

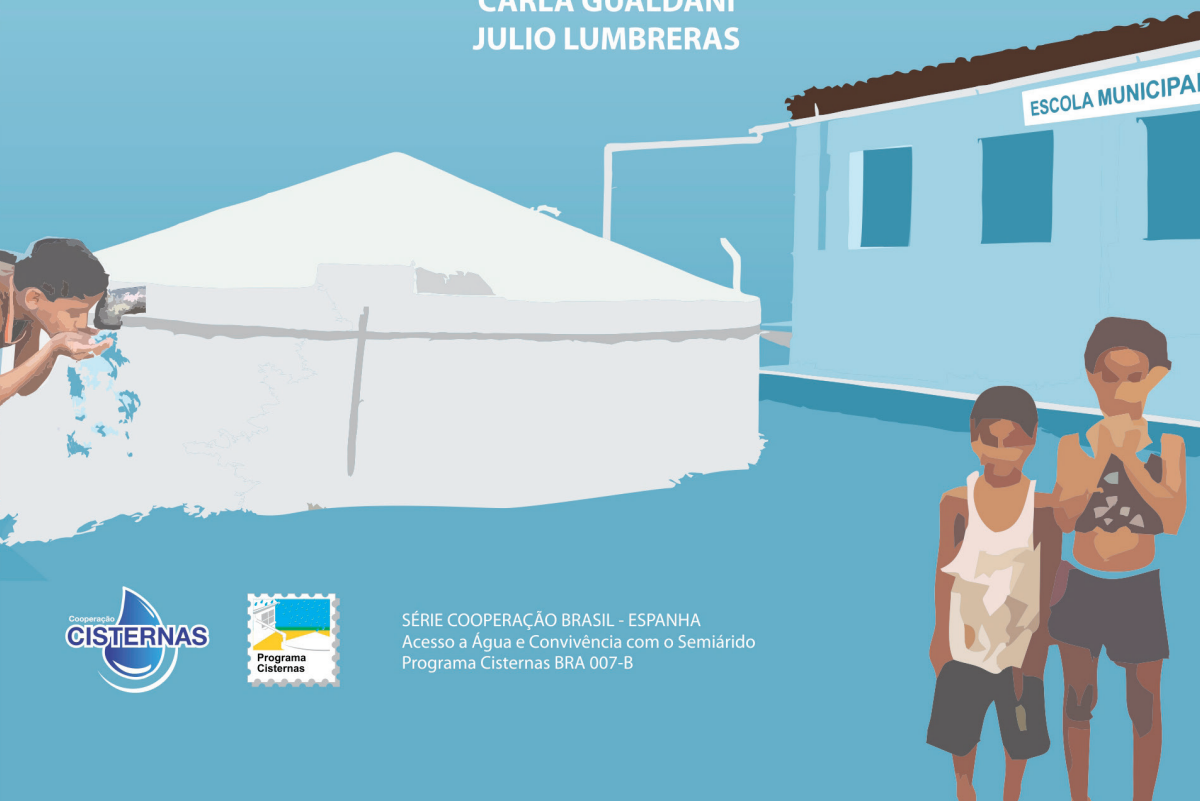
# AVALIAÇÃO DE CISTERNAS ESCOLARES NO SEMIÁRIDO ALAGOANO

Este livro aborda o trabalho desenvolvido e os resultados alcançados na avaliação das cisternas escolares no alto sertão alagoano. Seu objetivo é de extrair conclusões e recomendações que possam melhorar e fortalecer a implementação de futuros projetos desta tecnologia social, no semiárido brasileiro.

**Autores**  
**LUZ FERNÁNDEZ**  
**CARLA GUALDANI**  
**JULIO LUMBRERAS**

O estudo envolveu as seguintes atividades que se retroalimentaram na análise geral:

- » obra civil e hidráulica;
- » a qualidade da água das cisternas;
- » e os efeitos do projeto sobre as condições de vida da comunidade escolar.

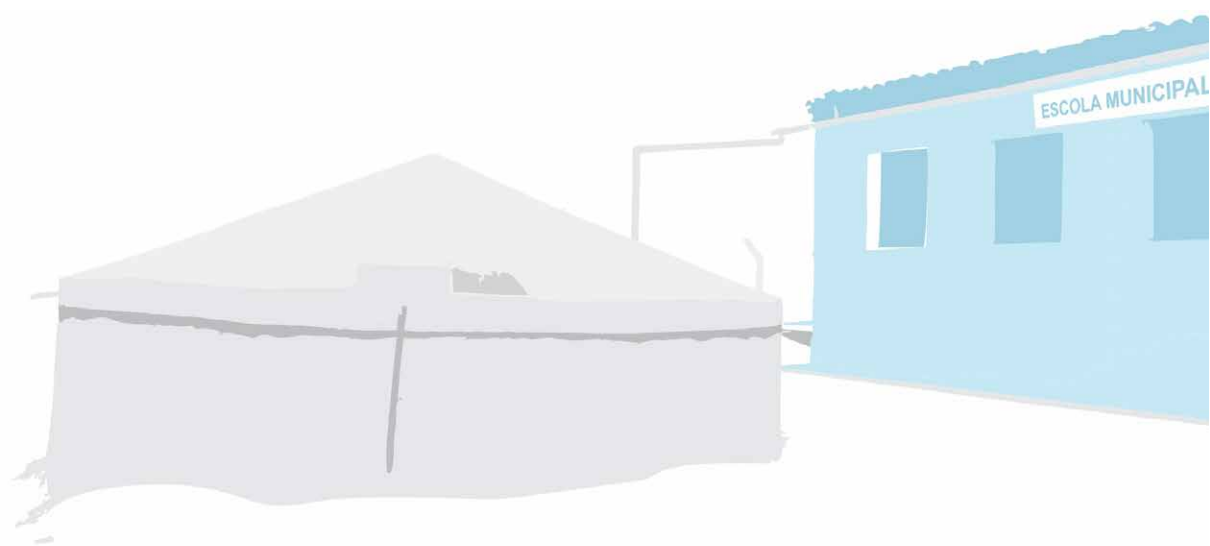




# AVALIAÇÃO DE CISTERNAS ESCOLARES NO SEMIÁRIDO ALAGOANO

## AUTORES

LUZ FERNÁNDEZ  
CARLA GUALDANI  
JULIO LUMBRERAS



## GOVERNO ESPANHOL

**Manuel de La Cámara Hermoso**  
Embaixador da Espanha no Brasil

**Jesús Maria Molina Vázquez**  
Coordenador Geral da Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID

**Margarita García Hernández**  
Diretora de Programas da Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID

## GOVERNO BRASILEIRO

**Tereza Helena Gabrielli Barreto Campello**  
Ministra do Desenvolvimento Social e Combate à Fome

**Arnoldo Anacleto de Campos**  
Secretário Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional

**Francisca Rocicleide Ferreira da Silva**  
Diretora do Departamento de Fomento à Produção e Estruturação Produtiva

**Igor da Costa Arsky**  
Coordenador-Geral de Acesso à Água

## INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO E SUSTENTABILIDADE (IABS)

**André Macedo Brügger**  
Presidente do Conselho Deliberativo

**Luís Tadeu Assad**  
Diretor Presidente

**Eric J. Sawyer**  
Diretor Técnico

---

O "PROGRAMA CISTERNAS" – BRA-007-B foi firmado em 17 de novembro de 2009 entre o Instituto de Crédito Oficial – ICO em nome do Governo da Espanha e o IABS, no âmbito do Fundo de Cooperação para Água e Saneamento – FCAS com aporte financeiro da Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID e contrapartida do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS.

## EQUIPE TÉCNICA DO PROGRAMA CISTERNAS BRA-007-B

### Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS)

**Luís Tadeu Assad**  
Diretor do Projeto

**Carla Gualdani**  
Coordenadora Técnica

**Milton Krügger Martins**  
Gestor de Convênios

## EXECUÇÃO

### Centro de Inovação em Tecnologia para o Desenvolvimento Humano da Universidade Politécnica de Madrid (itdUPM)

**Coordenação:**  
Julio Lumbreras

**Equipe técnica:**  
Carlos Mataix  
Jaime Moreno  
Javier Mazonra Mafalda González  
María Teresa Hernández  
Luz Fernández  
Andrea Ventura  
José Antonio Mancebo  
Juan Manuel Orquín  
María Pérez

---

Este livro aborda o trabalho desenvolvido e os resultados alcançados na avaliação das cisternas escolares no alto sertão alagoano. Seu objetivo é de extrair conclusões e recomendações que possam melhorar e fortalecer a implementação de futuros projetos desta tecnologia social, no semiárido brasileiro.

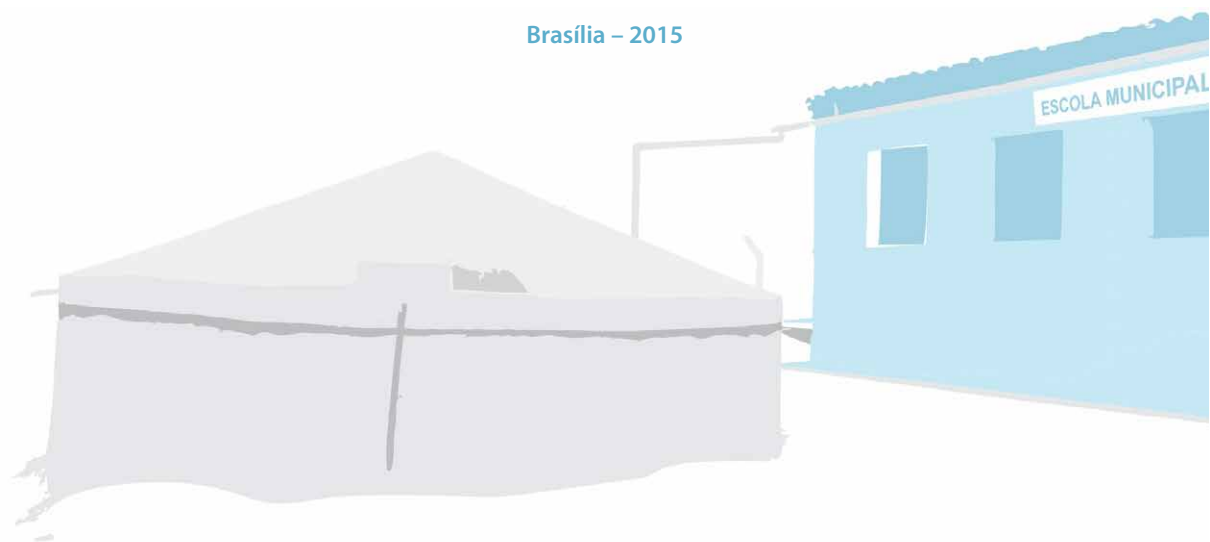
# AVALIAÇÃO DE CISTERNAS ESCOLARES NO SEMIÁRIDO ALAGOANO

## AUTORES

LUZ FERNÁNDEZ  
CARLA GUALDANI  
JULIO LUMBRERAS



Brasília – 2015



SÉRIE COOPERAÇÃO BRASIL – ESPANHA,  
Acesso à Água e Convivência com o Semiárido  
Programa Cisternas - BRA 007-B

Editoração  
Editora IABS

Revisão gramatical e ortográfica:  
Stela Máris Zica

Projeto Figura e Capa  
Toro Criativo

Ilustração da Capa  
Toro Criativo

Autores  
Luz Fernández  
Carla Gualdani  
Julio Lumbreras

Tradução:  
Luciana Onofre

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Avaliação de cisternas escolares no semiárido alagoano / Luz Fernández, Carla Gualdani e Julio Lumbreras (autores). Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade – IABS / Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2015.

ISBN 978-85-64478-38-1  
130 p.

1. Estudo de avaliação. 2. Cisternas escolares. 3. Semiárido brasileiro. I. Título. II. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade– IABS. III. Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID IV. Editora IABS.

CDU: 371.26  
556.5

---

Publicação concebida e viabilizada pela  
COOPERAÇÃO BRASIL – ESPANHA,  
Programa Cisternas - BRA 007-B, 2010 - 2014

Esta obra está disponível no site da Editora IABS: [www.editoraiabs.com.br](http://www.editoraiabs.com.br)

Distribuição gratuita e possíveis reproduções poderão ser analisadas pelas entidades organizadoras.

# SUMÁRIO

---

Apresentação	07
Prefácio	11
Introdução	13
1. A importância de avaliar para reaplicar	17
2. O projeto avaliado	21
3. Componentes da avaliação	29
3.1. As escolas beneficiárias	31
3.2. Avaliação da obra civil e hidráulica	38
3.3. Análise da qualidade da água	60
3.4. Avaliação dos efeitos sobre as condições de vida	90
4. Principais recomendações do estudo da avaliação	119
Referências	125
Anexo I. Limitações do estudo	129







# APRESENTAÇÃO

A Série Cooperação Brasil-Espanha – Programa Cisternas BRA 007-B, Acesso à Água e Convivência com o Semiárido é fruto das atividades e parcerias desenvolvidas entre 2010 e 2014 no âmbito deste programa, com o objetivo de consolidar e difundir os diferentes tipos de ações e conhecimentos tão significativos para a convivência com o semiárido brasileiro.

