o custo de transporte da água até a residência (a ser analisado a seguir), o que indica ter havido uma aparente confusão em algumas respostas. Por esse fato, considerou-se que não houve pagamento para a obtenção da água.

O segundo item considerado foi o custo do deslocamento até o local de obtenção da água e a volta para casa, que leva em conta a frequência e o preço dos deslocamentos. Quase a metade dos domicílios (48%) era abastecida uma vez por semana e 28% deles, duas vezes, com as outras frequências totalizando 24%. A frequência semanal média foi de 1,66. Já o custo monetário das viagens variou entre R\$ 20,00 (um caso) e zero (dois casos), fato este decorrente do deslocamento por canoa conduzida pelo próprio morador.

O valor modal do custo direto de transporte foi de R\$ 10,00 (nove ocorrências), seguido de R\$ 6,00 (sete ocorrências) e R\$ 15,00 (seis ocorrências). O conjunto formado pelos registros desses três valores correspondeu a 71% dos questionários.

Cruzando a frequência média mensal (mês com 4,5 semanas) dos deslocamentos com a média dos preços de transporte, obteve-se o custo médio mensal de R\$ 62,71 por domicílio relativo aos deslocamentos para obtenção de água potável. Extrapolando esse valor para o total de 94 domicílios existentes nas três ilhas e que utilizam o SODIS, estima-se uma economia mensal de R\$ 5.894,74 com a implantação desse sistema, o equivalente a R\$ 70.736,88 anuais.

O terceiro e último item componente dessa despesa foi o valor monetário imputado ao trabalho envolvido na tarefa de obter água. O cálculo deste item iniciou com a multiplicação da

frequência semanal de obtenção de cada domicílio (1,66, como visto) pelo tempo médio de deslocamento entre a saída e a volta ao domicílio (informado como sendo, em média, duas horas) e pelo número de pessoas envolvidas na tarefa em cada viagem (média de 2,06 em cada unidade domiciliar), cujo resultado é a média de horas semanais de trabalho por domicílio, que foi extrapolado para um mês. Em seguida, esse resultado foi multiplicado pelo valor imputado à hora de trabalho, considerado como sendo R\$ 2,48, tomando por base a remuneração de um salário-mínimo mensal vigente a partir de 1º de março de 2011 (R\$ 545,00).

O valor médio calculado para os domicílios da amostra, relativo a esse item, foi de R\$ 77,40. Generalizando esse valor para o universo dos 94 domicílios com sistema SODIS, tem-se um valor estimado de R\$ 7.275,60 mensais, ou R\$ 87.307,20 por ano.

Somando as três parcelas componentes dessa despesa (R\$ 0,00 + R\$ 70.736,88 + R\$ 87.307,20), tem-se um total de R\$ 158.044,08 por ano.

Em relação à estimativa das despesas relacionadas à incidência de doenças que seriam evitadas com a implantação do SODIS, foram considerados três aspectos, todos referentes a gastos dos últimos 12 meses antes da implantação dos sistemas: 1) despesas diretas e indiretas envolvidas no tratamento (transporte, remédios, exames, consultas, transporte, hospedagem do(s) acompanhante(s), etc.); 2) imputação de valor referente a eventuais prejuízos aos rendimentos do paciente pela não realização de atividade remunerada no período em que permaneceu doente; 3) imputação de valor referente a eventuais prejuízos aos rendimentos do(s) acompanhante(s) do paciente pela não realização de atividade remunerada no período em que esteve(estiveram) com o paciente.

Dos 36 questionários respondidos, nove registraram alguma doença de veiculação hídrica, sendo diarreia, vômito e verminose os mais frequentes. Desses questionários, um foi eliminado por falta de informações importantes sobre outros itens da pesquisa.

Em relação às despesas diretas e indiretas envolvidas no tratamento das doenças, obteve-se nos oito questionários o dispêndio total de R\$ 638,00. Calculando a média para a amostra de 35 questionários considerados neste item, tem-se o valor de R\$ 18,23 por domicílio. Extrapolando essa quantia para os 94 domicílios dotados de sistema SODIS, tem-se uma despesa agregada anual de R\$ 1.713,62.

Quanto à estimativa de prejuízos financeiros ao paciente pela interrupção de eventual atividade remunerada, o valor foi nulo, pelo fato de que nenhuma das pessoas acometidas exercia atividade desse tipo.