O Programa Cisternas BRA 007-B, vinculado ao Fundo de Cooperação para Água e Saneamento – FCAS, foi criado a partir da parceria entre Instituto de Crédito Oficial – ICO em nome do Governo Espanhol e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade – IABS. O aporte financeiro foi oriundo da Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID, com contrapartida do Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS.

O Programa visou, entre seus objetivos, contribuir para a transformação social, a promoção e valorização da água como um direito essencial à vida e à cidadania. Buscou ainda a compreensão e a prática da convivência sustentável e solidária com o semiárido brasileiro. Essas ações foram impulsionadas por meio da difusão de tecnologias sociais que tem no processo participativo as bases fundamentais de suas ações, permitindo a viabilidade da região e o protagonismo do seu povo.

O processo de difusão de tecnologias e novo paradigma de convivência com o semiárido partiu de uma iniciativa da sociedade civil, organizada com o objetivo de garantir o acesso à água potável às famílias onde o problema da escassez de água para o consumo humano direto afeta a sobrevivência dessa população. A partir deste momento, as políticas públicas de universalização do acesso à água incorporaram tais processos a fim de contribuir com os movimentos e articulações locais.

A tecnologia social apoiada e difundida como as cisternas de placas para a captação de água de chuva representa uma solução de acesso a recursos hídricos para a população rural da região. Essas Cisternas são destinadas à população rural de baixa renda, que sofre com os efeitos das secas prolongadas que

chegam a durar oito meses do ano. Nesse período, o acesso à água normalmente se dá através de águas estancadas e poços que se encontram a grandes distâncias e possuem água de baixa ou baixíssima qualidade, provocando doenças nas famílias que se vêem obrigadas a consumir água proveniente dessas fontes.

O Semiárido tem a maior parte do seu território coberto pela caatinga, considerada por especialistas o bioma brasileiro mais sensível à interferência humana e às mudanças climáticas globais. Outra característica do semiárido brasileiro é o déficit hídrico, embora isso não signifique falta de água, pelo contrário, é o semiárido mais chuvoso do planeta. Porém, as chuvas são irregulares no tempo e no espaço e a quantidade de chuva é menor do que o índice de evaporação.

Isso significa que as famílias precisam se preparar para a chegada da chuva. Saber gerir seus recursos e ter reservatórios para captar e armazenar água são fundamentais para garantir segurança hídrica no período de estiagem. Exemplos destes reservatórios são, as cisternas domiciliares, cisternas calçadão, cisternas escolares, barragens subterrâneas e outras tecnologias sociais.

Um dos maiores desafios na luta pela convivência com o semiárido é a garantia universal da água para todo o povo sertanejo. Por isso, a cisterna de placa representa um marco nesta busca de soberania hídrica e alimentar. Assim, a partir dos conhecimentos adquiridos pelos parceiros locais, mais de 15 mil cisternas de placas (cisternas domiciliares, de produção e escolares) foram construídas por meio de um processo participativo de gestão, mobilização, capacitação e construção no âmbito da Cooperação Brasil-Espanha.

Além das cisternas de placas– tecnologia social mais consolidada e incorporada às políticas públicas– outras formas de apoio deste programa de cooperação foram fundamentais a este processo.

Foram realizadas importantes ações de fortalecimento institucional; consolidação de redes de saberes; formação de lideranças e gestores vinculados à temática; intercâmbios de práticas e experiências; identificação e difusão de tecnologias sociais a partir do Prêmio Mandacaru; estudos e pesquisas de avaliação de impactos; consolidação do Centro Xingó de Convivência com o Semiárido, além de diversas publicações e vídeos que contribuíram para o sucesso do programa.

Nesse contexto, a publicação do estudo de avaliação das cisternas escolares vem contribuir com o debate desse tema e subsidiar melhoras, bem como propostas para a garantia da água de qualidade para as comunidades escolares.

Esperamos assim, contribuir para este novo momento e olhar sobre o semiárido, impulsionando práticas cada dia mais adaptadas ao bioma, à cultura local do povo sertanejo e às melhoras significativas que o Brasil vem passando nos últimos anos.

**Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome**

**Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento**

**Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade**



# PREFÁCIO

O Semiárido é uma das regiões brasileiras mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas. Os processos de desertificação e a irregularidade de chuvas fazem com que o acesso à água em quantidade e qualidade suficientes seja uma questão ainda não resolvida, em particular nas zonas rurais mais remotas. Esse problema é comum em amplas regiões de outros países da América Latina e África, que também contam com ecossistemas semiáridos. Este fato faz com que o Semiárido brasileiro seja uma região particularmente interessante para o desenvolvimento de tecnologias e processos que possam ter um impacto global.

Neste marco, a Cooperação Espanhola e o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome desenvolveram um projeto, executado pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade – IABS, para implementação de 108 cisternas escolares de captação de água de chuva. Essa ação se deu em caráter piloto e demonstrativo – essa tecnologia não havia sido utilizada de maneira sistemática em escolas – com o intuito de gerar conhecimento e contribuir para a estruturação da política pública brasileira de universalização do acesso à água.

O Centro de Inovação em Tecnologia para o Desenvolvimento Humano da Universidade Politécnica de Madri – itdUPM participou no processo de sistematização e gestão do conhecimento acerca das cisternas escolares por meio da avaliação ora apresentada nesta publicação. Em um enfoque interdisciplinar, peritos em avaliação e medição, qualidade da água, estruturas hidráulicas e gestão de organizações analisaram essa tecnologia social, levando a recomendações aplicáveis em novos programas de universalização.

(\*) Os seguintes membros do itdUPM participaram deste projeto de avaliação (em ordem alfabética): Luz Fernández, Mafalda González, María Teresa Hernández, Julio Lumbreras, José Antonio Mancebo, Carlos Mataix, Javier Mazorra, Jaime Moreno, Juan Manuel Orquín y María Pérez.



# INTRODUÇÃO

---

*Deve-se escrever da mesma maneira como as lavadeiras lá de Alagoas fazem seu ofício. Elas começam com uma primeira lavada, molham a roupa suja na beira da lagoa ou do riacho, torcem o pano, molham-no novamente, voltam a torcer. Colocam o anil, ensaboam e torcem uma, duas vezes. Depois enxáguam, dão mais uma molhada, agora jogando a água com a mão. Batem o pano na laje ou na pedra limpa, e dão mais uma torcida e mais outra, torcem até não pingar do pano uma só gota. Somente depois de feito tudo isso é que elas dependuram a roupa lavada na corda ou no varal, para secar. Pois quem se mete a escrever devia fazer a mesma coisa. A palavra não foi feita para enfeitar, brilhar como ouro falso; a palavra foi feita para dizer (Graciliano Ramos, 1948).*

Este livro apresenta os principais resultados e lições obtidas e aprendidas durante o processo de avaliação de um projeto de construção de 108 cisternas escolares para coleta de água de chuva, nos municípios rurais do Semiárido alagoano.

As regiões do Semiárido brasileiro, entre as quais está o Semiárido alagoano, possuem um clima que se caracteriza pela baixa pluviosidade (concentrada em estações específicas do ano) e altas temperaturas que resultam em significativa deficiência hídrica, e uma elevada vulnerabilidade aos desastres naturais.

Para resolver este problema, a partir de movimentos sociais e da sociedade civil brasileira, surgiram várias propostas para prover água potável para as famílias e lidar com a problemática (ASA, 2009).

Uma das propostas mais populares é a construção de cisternas de placas de captação de águas de chuva<sup>1</sup>. A partir de 2003 esta iniciativa que teve início a nível local, passou a fazer parte da Estratégia Nacional “Fome Zero”; estabelecendo-se como objetivo político a construção de um milhão de cisternas rurais em todo o Semiárido, materializada através do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). Embora a construção das cisternas de placas seja o núcleo das ações do P1MC, seus objetivos são mais amplos, uma vez que também visa a mobilização,

---

<sup>1</sup> As cisternas de placas são construídas no local, partindo de placas de cimento pré-construídas, cobertas e por meio a um sistema acoplado aos telhados, recebendo e armazenando as águas das chuvas.

participação e capacitação da população moradora do Semiárido.

Neste contexto, foi assinado no dia 17 de novembro de 2009 o acordo de financiamento para o Programa de Cisternas - BRA-007-B, entre o Instituto de Crédito Oficial – ICO, em nome do Governo de Espanha e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), no âmbito do Fundo de Cooperação para Água e Saneamento – FCAS, da Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID). A ação avaliada ao longo deste documento é parte do componente “Água nas Escolas” do Programa Cisternas –BRA-007B.

As cisternas de placas são consideradas uma tecnologia social<sup>2</sup> de captação de águas de chuva por causa do seu baixo custo e alto valor técnico, cultural e ambiental. Além do que, representa uma solução destinada a garantir água com qualidade para a população rural de baixa renda, e diminuir os efeitos da estiagem frequente e prolongada, que afeta a região (Ventura et al, 2013).

O acesso à água com qualidade, e em quantidade suficiente gera transformações profundas na vida das pessoas. Entre elas vale mencionar a redução da incidência de doenças, a reorganização familiar, a possibilidade de que mulheres e crianças possam estar livres para participar de outras atividades (como estudar, brincar, cuidar do lar e das crianças, dedicar-se à lavoura, participar em grupos comunitários) permite a diversificação da produção (garantindo a segurança alimentar), ativa a economia local (que geralmente é formada por pedreiros locais, responsáveis pela construção das cisternas), e rompe com a dependência política do fornecimento da água (associado ao uso de caminhões-pipa e outras fontes de água sob controle do setor privado), favorecendo as condições de vida cidadã (Gomes et al, 2013).

No entanto, apesar do inegável potencial dos projetos de construção de cisternas de placas, para melhoria das condições de vida da população local do Semiárido brasileiro, (seja pela construção da cisterna, como pelo processo de mobilização e participação social que esta implica), não se dispõe de muitas pesquisas que permitam comprovar a realização desses potenciais benefícios socioeconômicos.

---

2 Embora não haja uma definição oficial do conceito de tecnologia social, uma das definições mais aceitas é a da Rede de Tecnologias Sociais (RTS, 2010): a tecnologia social é um conjunto de produtos, técnicas e / ou reaplicação de metodologias desenvolvidas na interação com a comunidade a que se destinam, e que representam soluções efetivas para a transformação social.



Além do que, como ocorre da mesma forma com a difusão de tecnologias sociais, avaliar os resultados e o impacto de um projeto de construção de cisternas é muito mais complexo, do que considerar apenas o número de cisternas construídas.

Ao longo do processo de avaliação deve-se considerar o seguinte: i) a qualidade técnica da obra civil e hidráulica das cisternas, de modo a garantir o armazenamento e a qualidade da água; ii) o empoderamento da comunidade escolar<sup>3</sup> para gerir e permitir o manuseio sustentável da água armazenada – e o modo como ocorre essa gestão-; e iii) o impacto social das cisternas nas comunidades escolares, que pode ser mensurado através da percepção das comunidades escolares beneficiárias, ou mediante diferentes indicadores como a prevalência de doenças gastrointestinais, ou a quantidade de vezes que a escola se vê obrigada a concluir as aulas antes do período normal.

A avaliação apresentada neste livro foi realizada pelo Centro de Inovação em Tecnologia para o Desenvolvimento Humano da Universidade Politécnica de Madrid (itdUPM) de acordo ao Termo de Parceria 012/2013 do Programa Cisternas BRA-007-B, assinado entre o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), e a Universidade Politécnica de Madrid. Por seu lado, a entidade responsável pela execução do projeto avaliado, foi o Consórcio para o Desenvolvimento da Região do Ipanema (CONDRI).

Por parte do itdUPM e do IABS, o processo de avaliação do projeto de cisternas escolares foi entendido desde o começo como uma estratégia para o fortalecimento e contribuição da difusão dos espaços de inovação social, criados pela população do Semiárido brasileiro, sob o novo paradigma da Convivência com o Semiárido<sup>4</sup>.

Nesse sentido, a avaliação foi entendida como ferramenta favorecedora da consciência política e de aprendizagem, procurando fortalecer as organizações envolvidas na implementação do projeto e, ao mesmo tempo, para extrair conclusões e recomendações que possam melhorar a finalização do projeto avaliado, e o desenvolvimento de futuros projetos de cisternas escolares na região do Semiárido brasileiro.

---

3 Sob o termo comunidade escolar estão incluídos neste livro todos os profissionais que apresentam seus serviços em uma escola (diretor, professores, pessoal da limpeza, guardas, cozinheiros, etc.), os alunos da escola, bem como seus pais.

4 Este novo paradigma surge para enfrentar o paradigma tradicional de combate à seca. Para obter mais informações sobre as diferenças entre os dois paradigmas leia Silva (2003).



Nesse sentido, essa publicação é um passo fundamental no processo de avaliação. Pretende-se que outros pesquisadores, técnicos de extensão, políticos e, claro, as organizações sociais, trabalhando sob a ótica da Convivência com o Semiárido, tenham acesso aos resultados e às principais lições aprendidas. Busca-se, também, incentivar o diálogo social ao redor das práticas adequadas (e inadequadas) presentes no âmbito das tecnologias sociais. E logicamente, se incidir de algum modo na formulação de futuros programas e políticas que permitam à população do Semiárido, uma convivência sustentável com seu ambiente.

No primeiro capítulo, se realiza uma breve contextualização sobre a importância que possui a avaliação na difusão dos projetos baseados na reaplicação de tecnologias. Em seguida, no segundo capítulo, é apresentada a ação avaliada, enfatizando as particularidades que implica o fato de que a tecnologia difundida seja tratada como uma tecnologia social. A continuação (no terceiro capítulo) apresenta-se a metodologia de avaliação empregada, acompanhada dos principais resultados e lições aprendidas, estruturadas em torno aos três principais componentes da mesma: i) obra civil hidráulica; ii) qualidade da água; iii) benefícios sobre condições de vida das comunidades escolares. Por fim, (na quinta seção), apresentam-se as principais recomendações por parte da equipe avaliadora, para aprimorar o desenvolvimento de projetos futuros com base na construção de cisternas escolares.

# 1. A IMPORTÂNCIA DE AVALIAR PARA REPLICAR

---

No âmbito da cooperação internacional para o desenvolvimento existe um amplo consenso sobre a natureza e a finalidade da avaliação. Assim como assinala a Política de Avaliação da Cooperação Espanhola (MAEC, 2013), a avaliação deve ser um elemento de primeira ordem em qualquer programa ou política pública, pois é fundamental para a promoção da aprendizagem e a melhoria continuada, além de impulsionar a mudança e a prestação de contas.

Nesse sentido, a avaliação no contexto dos programas de captação de água de chuva no Brasil é em especial relevante, pois não apenas são ampliadas e difundidas no país, como também as tecnologias sociais utilizadas são transferidas a outros países da América Latina. Por exemplo, o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), em coordenação com o Ministério da Agricultura do Haiti, financiado pela Agência Australiana para o Desenvolvimento Internacional (AusAID), e com o apoio técnico e financeiro da Agência de Cooperação Brasileira (ABC), atualmente constroem cisternas no Haiti.

No contexto do 1º Seminário Internacional de Convivência com o Semiárido, realizado no Centro Xingó de Convivência com o Semiárido<sup>5</sup>, o coordenador de Recursos Naturais e Adaptação às Mudanças Climáticas do IICA Brasil, Beckman (2014), afirmou que “a avaliação é uma estratégia essencial para a difusão do novo conceito de Semiárido (passando da luta à convivência), assim como para deter informação rigorosa sobre as tecnologias sociais utilizadas para a captação das águas de chuva, que permita responder às críticas que surgem a partir de alguns movimentos. Também, permite a reflexão sobre a melhor forma de realizar as reaplicações de tecnologia (em base aos fatores de êxito e fracasso, que podem ser identificados a partir dela). Além do que, é especialmente relevante também para permitir a escolha entre os diferentes tipos de tecnologias”.

---

5 O Centro Xingó de Convivência com o Semiárido é uma das ações apoiadas no âmbito do “Programa Cisternas” BRA-007, foi especialmente concebida para difundir e apoiar o conhecimento local sobre tecnologias sociais, e práticas inovadoras e replicáveis para garantir o acesso sustentável, o manuseio e conservação da água com qualidade, e para melhorar a convivência entre o Semiárido e seus habitantes.

Em relação a esse último ponto, é interessante destacar que no Brasil existe no momento um conflito entre diferentes movimentos e organizações, sobre a possibilidade de universalizar o acesso à água usando cisternas de plástico ou cisternas de placas. Apesar de que a Articulação do Seminário (ASA)<sup>6</sup> e a maioria das ONGDs trabalhando no Semiárido optam pela tecnologia de placa como sendo a mais valorizada (por se tratar de uma tecnologia social que implica um desenvolvimento local, que ultrapassa o simples aumento de espaço de armazenagem da água), é necessário possuir evidências para realizar escolhas em base ao conhecimento da tecnologia utilizada na reaplicação.

No entanto, embora amplamente compreendida e reconhecida a importância de incentivar os processos de aprendizagem e reflexão crítica, até o momento não se incluiu no Brasil, a avaliação como um componente mais atual sobre a metodologia consolidada para a construção de cisternas. Assim como assinala a própria ASA, os componentes da sua metodologia para reaplicação de cisternas incluem: i) a mobilização; ii) o controle social; iii) a capacitação; iv) o fortalecimento institucional; v) a comunicação; e vi) a construção de cisternas. Deste modo, a avaliação não aparece de maneira explícita na metodologia.

Entretanto, deve se considerar que muitos dos desafios atuais que enfrenta a inclusão da avaliação nos programas de reaplicação de cisternas, são compartilhados em maior ou menor dimensão, por outros doadores e projetos de nosso meio<sup>7</sup>.

Também cabe observar, que se realizam importantes esforços para financiar e apoiar avaliações externas de projetos e programas desenvolvidos no âmbito do P1MC. De fato, tanto este livro, como o livro 7 da Série Cooperação Brasil-Espanha - Acesso à Água e Convivência com o Semiárido - Programa Cisternas BRA 007-B, realizados ambos no âmbito do Programa Cisternas BRA 007 B, são o resultado de tais esforços.

As principais avaliações realizadas no âmbito do Programa de Cisternas são sistematizadas no seguinte Quadro 1.

---

6 ASA é um fórum de organizações da sociedade civil, que luta pelo desenvolvimento social, econômico, político e cultural do Semiárido brasileiro desde 1999. Atualmente, mais de 700 organizações de diversos setores, como o da igreja católica e evangélica, organizações governamentais de desenvolvimento, ambientalistas, trabalhadores rurais e associações urbanas, comunitárias, sindicatos e federações de trabalhadores rurais, fazem parte da ASA. Deste modo, ASA é uma das principais entidades contratadas dentro do Programa Cisternas BRA 007-B.

7 Para obter mais informações sobre os desafios que enfrentam outros programas de avaliação, leia o relatório "Evaluating development activities" da OCDE (2013).

Quadro 1: Avaliações efetuadas no âmbito do Programa Cisternas.

Organização (s) responsável (s)	Objetivo e metodologia da avaliação	Referências (i)
Fundação Desenvolvimento Regional (FUNDER); FAO; EMBRAPA SEMIÁRIDO.	Objetivos: avaliar a seleção dos beneficiários do Programa Cisternas; analisar os processos de capacitação da ASA; analisar os efeitos das cisternas sobre as condições de vida da população local a partir das percepções dos beneficiários, e avaliar a eficiência e a eficácia dos recursos gerenciados pela ASA, no que diz respeito à utilização da água e manutenção da infraestrutura. Metodologia: visitaram-se 4189 casas localizadas na área do programa, através da aplicação de questionários e entrevistas semiestruturadas.	MDS, (2006)
Fundação Desenvolvimento Regional (FUNDER); FAO; EMBRAPA SEMIÁRIDO; Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação (SAGI); Departamento de Avaliação e Monitoramento (DAM)	Objetivos: analisar e quantificar o acesso descentralizado à água potável para as famílias beneficiárias do Programa Cisternas do MDS. Além disso, buscou-se avaliar se as cisternas foram construídas de acordo com as especificações do Programa, e analisar se as famílias possuem capacidade para realizar a manutenção das infraestruturas. Metodologia: visitaram-se 3049 famílias (amostra estatisticamente definida) distribuídas em todo o Semiárido, aplicando-se entrevistas estruturadas.	FUNDER et al., (2009)
Pesquisadores brasileiros e canadenses.	Objetivo: avaliar o impacto do uso da água das cisternas na ocorrência de episódios de diarreia. Metodologia: estudo longitudinal prospectivo junto a um estudo transversal com dois grupos de comparação (casas com e sem cisternas), realizado em 21 municípios de Pernambuco. O estudo incluiu 1.765 indivíduos.	Luna et al., (2011)



Organização (s) responsável (s)	Objetivo e metodologia da avaliação	Referências (i)
Pesquisadores brasileiros	Objetivos: avaliação crítica do P1MC e do trabalho realizado pela ASA a partir da análise de integração e incorporação de conhecimentos técnicos aos conhecimentos tradicionais das comunidades beneficiárias do P1MC e pela ação da ASA. Metodologia: 33 cisternas construídas pela ASA, através do P1MC na Comunidade Buracão, Chapada do Norte, Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.	Gomes et al., (2013)
Pesquisadores brasileiros	Objetivos: analisar a qualidade da água abastecida por cisternas de Placas, com base em parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. Metodologias: Varias (dependendo do estudo).	Amorim e Porto, (2001); Brito e Porto, (2005); Tavares, (2009); Alves, (2012); Carvalho e da Silva (2014).

Fonte: IABS

(i) Referências completas podem ser encontradas no final deste livro, no capítulo Bibliografia.

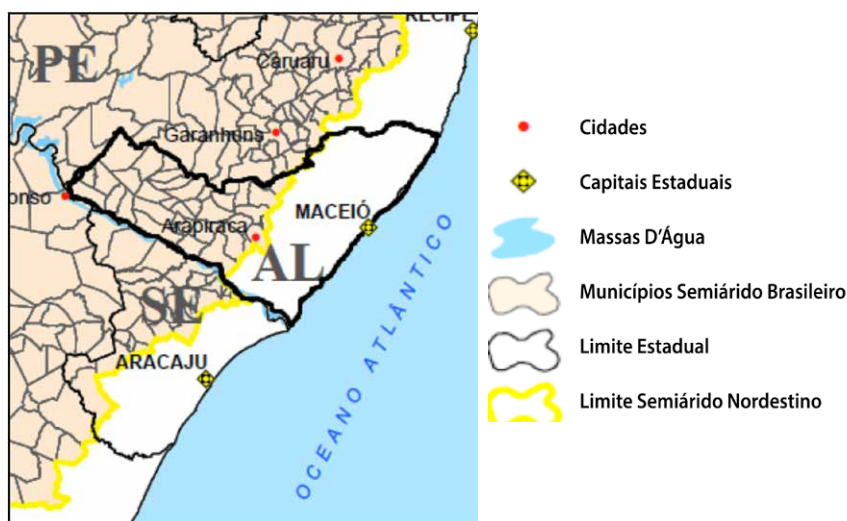
Quanto a estes estudos, é interessante resaltar o fato de que tanto a avaliação apresentada neste livro, como as realizadas pelo MDS (2006) e FUNDER et al, (2009), incorporam a perspectiva dos beneficiários. Considerar a perspectiva dos beneficiários agrega valor à pesquisa, uma vez que não apenas complementa e proporciona contexto aos dados, como assegura uma maior satisfação dos beneficiários, e um melhor uso dos recursos, mas também oferece evidências sobre a realização daquilo que os beneficiários precisam por parte de agências e organizações, incrementando credibilidade e interesse aos doadores (Praag, 2011). Conforme estipulado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), o objetivo para implementar cisternas escolares, é proporcionar água com qualidade e em quantidade suficiente para o consumo humano de alunos e professores, nas escolas situadas em áreas rurais com mais de 50 alunos. Para isso, é instalada uma cisterna de placas de 52.000 litros para captação e armazenamento de água de chuva, e se prevê a capacitação da comunidade escolar para a gestão da água e das práticas de Convivência com o Semiárido.

## 2. O PROJETO AVALIADO

O Projeto Cisternas Escolares, objeto desta avaliação, inclui a construção de 108 cisternas em 16 municípios<sup>8</sup> do Semiárido alagoano, entre os meses de dezembro de 2012 e dezembro de 2014. Como resultados, era esperado que a tecnologia realizasse melhoras sobre as condições de vida, proporcionasse melhores condições para o ensino e a aprendizagem, além de ampliar e melhorar a segurança hídrica, alimentar e nutricional de alunos e professores. Neste contexto o objetivo final da avaliação aqui apresentada, era exatamente avaliar o alcance dos resultados, e identificar todos os possíveis aspectos limitadores.

Para a execução do Projeto de Cisternas Escolares, o IABS contratou o Consórcio para o Desenvolvimento da Região do Ipanema (CONDRI), instituição com ampla experiência na construção de projetos de primeira e segunda água, no Semiárido alagoano.

Figura 1 - Mapa do Estado de Alagoas.



Fonte: IBGE, 2007

8 Os 16 municípios beneficiados são: Canapí, Major Isidoro, Olho D'água das Flores, Carneiros, Senador Rui de Palmeiras, Olivença, Palestina, São José da Tapera, Pão de Açúcar, Santana do Ipanema, Poço das Trincheiras, Maravilha, Cacimbinhas, Inhapi, Dois Riachos e Ouro Branco.



Paralelamente, o IABS contratou o itdUPM para realizar a avaliação do Projeto. A avaliação é entendida como uma ferramenta mediadora da consciência crítica e da aprendizagem, buscando fortalecer as organizações envolvidas na implementação do projeto, e ao mesmo tempo extrair conclusões e recomendações que possam melhorar a finalização do projeto avaliado, e o desenvolvimento de futuros projetos de cisternas escolares no Semiárido brasileiro. Para cumprir com tais expectativas, a avaliação foi proposta como uma ação continuada, dentro das diferentes etapas do ciclo de vida do projeto, adquirindo a equipe de avaliadores responsabilidades concretas, dentro do próprio processo de implementação do projeto.