Já no que diz respeito aos acompanhantes, esse prejuízo imputado totalizou R\$ 639,00 nos oito questionários, o que dá a média de R\$ 17,75 por cada um dos 36 domicílios da amostra. Expandindo esse valor para os 94 domicílios com SODIS, tem-se o valor total aproximado de R\$ 1.668,50.

Somando as três parcelas, chega-se ao valor agregado de R\$ 3.382,12, relativo às despesas anuais com doenças de veiculação hídrica.

No que diz respeito ao componente das despesas com falecimentos provocados por agravos de veiculação hídrica, não houve nenhum registro nesse sentido.

Agregando todos os valores calculados anteriormente (R\$ 158.044,08 + R\$ 3.382,12 + R\$ 0,00), tem-se o total de R\$ 161.426,20, cifra esta que representa o impacto econômico (benefício) estimado da implantação de sistemas SODIS em domicílios das três ilhas estudadas. Em outras palavras, esse valor corresponde à redução de despesas da população das três ilhas para obtenção de água, para tratar doenças de veiculação hídrica, acrescida do valor estimado do trabalho realizado para obtenção de água e para acompanhar os pacientes até os equipamentos de saúde em que foram tratados, bem como os prejuízos financeiros que esses acompanhantes potencialmente deixarão de ter com a interrupção de atividades remuneradas por eles desempenhadas.

Custos de implantação

Segundo o que foi apurado, o custo para dotar 94 domicílios das três ilhas com o sistema SODIS alcançou, aproximadamente, R\$ 199 mil, considerando os seguintes grupos de despesas: material hidráulico (R\$ 142.014,10), madeira (R\$ 36.150,00) e mão-de-obra (R\$ 20.728,20). Ou seja, R\$ 2.117 por domicílio, em média.

Discussão

Confrontando-se o custo (R\$ 199 mil) anual de implantação dos sistemas de fornecimento de água potável em 94 domicílios com o seu benefício estimado anual (R\$ 161,4 mil), avalia-se que o tempo necessário para a recuperação do investimento seja de 450 dias, ou seja, o período de

um ano acrescido de 85 dias, isto é, 2,8 meses, o que pode ser considerado bastante positivo. Portanto, a despeito das limitações deste estudo, há fortes evidências de que houve um importante benefício econômico às famílias que receberam o sistema SODIS.

A eliminação dos custos relacionados à antiga modalidade de obtenção de água potável (mais de R\$ 158 mil anuais) constituiu o impacto econômico mais importante da implantação do sistema SODIS, pois representou a supressão de uma despesa realizada uma ou mais vezes por semana por todas as famílias dos entrevistados. Outro benefício importante, mensurável em termos monetários, mas incomensurável enquanto fator de promoção da saúde, foi facilitar o acesso à água, objetivo maior do projeto.

Essa avaliação positiva, do ponto de vista quantitativo é referendada pelos moradores em seus discursos: mostram-se satisfeitos em ter a tecnologia SODIS implantada em sua casa, tanto por conta do acesso à água, quanto em função do status social que passaram a ter; reconhecem os benefícios financeiros alcançados e os impactos positivos sobre sua qualidade de vida. Isto se evidencia nas entrevistas que concederam a outros pesquisadores que estudaram o projeto em questão, dentro do mesmo esforço de investigação, mas com o enfoque diferenciado, voltado para a avaliação do modelo de planejamento, implantação e gestão do projeto, bem como de sua contribuição para o alcance local dos Objetivos do Milênio⁸, mencionado anteriormente.

Contudo, apesar do exposto, os pesquisadores que avaliaram a qualidade da água produzida pela tecnologia SODIS consideram-na inadequada para ser ingerida por seres humanos sem procedimentos complementares como fervura e filtragem, uma vez que não se apresentou potável ao longo do período de estudo. Por outro lado, os exames parasitológicos realizados revelaram a presença de parasitos diversos, como visto⁸. Por esse motivo, os custos envolvidos com esses procedimentos complementares, realizados na água anteriormente utilizada pela comunidade, não foram considerados no rol de benefícios trazidos pelo projeto SODIS, em vista da necessária continuidade do seu uso.

Em contrapartida, a água pode ser diretamente utilizada em outras atividades domésticas, como higiene pessoal, limpeza doméstica e lavagem de roupas (feita anteriormente em cursos d'água próximos às moradias), além do uso em caixas de descargas de vasos sanitários. Pode-se concluir que, a despeito da limitação mencio-

nada, tais benefícios representaram importante ganho para a comunidade.