Antes de descrever as diferentes responsabilidades adquiridas pelos atores envolvidos no Projeto de Cisternas Escolares, é importante destacar o fato de que o projeto se baseia na difusão de uma tecnologia social. As tecnologias sociais são promovidas a partir de grupos de pesquisa e de diversos movimentos sociais brasileiros, para incorporar valores e critérios de delineamento, construídos socialmente com métodos menos tradicionais. Embora não haja uma definição oficial sobre a conceituação sobre tecnologia social, uma das definições mais acatadas é o da Rede de Tecnologias Sociais, (RTS, 2010): a tecnologia social é um conjunto de produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis, desenvolvida na interação com a comunidade à qual são destinadas, e que representam soluções efetivas de transformação social.

Daí que a partir desta definição, o conceito de tecnologia social apresenta amplas margens de ambiguidade, implícitas ao fato de que as tecnologias se reaplicam<sup>9</sup> junto com as comunidades locais, embora nem todas as reaplicações da mesma tecnologia devam ser necessariamente iguais. Além disso, esta flexibilidade no modo em que as tecnologias sociais são definidas, significa que existem lacunas tanto na concepção técnica quanto na metodologia utilizada para implementar os projetos. Da mesma forma, também não há uma nítida separação de funções para garantir a sua sustentabilidade.

A fim de responder a algumas destas limitações, o MDS estabeleceu marcos legais para diferentes tecnologias sociais que estão incluídas no âmbito dos

---

9 Conforme a Fundação Banco do Brasil (2004), a reaplicação de tecnologia é a operação de adequação – mediante resignificação- e difusão não mecânica a diversos contextos locais. Deste modo, cada processo de implementação local de uma nova tecnologia, implica novas ações de desenvolvimento tecnológico, novas operações cognitivas e novas relações usuário-produtor.



vários programas que apoia. Esses marcos legais, destinados a promover a universalização das tecnologias, são construídos de forma participativa e com base nas experiências das organizações que já trabalharam na implementação da tecnologia social para a qual pretende-se criar o que se denomina como “padrão”<sup>10</sup>.

No caso da tecnologia de cisternas escolares, se trata de uma tecnologia recente e para a qual no momento em que teve início o Projeto, ainda não existia um marco normativo<sup>11</sup>. Perante a ausência de diretrizes específicas no momento de iniciar a implementação, a metodologia adotada pelo CONDRI para a execução do projeto foi adaptada a partir da metodologia já consolidada pelo MDS, para as cisternas da Primeira Água (16.000 litros), e para as Cisternas Calçada de Segunda Água (52.000 litros), e desenvolveu-se seguindo as seguintes etapas:

- Mobilização e seleção das escolas beneficiadas;
- Capacitação em gestão da água e práticas de convivência com o Semiárido, com membros das comunidades escolares;
- Capacitação sobre a metodologia construtiva da cisterna escolar com pedreiros<sup>12</sup> locais;
- Apoio na formação de “Comitês Gestores de Água”;
- Implementação de tecnologia.

Além destas fases definidas pelo CONDRI, o Projeto de Cisternas Escolares incorporava uma fase de avaliação a ser desenvolvida pelo itdUPM.

O Quadro a seguir mostra as etapas, as atividades e as responsabilidades que serviram de base à equipe para estruturar a avaliação do Projeto de Cisternas Escolares.

---

10 A procura de um “padrão” para a implementação de tecnologias sociais está diretamente relacionada à existência de projetos e programas que buscam a sua universalização (como é o caso com o P1MC). Estes padrões se traduzem em kits e manuais, alvos de críticas a partir de diferentes movimentos sociais, uma vez que a perda de flexibilidade que implicam no momento de realizar as reaplicações, supõe de acordo a esses movimentos, a perda da essência das tecnologias sociais, gerando assim os mesmos problemas ocorridos com as “tecnologias convencionais”.

11 Atualmente, este âmbito legal é proporcionado pela Instrução Operacional nº 2, de 15 de abril de 2014, e pelo Anexo da Instrução Operacional nº 2, de 15 de abril de 2014.

12 Pedreiro é nome pelo qual se identificam os “albañiles” no Brasil.

Quadro 2 - Fases, atividades e responsabilidades do Projeto de Cisternas Escolares.

ETAPAS	ATIVIDADES	ATOR(ES) RESPONSÁVEL (S)
Mobilização e seleção das escolas	Realização de reuniões de mobilização territorial, como espaços de interação e diálogo entre todos os atores envolvidos no projeto.	CONDRI
	Identificar escolas a serem atendidas pelo projeto.	CONDRI + Secretarias Municipais de Educação
	Realizar reuniões com as comunidades de escola para apresentar o projeto e seu papel nas diferentes fases do mesmo.	CONDRI
	Realizar uma avaliação para caracterização das escolas beneficiárias, e para estabelecer uma linha de base com as suas necessidades, antes da chegada do projeto.	UPM
Capacitação	Desenvolver o conteúdo da capacitação, as técnicas e os materiais didáticos a serem utilizados.	CONDRI
	Selecionar os beneficiários que participarão na capacitação.	CONDRI
	Realizar capacitações .	CONDRI
	Formação de "Comitês Gestores", para garantir o uso adequado da água da cisterna.	Escolas beneficiárias + Secretárias de Educação + CONDRI
	Acompanhar a capacitação desenvolvida pelo CONDRI como parte da avaliação do processo.	UPM

ETAPAS	ATIVIDADES	ATOR(ES) RESPONSÁVEL (S)
Processo de construção	Selecionar o local onde a cisterna será instalada e condicionar o mesmo.	CONDRI
	Construir a cisterna e o sistema de captação das águas de chuva e instalação da bomba.	CONDRI
	“Acabamento” da cisterna (rebocar, pintar...)	CONDRI
	Higienizar o telhado e repará-lo, se necessário.	CONDRI
	Higienizar a cisterna.	Secretarias de Educação ou CONDRI (*)
	Por vez primeira abastecer a cisterna com água após a finalização do processo de construção.	CONDRI ou Secretarias de Educação (*)
	Monitorar as construções desenvolvidas pelo CONDRI como parte da avaliação do processo.	UPM
Operação e manutenção	Garantir que a cisterna em caso de não conseguir ser abastecida com água de chuva receba água do caminhão-pipa.	Secretarias de Educação
	Realizar a manutenção periódica das cisternas (higienização anual, higienização do telhado, etc.).	Escolas beneficiárias + Secretarias de Educação
	Reparar os defeitos potenciais na cisterna, no sistema de captação e / ou bomba.	Escolas beneficiárias + Secretarias de Educação
	Assegurar que existe capacidade local para reparar os potenciais danos à cisterna.	INDEFINIDO
	Assegurar que a água das cisternas é potável.	INDEFINIDO
	Proporcionar assistência técnica aos Comitês Gestores para garantir a correta gestão da água.	INDEFINIDO
Avaliação	Avaliar os resultados e efeitos gerados pelo projeto na população beneficiária.	UPM

Fonte: IABS

(\*) Durante o processo de construção das cisternas de placas é necessário abastecer duas vezes com água a cisterna: um para a higienização da mesma, e outra para garantir que a cisterna finalizada possui água e evitar que se fissure. De acordo com as responsabilidades estabelecidas no âmbito do Projeto de Cisternas Escolares, recai maior responsabilidade no CONDRI e nas Secretarias de Educação.



Como se pode observar no Quadro 2, há uma série de atividades para as quais não existe um responsável definido. Isto se deve principalmente ao caráter “coletivo” das cisternas escolares, o qual repercute significativamente na execução do projeto, e nos resultados da avaliação aqui apresentada.

As dificuldades encontradas durante a implementação do projeto

Durante a execução do projeto de Cisternas Escolares, surgiram diferentes dificuldades que condicionaram a efetivação do mesmo. Dada a importância em conhecer e compreender tais dificuldades e para minimizá-las em futuros projetos, a seguir se resumem os aspectos que do ponto de vista da equipe avaliadora afetaram de modo mais expressivo os prazos do projeto:

- A impossibilidade de construção de cisternas em algumas das escolas selecionadas inicialmente como beneficiárias. Isto se deve a três razões principais: i) a existência do solo muito rochoso, que impossibilitou cavar o espaço necessário para construir a cisterna; ii) O processo de nucleação<sup>13</sup> das escolas rurais no Brasil; iii) a falta de terrenos para construção da cisterna; e iv) a escola foi identificada erroneamente, pois já possuía uma cisterna para coletar águas de chuva;
- A dificuldade para garantir que as Secretarias de Educação cumpram com as suas responsabilidades em relação à compensação necessária durante o processo de construção;
- A dificuldade em encontrar parceiros nas escolas que se “façam responsáveis” pelo acompanhamento do projeto.

Para compreender algumas destas dificuldades, em especial as duas últimas, é importante considerar que como já foi citado, este projeto é um dos primeiros com Cisternas Escolares, implementados no Brasil. O fato de ser praticamente um projeto piloto junto à flexibilidade intrínseca das Tecnologias Sociais, fez com que a partir do CONDRI ocorresse uma subvalorização da tecnologia das cisternas escolares, assumindo que trabalhar com elas seria igual a trabalhar com as cisternas familiares (primeira água), com o único diferencial de substituir as cisternas de 16.000 litros por outras de 52.000.

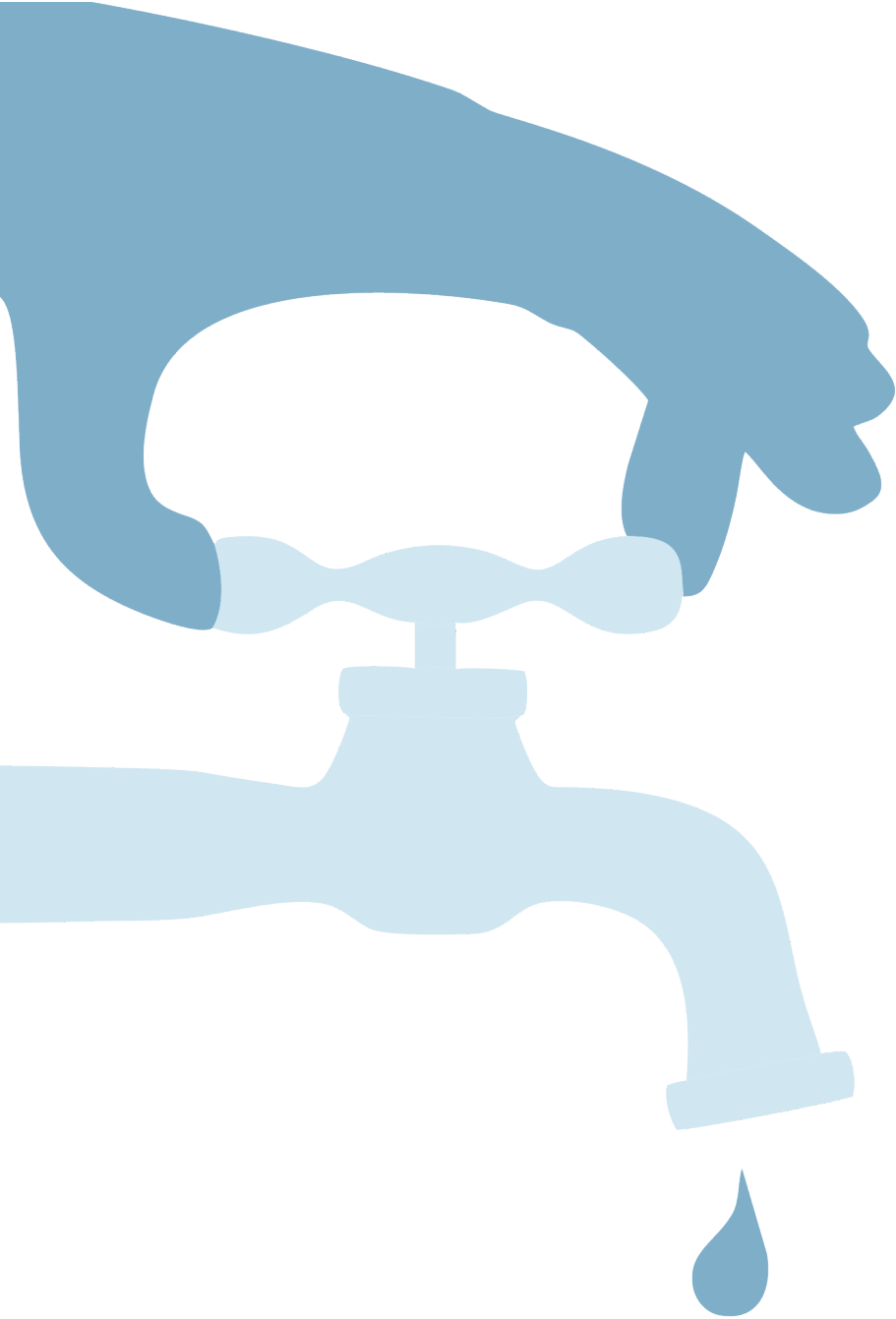
---

13 A nucleação é um processo que visa a organização da educação nas áreas rurais em torno das denominadas “escolas núcleo”. Estas escolas servem aos estudantes que estão deslocados das escolas menores localizadas em pequenas cidades, e que estão sendo fechadas como parte do processo. Assim, várias das escolas inicialmente visadas pelo projeto, fecharam como parte do processo de nucleação.

Entre tanto, o acompanhamento realizado pela equipe avaliadora às atividades do projeto, coloca em evidência a presença de diferenças importantes entre as cisternas familiares e as escolares, que não foram consideradas no momento do esboço do Projeto de Cisternas Escolares. A mais importante das diferenças é, conforme palavras do Secretário Executivo do CONDRI, “trabalhando com cisternas familiares, a família é claramente percebida como a futura proprietária da cisterna, e isto permite que as pessoas se envolvam; no entanto; a escola não possui proprietário e ao mesmo tempo a todos pertence, e isto torna muito difícil conseguir a ação esperada”.

Desta forma, é importante ressaltar aqui que o caráter “coletivo” das cisternas escolares é algo que deve ser considerado na concepção de qualquer nova estratégia de reaplicação deste tipo de tecnologia.





### 3. COMPONENTES DA AVALIAÇÃO

Como visto nos capítulos anteriores, a avaliação realizada pelo itdUPM, foi entendida desde o começo como uma ferramenta mediadora da consciência crítica e da aprendizagem, procurando fortalecer as organizações envolvidas com a implementação do projeto, ao mesmo tempo em que extraia conclusões e recomendações que pudessem melhorar a finalização do projeto avaliado, e o desenvolvimento de futuros projetos de cisternas escolares.

Para este fim, foi concebida uma avaliação com base na análise de três componentes do Projeto de Cisternas Escolares, cujos processos e resultados se retroalimentam entre si: a obra civil e hidráulica; a qualidade da água fornecida pelas cisternas; e os efeitos sobre as condições de vida da comunidade escolar.

Figura 2 - Componentes da avaliação.



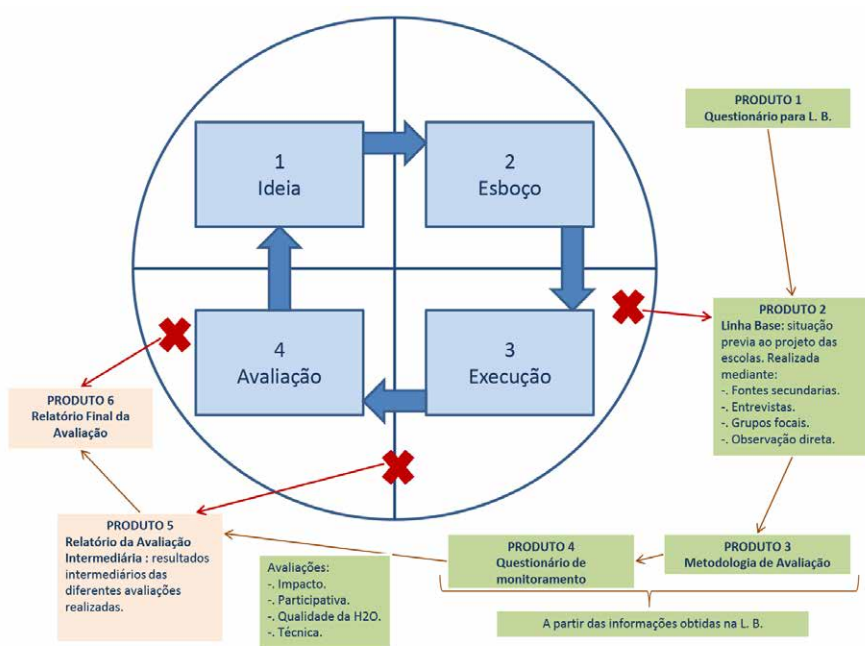
A avaliação examina detalhadamente esses componentes durante a execução do projeto e uma vez concluído o mesmo (análise denominada de “avaliação de acompanhamento”, e “pós-avaliação”, respectivamente). Porém, também inclui uma etapa prévia de avaliação (“pré-avaliação”), com o objetivo de estabelecer a linha de base do projeto, ou o ponto de partida no qual se encontravam as escolas beneficiárias antes chegada do mesmo.



Distinguir este ponto de partida é em especial relevante, pois permite conhecer as necessidades dos beneficiários. Um projeto será pertinente se responde às necessidades claramente estabelecidas, além do que, será bem sucedido si considera as potencialidades dos grupos da comunidade.

Deste modo, a avaliação foi proposta como uma ação constante dentro das diferentes etapas do ciclo de vida do projeto de cisternas escolares. Como pode ser visto na Figura 3, desenvolveram-se três avaliações interligadas de modo lógico e temporal: uma pré-avaliação, uma avaliação de acompanhamento, e uma pós-avaliação.

Figura 3 - Avaliação do ciclo de vida do projeto



Nos capítulos seguintes, cada uma das análises é descrita, detalhando tanto a metodologia utilizada, quanto os principais resultados encontrados.



### 3.1. As escolas beneficiárias

Conforme explicado acima, um projeto será relevante apenas se ele atende as necessidades dos beneficiários claramente estabelecidas. Deste modo, para avaliar a pertinência do Projeto de Cisternas Escolares, visitaram-se 108 escolas do projeto (com ajuda do pessoal do CONDRI), e em cada uma delas aplicou-se um questionário. Na maioria dos casos o questionário foi aplicado ao diretor/a da escola, ainda que em alguns casos, na sua ausência, fosse realizado junto a professores/as.

A aplicação deste questionário permitiu realizar uma descrição das escolas beneficiárias e das suas necessidades. Graças a elas, a equipe avaliadora pode comprovar a relevância e importância em realizar o Projeto de Cisternas Escolares nas escolas.

A seguir se apresentam as principais descobertas nas quais se baseia a relevância do projeto.

#### A comunidade escolar

Para avaliar os efeitos do projeto sobre as condições de vida dos beneficiários, a primeira coisa a ficar clara é quais são os atores que se favorecem com a Construção das Cisternas Escolares.

De acordo ao MDS, o objetivo para implementar cisternas escolares, é o de proporcionar água com qualidade, em quantidades suficientes para o consumo humano de alunos e professores, nas escolas localizadas em áreas rurais. Não obstante, dentro das escolas há também outros funcionários que se beneficiam da água da cisterna, como por exemplo, os guardas e as cozinheiras. Também se beneficiam os pais dos alunos com esta água.

Considerando tudo, ao esboçar a avaliação ponderou-se que a beneficiária do projeto era a comunidade escolar como um todo. E dentro desta comunidade é incluído ao alunado da escola, aos pais, e todos os profissionais que apresentam seus serviços na escola (diretor, professores, pessoal da limpeza, guardas, cozinheiras, etc.).

De acordo aos dados fornecidos pelos questionários aplicados, em 2013 havia um total de 12,597 alunos matriculados em 108 escolas rurais beneficiárias do projeto. É particularmente notável a disparidade no número de alunos por escola. Assim, a linha de base serve para enfatizar que uma das escolas possui 13

alunos, enquanto que outra conta com 540 alunos. Também vale ressaltar que mais da metade das escolas apresenta entre 20 e 80 alunos matriculados.

O número de professores nas escolas varia de 1 a 23 professores. Com uma proporção média de cerca de 20 alunos por professor; as escolas possuem uma média de 6 professores, e a maioria (mais de 75%), possui entre 1 a 10 professores.

Além do que, há uma média de 7 funcionários (incluindo cozinheiras, faxineiras e guardas), trabalhando nas escolas. O mesmo ocorre com os professores, a maioria das escolas (mais de 75%) possuem de 1 a 10 funcionários trabalhando, contudo as escolas com elevado número de alunos possuem dados mais expressivos, chegando ao máximo de 58 funcionários na escola que possui 540 alunos matriculados.

As horas de aula ministradas nas escolas são organizadas em turnos, sendo os turnos matutino e vespertino os mais frequentes. O número de alunos por turno varia entre 7 e 203 alunos, sendo 55 o número médio de alunos por turno. Em relação à taxa de assistência nas escolas, beneficiárias os resultados são mais homogêneos, apresentando uma taxa de assiduidade média de 94%.

Em relação ao número de horas por turno este varia entre 4 horas, excluindo a hora da refeição e 5 horas, incluindo este período, embora a maioria das escolas ofereçam turnos de quatro horas, incluindo a hora da refeição. Como é exposto mais adiante, o número de horas aula de cada turno está intimamente ligado à disponibilidade da água nas escolas, uma vez que elas são forçadas a reduzir as horas de aula quando não dispõem da água necessária.

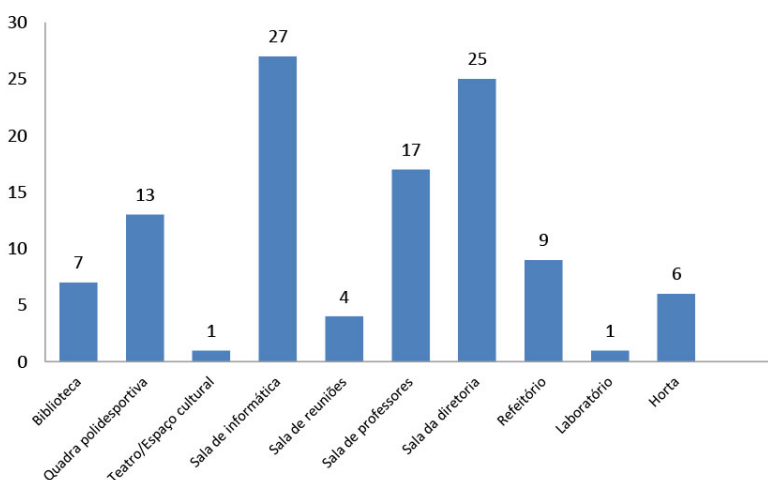
## **Recursos, instalações e serviços básicos nas escolas**

Esta seção discute as instalações e serviços básicos nas escolas, como também a satisfação dos seus funcionários quanto às mesmas. Então, primeiro é importante notar que 96% dos entrevistados (que correspondem a 105 dentre as 108 escolas), consideravam ser necessário aumentar os recursos, as instalações e/ou os serviços básicos em suas escolas.

Quanto ao número de classes, em geral, todas as escolas contam um número apropriado, dependendo da quantidade de alunos. Assim, apenas foram encontradas 3 escolas que superam o máximo de 50 alunos por sala de aula, que é o permitido por Lei no Brasil.

Além do que, as escolas contam com um número de banheiros considerado apropriado para a quantidade de alunos (o que não quer dizer que exista água nos mesmos, como será apontado mais adiante). No entanto, como mostra a Figura 4, as escolas possuem poucos espaços diversos às salas de aula, sendo a sala da informática e a sala da direção, os espaços mais frequentes.

Figura 4 - Número de escolas em termos de espaços existentes.



Além disso, foi possível constatar que equipamentos como ar condicionado e internet são muito escassos nas escolas. Deste modo, apenas 4 das 108 escolas dispõem de aparelhos de ar condicionado, e apenas 6 das 108 dispõem de acesso à internet.

Com relação aos serviços básicos os resultados encontrados divergem muito dependendo do tipo de serviço. Assim, enquanto 96% das escolas estão conectadas à rede elétrica, 90% das mesmas permanecem fora do alcance dos serviços da rede de esgoto. Destas escolas sem esgotamento sanitário a maioria conta com um sistema de fossa séptica, e vale a pena ressaltar que 9 das escolas afirmam não possuir nenhum desses sistemas.

No que diz respeito ao abastecimento de água, o aspecto mais relevante para fins de objeto de estudo é que apenas 18% das escolas (20 escolas dentre as 108), dispõem de torneiras conectadas à uma rede de abastecimento. Esta situação é ainda mais grave ao considerar que apenas 5 escolas afirmam ter acesso garantido ao abastecimento diário de água procedente da rede pública.



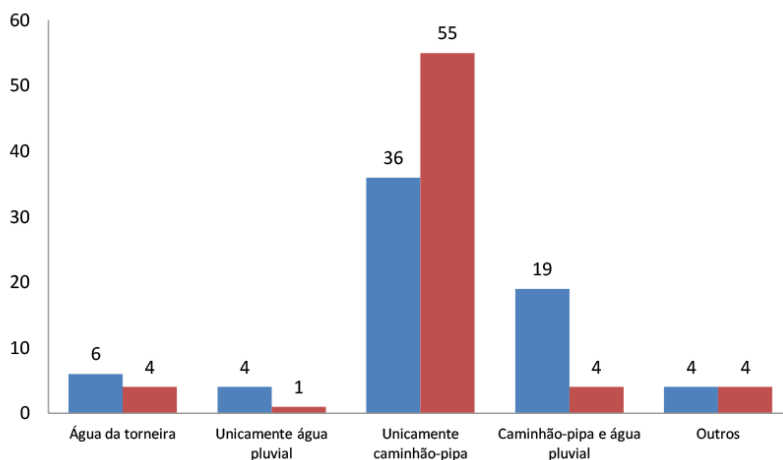
Para lidar com essa realidade da falta de acesso à água, 60% das escolas afirmam possuir alguma estrutura para captação e armazenamento das águas de chuva, para reabastecer e assegurar o seu funcionamento. Estas estruturas incluem cisternas de captação de água de chuva, caixas d'água e reservatórios. A capacidade em litros das estruturas de armazenamento das escolas varia entre 1.000 e 40.000 litros. Além disso, como foi possível constatar, na maioria dos casos estas estruturas são construídas graças a recursos municipais, e em menos de 10% dos casos são construídas com recursos da própria escola.