O motivo imediato para que a água não tenha alcançado a qualidade esperada está relacionado à falta de empenho das famílias beneficiadas em realizar todo o procedimento operacional necessário à desinfecção da água, conforme referido nas entrevistas pelos moradores, mesmo tendo sido informados a esse respeito ao longo das ações de educação ambiental desenvolvidas pela Cáritas. Para isso, foi decisiva a carência de uma participação ampla da comunidade envolvida ao longo das etapas de planejamento e implantação, fato constatado pelos pesquisadores que avaliaram essa dimensão do projeto. Isto culminou, no dia-a-dia, com a falta de apropriação plena da tecnologia SODIS pelas famílias beneficiadas⁸.

O que se pode deduzir da experiência analisada é que a tecnologia não atua como “uma vara de condão” resolvendo automaticamente os problemas do dia-a-dia nos locais onde é implantada, especialmente em situações que envolvem populações tradicionais, com hábitos secularmente arraigados. Fatores diversos comprometem ou potencializam sua efetividade, desde sua correta aplicação e adaptação às condições locais, até à forma como é implantada e gerenciada, levando-se em conta o nível de participação da comunidade-alvo nesse processo.

Nesse sentido, é importante lembrar que ações, como o projeto “Água em Casa, Limpa e Saudável”, voltadas para a promoção da saúde, devem ser movimentos politicamente orientados para uma perspectiva de democracia participativa, pois o modo como um problema é solucionado (democrático e participativo, em oposição ao modo impositivo baseado exclusivamente no conhecimento de especialistas) é tão importante quanto a solução encontrada¹⁷. Se assim é numa perspectiva mais ampla, igualmente o é em se tratando de ações de saneamento básico, mesmo quando a solução proposta – no presente caso, a tecnologia SODIS – caracteriza-se por ser uma tecnologia simples.

Considerações finais

A implantação do sistema SODIS para o abastecimento de água em domicílios situados na área insular do município de Belém põe em relevo a importância das tecnologias sociais na resolução de problemas concretos das populações que não têm acesso às convencionais. Além disso, o pro-

jeto em questão possui importante apelo ambiental, visto que promove a utilização de um recurso natural renovável, as águas pluviais, além da reutilização de resíduos sólidos, neste caso, garrafas pet descartadas.

Combinando baixo custo de implantação, tecnologia simples e expressivos benefícios econômicos e ambientais, as TS tendem a se tornar um tema de grande relevância no contexto da promoção da saúde de comunidades de baixa renda.

Contudo, é imperativo reconhecer que a tecnologia não é capaz, por si só, de contribuir de forma importante para a promoção da saúde, ainda que seja de baixa complexidade e tenha sido

adaptada às condições do local onde foi implantada. A participação da comunidade-alvo em todas as etapas de planejamento e implantação do processo é imprescindível para potencializar sua efetividade.

Nesse sentido, a disseminação e a plena apropriação das TS são tão importantes quanto a sua concepção técnica, o que requer um paciente e laborioso trabalho que envolve democratização das decisões, avaliação contínua dos resultados e apoio técnico de longo prazo aos novos usuários da tecnologia. Caso contrário, o esforço realizado não será capaz de proporcionar todos os benefícios esperados das TS, inclusive os econômicos.

Colaboradores

MAA Lobo foi responsável pela concepção do trabalho e o delineamento da pesquisa e participou da análise dos dados e da redação final do texto. DMB Lima supervisionou a pesquisa de campo e participou da análise dos dados. CMN Souza orientou a pesquisa de campo, participou da análise dos dados e foi responsável pela revisão crítica do texto. WA Nascimento, LCC Araújo e NB Santos realizaram a pesquisa de campo e a sistematização dos dados.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro para desenvolvimento do projeto de pesquisa em que o presente estudo se insere e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) pela concessão de bolsas de iniciação científica aos alunos WA Nascimento, LC Araújo e NB Santos.