É importante salientar que aproximadamente 20% das escolas alegam não dispor de qualquer um dos sistemas de abastecimento de água citados, tendo que recorrer a fontes comunitárias de água para atender suas necessidades. Entre elas, foram detectadas escolas, que por causa da necessidade de água e da falta de meios, procuram alternativas de todo gênero para abastecer as estruturas de armazenamento. Assim, o pessoal de uma das escolas faz uso de uma fonte pública, utilizando uma carroça puxada por bois para obter água, e outra escola usa água da casa de uma professora.

Também vale a pena notar que quatro das escolas reclamam que suas cisternas ou reservatórios perdem água ou estão em más condições, e por outro lado, há duas escolas que afirmam ter abandonado suas estruturas de armazenamento por causa do seu deterioro. Estas descobertas enfatizam a importância que há em considerar a manutenção das cisternas, durante o processo de esboço e avaliação.

Por outra parte, conforme informação coletada, as estruturas de armazenamento da água das escolas se abastecem principalmente da água proveniente de caminhões-pipa, seguido pela água captada da chuva. Como é possível apreciar na Figura 5, onde se apresenta a origem da água nas escolas em função da época do ano, o abastecimento com água de chuva diminui significativamente na época da estiagem, aumentando em consequência a necessidade de abastecimento de água mediante caminhão-pipa.

Figura 5 - Número de escolas conforme ao abastecimento das suas estruturas de armazenamento das escolas na estação chuvosa e de estiagem.



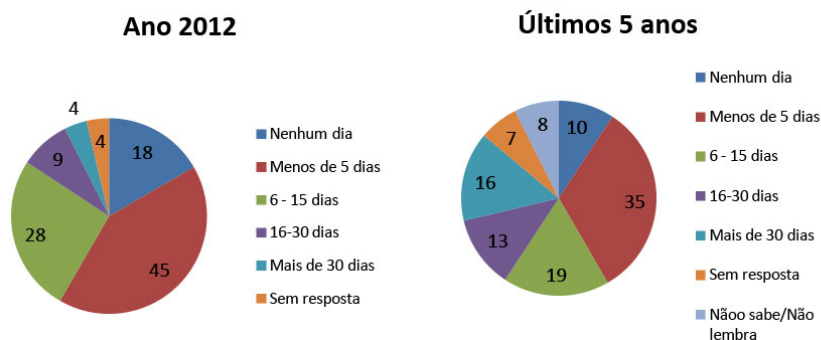
Os resultados sugerem em grande medida, que o problema enfrentado pelas escolas não se remete em sua totalidade à falta de água (disponível graças aos caminhões), mas à falta de capacidade de armazenamento.

A combinação de não ter acesso a um sistema de água potável, associada com a falta de estruturas adequadas de armazenamento, ocasiona que 83% das escolas afirmem ter passado algum dia sem água em 2012. Um 45%, não excedeu cinco dias sem água, mas se deve ressaltar a existência de 4 escolas que alegam ter passado mais de um mês sem água. Outro 80% das escolas, afirma ter passado também dias sem água ao longo dos últimos cinco anos (2007-2012).

A Figura 6 mostra a média dos dias em que as escolas estiveram sem água, comparando os resultados de 2012 com os do período 2007-2012, em função das respostas proporcionadas pelos entrevistados. Nesta comparação se observa que em 2012 houve uma redução no número de dias em que as escolas permaneceram sem água, de onde se infere que tal situação da falta de água se trata de um problema recorrente, que leva anos acontecendo na região, e não de uma situação isolada.



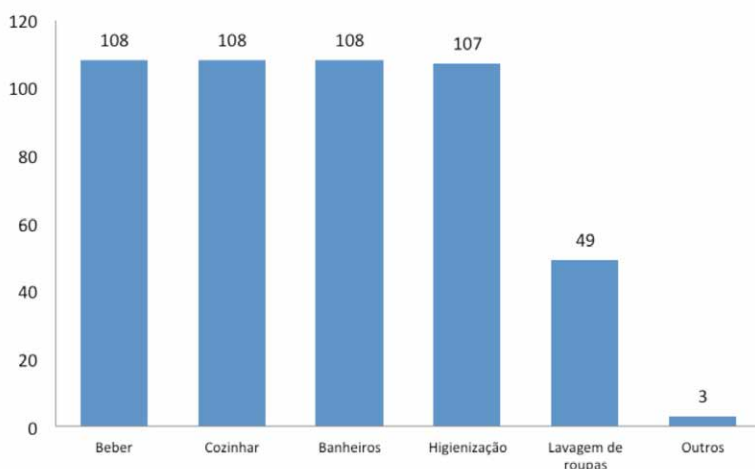
Figura 6 - Comparação entre o ano de 2012 e o período 2007-2012 do número de escolas em termos de dias sem água.



Além disso, metade das escolas alega ter cancelado as aulas e liberado os alunos no último semestre de 2012 devido à falta de água. Na maioria dos casos, os recessos duram de 1 a 5 dias, porém há casos mais extremos, como o de uma escola do município de Canapi, que teve que suspender suas aulas por um período de 20 dias.

Outro resultado interessante da linha de base é em relação ao uso da água nas escolas. Como é possível perceber na Figura 7, todas as escolas utilizam a água para beber, cozinhar e uso nos banheiros, e todas menos uma, emprega a água para higienização da escola. Além disso, 45% das escolas faz uso da água também para lavar a roupa dos funcionários.

Figura 7 - Número de escolas conforme os usos da água.



Outros usos da água mencionados são a irrigação da horta e uso da comunidade. Cabe assinalar, que durante a aplicação do questionário várias escolas afirmaram que com a chegada da cisterna escolar esperavam poder aumentar o uso da água (em especial no que se refere a poder cultivar hortas escolares).

Quanto à qualidade da água nas escolas, 91% delas afirma realizar algum tipo de tratamento na água consumida. 72% trata a água com cloro, e 58% faz uso de filtros. Além disso, 6 escolas tratam a água com Abate<sup>14</sup>.

Como parte do questionário da linha de base, foi perguntado às escolas sobre a aparência, odor, e sabor da água, pois estes são os primeiros parâmetros básicos medidos para determinar a qualidade da água. 90% das escolas considerara que a água disponível é limpa, 87% considera que o sabor é agradável, e 72% afirmou que a água não apresenta odor. Apesar destes resultados relativamente positivos, o fato de que 10% das escolas afirme que a água não é limpa, justifica a inclusão de um estudo de qualidade da água no âmbito da avaliação. E mais, os questionários também ressaltaram como relevante a frequência das doenças relacionadas com a qualidade da água entre os alunos, enfatizando as doenças diarreicas, as amebianas e a dengue.

Outra descoberta interessante da pré-avaliação, é que 92% das escolas reconhece sentir ou ter sentido preocupação perante a escassez de água, quanto a garantir o normal funcionamento da escola. De acordo aos entrevistados, a falta de água altera o funcionamento da escola como um todo, obrigando a fechá-la ou a ministrar menor número de horas de aula, alterando o preparo das refeições, dificultando a higienização, e como consequência, afetando o desempenho e a aprendizagem dos alunos.

Por outro lado, 28% das escolas afirmam que a falta de água é motivo de conflito entre a escola e a população local, população que não possui relação com a instituição. Tais conflitos tratam principalmente de discussões, e em alguns casos de agressões verbais motivadas pela falta de água, que acomete às escolas e as comunidades do seu meio.

É importante considerar, que em ocasiões emergenciais é normal encontrar em regiões rurais do Semiárido, escolas que compartilham a água com as famílias que vivem em suas imediações.

Desta forma, as escolas aludem a situações de vizinhos levando água das cisternas escolares, vizinhos que se apropriam de maior quantidade da água que

---

14 Produtos químicos para prevenir o desenvolvimento de larvas na água.



lhes corresponde dos caminhões-pipa, que em tese são designados às escolas, ou vizinhos que negam ajuda à escola quando esta solicita água para dar continuidade a suas atividades. Em menor incidência ocorrem reclamações por parte dos pais de alunos, que não compreendem por que motivo seus filhos são dispensados antes do horário normal, ou se queixam da falta de higiene do ambiente escolar.

Para resumir, é possível afirmar que há uma falta generalizada de capacidade das escolas beneficiárias na captação e armazenamento da água necessária para seu funcionamento adequado, o que justifica e demonstra a pertinência do projeto Cisternas Escolares.

Além do que, os indícios encontrados ao longo da pré-avaliação, quanto às dificuldades na manutenção das estruturas de armazenamento da água, e quanto à qualidade da mesma abastecida por elas, corroboram a realização de uma avaliação intermediária e de uma pós-avaliação que contemple os três componentes estabelecidos (obra civil e hidráulica; qualidade da água abastecida pelas cisternas; e os efeitos do projeto nas condições de vida da comunidade escolar). Nos próximos capítulos serão desmembrados os resultados de cada um dos componentes.

### 3.2. Avaliação da obra civil e hidráulica

O adequado provisãoamento da infraestrutura é uma condição necessária, ainda que não suficiente, para garantir que o projeto de cisternas escolares realmente melhore as condições de vida das comunidades escolares nas quais são implementadas.

Em primeiro lugar, é importante entender o funcionamento da tecnologia para posteriormente poder analisá-la. Em essência, o sistema consta de uma canalização horizontal aberta para a coleta de água de chuva captada no telhado das escolas, que é conduzida mediante outras calhas coletoras até o depósito de acumulação (uma cisterna de 52 m<sup>3</sup> de capacidade). Este depósito de acumulação se apresenta semifechado e fechado em sua maior parte quanto ao ambiente externo, mediante uma cobertura cônica que apresenta várias vias de entrada: ventilação, ralo, bomba manual, escoadouro para entrada. Deste depósito a água é extraída através da bomba manual, e uma vez extraída é transportada até os pontos de consumo, como bebedouros, baldes, cozinhas e banheiros.



Figura 8 - Esquema geral do sistema de captação de água de chuva.



Fonte: Autor: José Antonio Mancebo

A avaliação da obra civil e hidráulica realizou-se com o objetivo de analisar a pertinência da tecnologia e das técnicas e materiais usados na construção das infraestruturas.

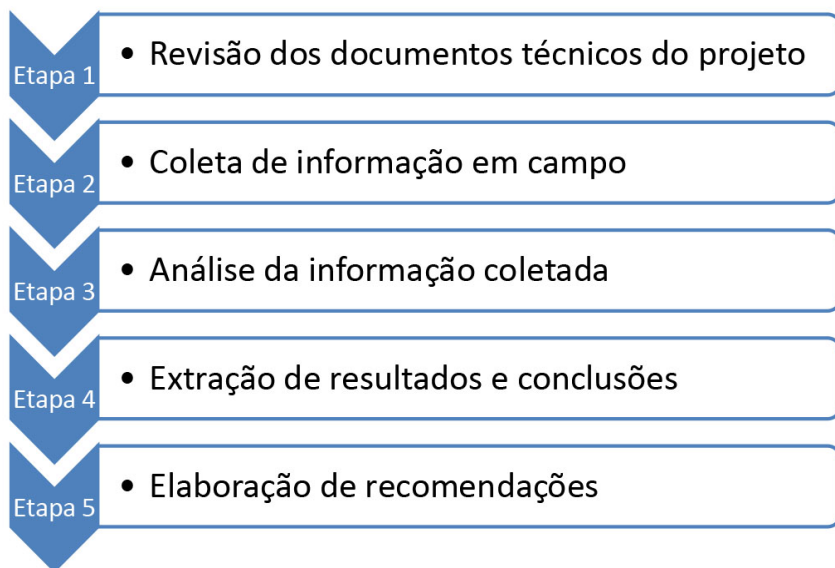
A infraestrutura técnica do Projeto de Cisternas Escolares pode ser dividida em duas partes principais: a obra civil (que consta da cisterna ou reservatório), e a obra hidráulica de captação de água de chuva no telhado e sua condução ao depósito, incluindo a bomba de extração da água. Assim, a avaliação foi realizada com relação aos três elementos principais: i) a cisterna; ii) a bomba manual para extração da água da cisterna; iii) as canalizações com seu suporte. Além disso, analisaram-se outros elementos, como a superfície de captação nos telhados, e o resto do caminho percorrido pela água até seu consumo.

A avaliação da obra civil e hidráulica iniciou com a revisão dos documentos técnicos do projeto, continuando com um acompanhamento do processo de construção das cisternas, e concluindo com uma pós-avaliação com as cisternas já construídas, onde avaliou-se o funcionamento técnico das mesmas.

Estas atividades fazem parte de um processo de cinco etapas consecutivas conforme mostrado na Figura 9.



Figura 9 - Etapas da avaliação técnica das infraestruturas.



Como já foi explicado na figura anterior, não havia material de referência para a implementação da tecnologia social das cisternas escolares no momento em que o CONDRI deu início a execução do projeto. Deste modo, foram adaptados documentos técnicos das cisternas pertencentes ao projeto da primeira água para sua execução. Por conseguinte, o primeiro resultado da avaliação da obra civil e hidráulica resulta na ausência de um documento técnico adequado, pois nos documentos do projeto da primeira água se estabelecem de modo muito superficial as bases do projeto, as metas e atividades para sua consecução, assim como as especificações técnicas e o orçamento.

Este tipo de documento é essencial, pois além de permitir estudar a adequação da tecnologia, como parte da pós-análise, é habitual comprovar se as infraestruturas construídas atendem as especificações do documento técnico. Assim, não ter um documento técnico bem definido claramente limita essa comparação, dificultando o processo de avaliação. No entanto, já existe um marco legal no qual claramente se define a tecnologia das cisternas escolares: A Instrução Operacional nº 2, do dia 15 de abril de 2014, e o Anexo da Instrução Operacional nº 2, do dia 15 de abril de 2014. Por efeito, as futuras avaliações que se realizem sobre as cisternas escolares não enfrentarão a limitação com a qual se deparou a avaliação apresentada neste livro.

A Etapa 2 de coleta de informação em campo incluiu o acompanhamento da construção de 19 cisternas, abrangendo as seguintes atividades:

- a) Observação técnica durante a construção das cisternas.
- b) Identificação através de formulário de campo de possíveis incidências ou problemas nas infraestruturas construídas.
- c) Teste hidráulico de carga máxima. Esta atividade consiste em abastecer a cisterna até sua capacidade máxima (52 m<sup>3</sup>) e medir no prazo de 24 horas uma possível queda no nível de água provocada por perdas.
- d) Grupo focal com os pedreiros. Esta atividade se realizou para incorporar as percepções dos pedreiros na avaliação no que diz respeito aos motivos existentes por trás dos atrasos nas construções, e sobre as incidências detectadas nas infraestruturas.

Para poder realizar estas atividades, dois membros da equipe de avaliação do itdUPM, residiram na área do projeto durante 6 meses. Isto permitiu à equipe avaliadora realizar uma detalhada avaliação do processo (na qual participaram diferentes atores locais envolvidos no projeto), extraindo conclusões relevantes e recomendações.

A Etapa 3 do processo de avaliação baseada na análise da informação recolhida incluiu uma análise qualitativa das informações, uma análise estrutural do reservatório das cisternas (para o qual foi modelada usando o programa comercial de elementos finitos SAP 2000), e a triangulação das informações coletadas a partir das diferentes atividades descritas na Etapa 2 de coleta da informação.

A Etapa 4 (resultados e conclusões) foi organizada em torno aos três componentes principais das infraestruturas: a cisterna, a bomba manual para extração da água da cisterna, e as canalizações com seu suporte. Para resumir, a análise realizada confirmou a adequação da tecnologia utilizada na construção das infraestruturas. A isto se deve acrescentar que a tecnologia utilizada é de baixo custo, acessível por parte da população, a qual participa ativamente de todas as etapas dos projetos, inclusive da manutenção das instalações. Esta natureza "social" apenas reforça a sua adequação em um contexto como o Semiárido brasileiro, onde as oportunidades de acesso a fontes de renda são muito limitadas.

A continuação as principais descobertas são sistematizadas para cada um dos componentes, com o objetivo de descrever a realidade encontrada em relação à obra civil e hidráulica, assim como apresentar informações relevantes para a melhoria da implementação de futuros projetos de cisternas escolares.

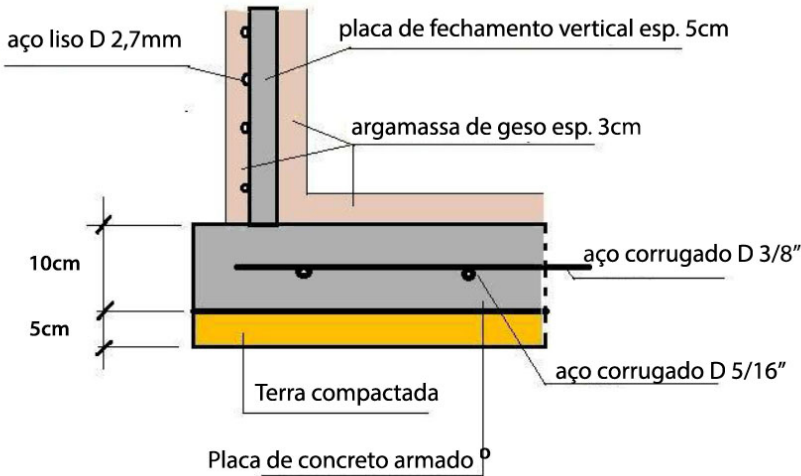


## Cisternas

Os reservatórios das cisternas são cilíndricos com 5 m de diâmetro, e 2,6 m de altura, parcialmente enterrados, o que a princípio, é favorável para a resistência estrutural, pois desta forma as pressões de terra podem compensar parcialmente as pressões hidroestáticas horizontais da água.

A laje de base sobre a qual repousa o reservatório da cisterna é feita de concreto armado de 10 cm de espessura, com apenas uma camada de aço ondulado, disposta de modo circular e radial, e assentada sobre 5 cm de terra compactada (ver Figura 10).

Figura 10 - Detalhe da laje e início da caixa da parede lateral. Origem: Orquin e Mancebo, 2013.



Fonte: Orquin e Mancebo, 2013.

A construção das paredes verticais se realiza com placas fabricadas no local, medindo 49,5x38x5 cm, construídas sobre um leito de areia suavizado mediante um molde de madeira, com uma ligeira curvatura (Veja Figura 11). Nenhum agregado grosso é utilizado, apenas areia, cimento e água. A argamassa resultante é de consistência plástica considerável e nenhuma malformação das partes é notada ao retirá-las do molde.

Figura 11 - Fabricação de placas da parede da cisterna. Origem: Elaboração própria.



Foto: Acervo IABS

Externamente à parede e antes de aplicar o reboco, são colocados em espiral fios de aço liso de 2,7 de diâmetro, com uma separação vertical aproximada de 10 cm (Ver Figura 12).

Para garantir ainda mais a vedação, um aditivo impermeabilizante é acrescentado à argamassa do reboco interno.

Figura 12 - Construção da parede e das vigas da cobertura.



Foto: Acervo IABS



A cobertura da cisterna se realiza mediante vigas retangulares, com dois reforços longitudinais sem suportes (Ver Figura 13). Estas peças de concreto são também pré-fabricadas no local, e depois apoiadas no ponto alto da parede da cisterna, e no extremo superior da coluna central, construída com um tubo cheio de concreto armado, e localizada no centro do reservatório. Esta coluna se constrói com um molde de PVC, que age como cofragem para o concreto de aterramento, com uma armadura vertical composta por três barras verticais e suportes triangulares (semelhante à estrutura forjada).

Figura 13 - Fabricação de partes da cobertura.

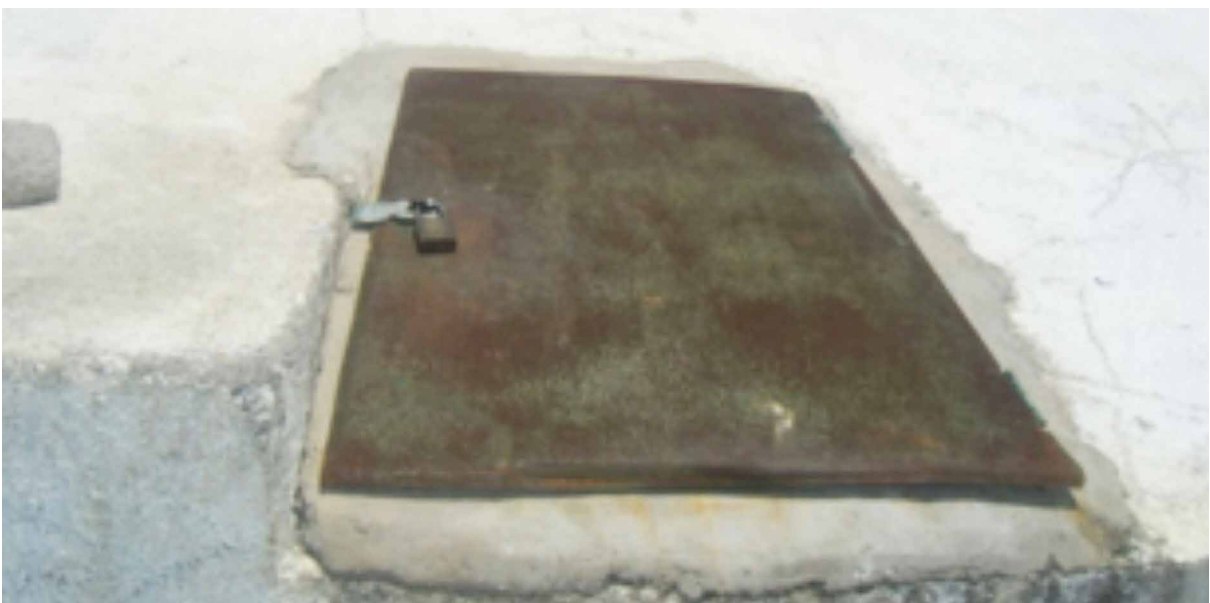


Fonte: Acervo IABS

A cobertura do reservatório se realiza com peças pré-fabricadas também no local, seguindo o modelo de telhas que se apoiam nas vigas citadas. Uma boa prática para implementar, ainda ausente do processo, é vibrar o concreto para remover o ar formado no interior da massa.

No geral, identificaram-se alguns pontos fracos secundários no design das cisternas. Assim, a escotilha ou boca-de-lobo de acesso à cisterna possui um tamanho reduzido: 49,5 cm de comprimento, 38,5 cm de largura na parte superior e 48,5 cm na parte inferior (ver Figura 14). Como resultado, muitas escadas das escolas não podem ser introduzidas ali causando dificuldades na higienização periódica da cisterna, ou no caso de possíveis reparos. Além disso, a porta de chapa da escotilha se oxida em poucos meses após sua instalação.

Figura 14 - Boca-de-lobo da cisterna



Fonte: Acervo IABS

Também é interessante notar a ausência nas cisternas de aberturas e válvulas de drenagem.

Mais concretamente, durante o período de acompanhamento da construção das cisternas observaram-se vários problemas com a resistência de vigas e placas de concreto em algumas cisternas, como por exemplo, a falta de placas



no interior da cisterna ou fratura de placas ou de vigas na cobertura (Veja Figuras 15 e 16). Não obstante, é importante assinalar que as vigas e placas da cobertura foram posteriormente substituídas pelos pedreiros, e a cisterna com falta de placas não apresentou nenhum problema para seu uso normal.

Figura 15 - Cisterna com falta de placas em seu interior.



Figura 16 - Cisterna com fraturas de vigas.



Fonte Figura 15 e 16: Acervo IABS



Por outro lado, conforme as especificações do documento técnico analisado do CONDRI, as cisternas deviam ser enterradas até a metade e dois terços da sua altura, no entanto, verificou-se que a maioria das cisternas está enterrada abaixo da meia altura. Esta diferença decorre das dificuldades encontradas para a escavação do solo, por causa do aparecimento de grandes rochas no subsolo, e deveria ser ponderada, porque é normal encontrar este tipo de solos no Semiárido brasileiro.

Outra constatação interessante refere-se ao teste hidráulico realizado na escola de Povoado Pedrão, que causou rachadura no solo e a perda total da água contida. Isto ocorreu porque há a necessidade de melhorar a base sobre a qual repousa a laje de fundo, usando uma camada de cascalho de pelo menos 15 cm, como também aumentar a espessura da referida laje pelo menos em 15 cm, com um reforço contínuo. Na Figura 17 se observa o afundamento da terra ocasionado pelo vazamento de água.

**Figura 17 - Estado da cisterna de Povoado Pedrão após a conclusão do teste hidráulico.**



Fonte: Acervo IABS

Por fim, um dos problemas mais marcantes em relação às cisternas é que ao finalizar a construção, costuma-se deixar sem recolocar e compactar a terra resultante da escavação, que em alguns casos é alagada pela água no período de chuvas. (ver Figura 18).



Figura 18 - Cisterna concluída na qual se formou um sulco de água por causa da terra não recolocada.



Fonte: Acervo IABS

O acompanhamento das construções realizado pela equipe avaliadora sugere que uma parte importante das incidências observadas nas cisternas (exceto as relacionadas com o solo pedregoso), se deve ao que é denominado no Sertão como “pedreiro rápido”. Ou seja, como a equipe de pedreiros recebe por cisterna construída às vezes o trabalho somente é rentável se realizado em menos dias ou com menos pedreiros. Isto limita claramente a qualidade das construções, que devem ser supervisionadas tecnicamente (por alguém alheio à equipe de pedreiros) para garantir seu correto acabamento. No âmbito deste projeto esta supervisão foi realizada pela equipe avaliadora, porém não sendo corriqueiro haver um grupo de avaliadores acompanhando os projetos de construção de cisternas, é importante procurar um meio que garanta este tipo de acompanhamento por parte dos atores envolvidos.

Durante o grupo focal realizado com os pedreiros, eles deixaram claro que não lhes agrada construir cisternas de 52 m<sup>3</sup>, pois cobram o mesmo valor ao construir cisternas de 16 m<sup>3</sup>, e no caso das primeiras o trabalho é muito maior e mais complexo. Uma vez que o preço recebido pelos pedreiros por cisterna construída muitas vezes é padronizado, os resultados desta avaliação sugerem

que é importante salvaguardar um pagamento justo, e assim garantir um acabamento adequado das tecnologias.

### Bomba para extração da água da cisterna

A tipologia da bomba manual instalada nas cisternas escolares é uma engenhosa bomba de pistão volumétrico, com duas válvulas de retenção, própria para pequenas profundidades (como é o caso das cisternas escolares). Estas bombas são consideradas tecnologia social (assim como as cisternas de placas), pois graças a seu baixo custo e fácil construção a população pode ser partícipe na sua fabricação e no reparo com uso de ferramentas simples (Veja Figura 19 e 20).