Referências

- Rodrigues I, Barbieri JC. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. *RAP* [periódico na Internet]. 2008 nov-dez [acessado 2012 fev. 10];42(6):1069-1094. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v42n6/03.pdf>.
- Novaes HT, Dias R. Contribuições ao marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: Dagnino R, organizador. *Tecnologia social* ferramenta para construir outra sociedade [Internet]. Campinas (SP): IG-UNICAMP; 2009. [acessado 2012 fev 13]. p. 17-53. Disponível em: <http://www.itcp.unicamp.br/drupal/files/tec%20sol%20dagnino.pdf>.
- Dagnino R, Brandão FC, Novaes HT. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: Lassance Júnior AE, Mello CJ, Barbosa EJ, Jardim FA, Brandão FC, Novaes HT, Rutkowski J, Pena JO, Pedreira JS, Dowbor L, Otero MR, Singer P, Dagnino R, Lianza S, Bava SC, Kruppa SMP. *Tecnologia social* uma estratégia para o desenvolvimento [Internet]. Rio de Janeiro: Fundação Branco do Brasil; 2004 [acessado 2012 mar 30]. p. 15-64. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/Teconologiasocial.pdf>.
- Otterloo A. *Tecnologias sociais*: caminhos para a sustentabilidade [Internet]. Brasília: Rede de Tecnologia Social; 2009. [Internet]. [acessado 2012 mar 12]. Disponível em: http://www.rts.org.br/bibliotecarts/livros/rts_caminhos.pdf.
- Fernandes RM, Maciel AL, organizadores. *Tecnologias sociais*: experiências e contribuições para o desenvolvimento social e sustentável [Internet]. Porto Alegre: Fundação Irmão José Otão; 2010 [acessado 2012 fev 12]. Disponível em: http://www.fijo.org.br/docs/publicacaoTS_FIJO-edit-baixa.pdf.
- Zanin M, Gutierrez RF, organizadores. *Economia solidária*: tecnologias em reciclagem de resíduos para geração de trabalho e renda [Internet]. São Carlos: Claraluz; 2009 [acessado 2012 mar 22]. Disponível em: <http://www.incoop.ufscar.br/eventos-1/2009/conaresol/e-book-economia-solidaria-tecnologias-em-reciclagem-de-residuos>
- Dias RB. Tecnologias sociais e políticas públicas: lições de experiências internacionais ligadas à água. *Inc Soc* [periódico na Internet]. 2011 jan-jun [acessado 2012 mar 30]; 4(2):56-66. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/index.php/inclusao/article/view/154/188>
- Souza CMN. *Sistema de captação e tratamento de água de chuva para atendimento a populações tradicionais em ilhas de Belém*: avaliação de impactos decorrentes [relatório técnico final]. Belém: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Universidade da Amazônia; 2012.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Geográfico de 2010. [Internet]. [acessado 2013 maio 30]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=150140#>
- World Health Organization (WHO). *Combating waterborne disease at the household level* [Internet]. Geneva:WHO; 2007. [acessado 2012 mar 12]. Disponível em: http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease.pdf.
- United Nations Children's Fund (Unicef). *Soap, toilets and taps*: a foundation for healthy children [Internet]. New York: Unicef; 2009 [acessado 2012 mar 10]. Disponível em: http://www.unicef.org/wash/files/FINAL_Soap_Toilets_Taps.pdf.
- Sommer B, Mariño A, Solarte Y, Salas ML, Dierolf C, Valiente C, Mora D, Rechsteiner R, Setter P, Wirojanagud W, Ajarmeh H, Al-Hassan A, Wegelin M. SODIS – an emerging water treatment process. *J Water STR-Aqua* [serial on theInternet]. 1997. [acessado 2012 mar 8];46(3):127-137. Disponível em: http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SOMMER1997%20Sodis%20an%20Emerging%20Water%20Treatment%20Process.pdf.
- Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. *Scientific publications* [Internet]. Dübendorf (CH): Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology; 2012 [acessado 2012 mar 12]. Disponível em: http://www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index_EN.
- Cáritas Belém. *Experiências sociais, hoje fazem parte de uma realidade* [Internet]. Belém: Cáritas Belém. [acessado 2012 fev 5]. Disponível em: <http://www.caritasbelem.org/index.php?page=home>.
- Waltner-Towes D. The end of medicine: the beginning of health. *Futures* 2000; 32(7):655-667.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS); Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica [Internet]. Brasília: MS, OPAS; 2004. [acessado 2012 fev 22]. Disponível em: https://new.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=205&Itemid=423.

Artigo apresentado em 23/10/2012

Aprovado em 17/02/2013

Versão final apresentada em 01/03/2013