Figura 19 - Bomba de pistão de PVC pré-montada.



Fonte: Acervo IABS



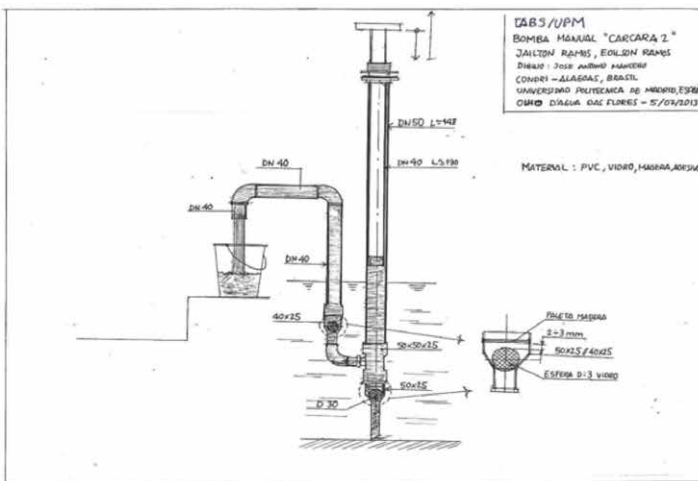
Figura 20 - Bomba de pistão de PVC funcionando.



Fonte: Acervo IABS

De modo específico a bomba instalada nas cisternas do projeto é conhecida pelo nome de Carcará II<sup>15</sup> (Veja Figura 21). Este nome lhe foi dado durante as primeiras etapas do Projeto de Cisternas Escolares, pois ocorreu em tais etapas a conclusão do design da sua tecnologia. Para este design a equipe do CONDRI teve o apoio do pessoal da equipe avaliadora do itdUPM.

Figura 21 - Design da bomba Carcará II.



Fonte: Autor José Antonio Mancebo

15 O Carcará é uma ave característica do Semiárido brasileiro.

O uso de bombas manuais, como a Carcará II, reduz o contato da água com cordas, baldes e outros elementos, e garante um nível baixo de contaminação no processo de extração da água armazenada nas cisternas. Desta forma, seu uso aliado ao cuidado e higienização da área de captação e dos tubos de distribuição, cumpre com as recomendações que a Organização Mundial da Saúde (OMS) determina para a redução dos riscos à saúde pelo consumo de água de chuva.

Como parte do processo de design junto à tecnologia da bomba Carcará II, é interessante mencionar que membros da equipe avaliadora, do IABS e do CONDRI, participaram na Primeira Jornada de Bombas Manuais e de Ariete, organizada na Escola de Engenharia e Desenho Industrial da UPM, em Madri. Este tipo de participação é basal para a troca de experiências objetivando facilitar a reflexão, a aprendizagem de lições e eventualmente, a melhoria da tecnologia.

No que concerne aos resultados obtidos a partir da avaliação realizada sobre as bombas manuais instaladas nas 19 escolas incluídas no estudo, prepondera o fato de que 42% estavam sem funcionamento (Veja Quadro 3).

**Quadro 3. Funcionamento das bombas instaladas.**

CISTERNAS	Nº	%
Bomba funcionando	9	47
Bomba sem funcionar	8	42
Bomba sem testar (*)	2	11
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100</b>

(\*) A bomba não pode ser testada por falta de água na cisterna

Este resultado a princípio negativo, colocou em destaque a necessidade de aprofundamento na capacitação oferecida aos pedreiros para o processo de



instalação das bombas. É necessário ressaltar que apenas peças de redução com válvulas de retenção são montadas na oficina. O resto da bomba é montado e instalado no local, pois a longitude dos tubos depende da posição dos orifícios executados na cobertura e no muro lateral. Assim a instalação definitiva é realizada na obra.

Demonstrou-se que a principal razão para o não funcionamento das bombas, é o fato dos pedreiros encarregados da sua instalação não terem fixado os tubos das mesmas (Veja Figura 22). Conforme o observado pela equipe avaliadora esta falha na construção se deve a dois motivos principais: i) a falta de cola no momento da instalação; ii) a ausência de capacitação dos pedreiros para a instalação da bomba. Além disso, no grupo focal os pedreiros não se sentiram responsáveis pelo funcionamento da bomba.

Figura 22 - Bomba manual na qual os tubos não foram fixados de modo adequado.



Fonte: Acervo IABS

Essa falta de definição de responsabilidades em relação às bombas instaladas nas cisternas não é o único problema do caso das Cisternas Escolares. Foi observado que também há mais bombas manuais sem funcionar em áreas atreladas às cisternas da primeira água, construídas para as famílias. A tecnologia da bomba é simples, no entanto, há partes móveis com movimento alternativo

no pistão e válvulas de retenção, além das peças passa-muro e da necessidade de braçadeira rígida, que complicam sua durabilidade. Tais resultados enfatizam a necessidade de capacitação de uma equipe técnica especializada neste tipo de bombas manuais, para atender a crescente demanda desta tecnologia em uma região onde o sistema de captação de águas de chuva está em ascensão, e igualmente há também a necessidade de desenvolver tecnologias sustentáveis para extração da água dos locais de armazenamento.

Outro resultado relevante do estudo em relação às bombas é que das 9 bombas em funcionamento, apenas 3 estavam em uso ainda que outras 3 não, pois a cisterna também permanecia sem uso. (Ver Quadro 4).

**Quadro 4 - Uso das bombas em funcionamento**

CISTERNAS	Nº	%
Bomba funcionando	9	47
Bomba sem funcionar	8	42
Bomba sem testar (*)	2	11
TOTAL	19	100

Há várias razões que podem explicar esta falta de uso. As entrevistas realizadas sugerem que pode ser devido à falta de hábito do uso de tais sistemas, e também à maior velocidade com que se extrai a água usando balde e corda. No entanto, todos os motivos possuem uma origem em comum, relativa às fragilidades quanto à capacitação oferecida aos beneficiários para o uso correto da cisterna. As capacitações oferecidas serão foco de análise detalhada no capítulo a respeito da avaliação das melhorias sobre as condições de vida dos beneficiários.



## Canalizações e suporte

As canalizações de coleta de água de chuva no telhado são de metal, de chapa dobrada. O resto das canalizações que transporta a água coletada até a cisterna é de PVC (ver Figura 23).

Figura 23 - Canalizações de coleta e transporte de água de chuva.



Fonte: Acervo IABS

Neste tipo de instalações nas quais a água é coletada no telhado, uma medida sanitária essencial é o desvio das primeiras águas de cada evento de chuva, pois elas “lavam o telhado” e podem transportar excrementos de aves, matéria orgânica e outros contaminadores desde a cobertura até as calhas. Deste modo, é imprescindível para garantir que as cisternas proporcionem água com qualidade, contar com um sistema adequado de desvio das primeiras águas.

O primeiro resultado relevante da análise realizada sobre as canalizações foi perceber que o projeto não observa um sistema de desvio das primeiras águas apropriado. Na sua ausência, os usuários da cisterna se limitam a desacoplar um dos tubos próximos à cobertura de captação, e retirar as primeiras águas (ver Figura 24). No entanto, este sistema apresenta limitações claras, como o fato de que as primeiras chuvas caem quando a escola se encontra fechada, e ninguém



realizará o procedimento de retirada da água, a qual irá cair diretamente na cisterna. Também não é garantido o uso desta água para outros fins, que não o de consumo humano.

Figura 24 - Retirada manual das primeiras águas.



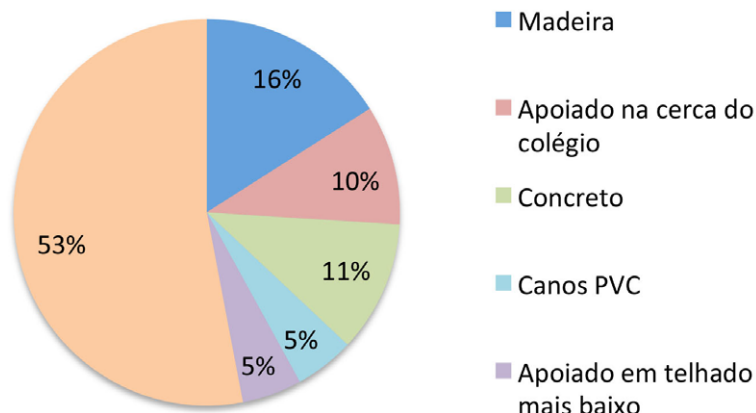
Fonte: Acervo IABS

Durante as visitas técnicas da equipe avaliadora diversas alternativas surgiram para garantir a retirada dessas primeiras águas, partindo da inserção de uma válvula com abertura manual para o desvio das primeiras águas, até um sistema de flutuação que recolhe a água da primeira chuva em um recipiente de 100 a 200 litros, para uso posterior na irrigação ou higienização de banheiros e vasos sanitários. No entanto, sua implementação não foi possível, pois não estavam inclusas no orçamento original. Assim como será mostrado em outras seções deste livro (em especial no que diz respeito à qualidade da água), incluir este tipo de sistemas em qualquer projeto futuro de cisternas por implementar é essencial para garantir o fornecimento de uma água com qualidade para os beneficiários.

Outro resultado relevante em especial da avaliação da obra civil e hidráulica é o relativo aos materiais dos suportes das canalizações que conduzem a água desde o telhado até a cisterna. Como mostra a Figura 25 esses materiais apresentam uma tipologia muito diversa.



Figura 25 - Tipologia do material de suporte da canalização horizontal.



Fonte: IABS

Tal diversidade se deve ao fato dos suportes não estarem contemplados no orçamento do Projeto. Deste modo, em função da infraestrutura ou dos recursos da escola, e do conhecimento dos pedreiros envolvidos é construído ou não o suporte que se considera mais adequado. Na Figura 26 se mostram diferentes tipos de suportes construídos nas escolas beneficiárias pelo projeto.

Figura 26. Tipologia dos suportes das canalizações da cisterna; (a)-sem suporte, (b)-com tubos PVC, (c)-apoiado no telhado, (d)-apoiado na cerca da escola, (e) com uma vara de madeira e (f)- com vigas de concreto armado (mesmo molde da cisterna).



(a)- 13/02/2014



(b)- 18/02/2014



(d)- 11/3/2014



(c)- 16/01/2014



(a)- 11/3/2014



(f)- 10/03/2014

Fonte: Acervo IABS

O acompanhamento da equipe avaliadora nas construções permitiu identificar que nem todos os suportes instalados conseguem cumprir sua missão. Por exemplo, na escola do Povoado Pedrão (localizada em Olho D'água das Flores), utilizou-se um suporte de madeira que após uma semana da sua instalação tombou, fazendo que também com ele caísse a tubulação (ver sequência de fotos da Figura 27).



Figura 27 - Sequência de fotos de um suporte de madeira no Povoado Pedrão (Olho D'água das Flores): (a)-o suporte deixa de apoiar devido ao assentamento da terra e (b)- o suporte cai e com ele a tubulação.



(a)- 20/01/2013



(b) -11/2/2014

Fonte: Acervo IABS

Durante todo o processo da avaliação, a equipe do itdUPM, insistiu na precariedade dos suportes, e sugeriu ao CONDRI diferentes alternativas de suporte, que proporcionariam maior estabilidade à obra civil e hidráulica do projeto. Entretanto, assim como ocorre com o sistema de retirada das primeiras águas, por não estarem inclusos os suportes no orçamento se torna difícil garantir sua inclusão de modo apropriado.

Por fim, em relação ao suporte das canalizações horizontais no telhado, foi possível constatar que as calhas se fixam normalmente com varas de madeira e arames entrelaçados à canalização (ver Figura 28). Ainda que não se haja detectado nenhuma incidência neste suporte, nem com o início das chuvas; recomendamos seu aprimoramento através da inserção de um suporte de aço.

Figura 28 - Suporte das canalizações horizontais no telhado.



Fonte: Acervo IABS

## Principais conclusões

As infraestruturas implementadas são tecnologias sociais, e observou-se que realmente servem para atender as necessidades de água que enfrentam as escolas rurais do Semiárido de Alagoas. Além disso, a avaliação mostrou que estas tecnologias são usadas para reforçar as capacidades construtivas a nível local, até mesmo gerando emprego local na construção de calhas e bombas manuais para todas as cisternas.

Este reforço de capacidades é o resultado da participação dos atores locais em todas as etapas do projeto, desde a preparação do terreno para a construção do vaso da cisterna, a fabricação e instalação de canalizações, até a construção e montagem da bomba.

As principais conclusões do estudo são listadas abaixo:

- O projeto em sua globalidade assume uma relevância notável, pois corresponde a uma melhoria necessária de acesso a um serviço essencial: qualidade da água através de captura e armazenamento de água de chuva.
- Além disso, essa relevância é reforçada pela validade limitada de outras alternativas, como as águas subterrâneas de alta salinidade e as profundidades consideráveis, ou a transferência a partir da bacia superior do rio São Francisco, ainda em estágios iniciais e com custos elevados.
- A isto se acrescenta que a tecnologia é de baixo custo, acessível por parte da população, que participa ativamente de todas as etapas do projeto, incluindo a manutenção das instalações.
- Por outro lado, a construção de infraestruturas requer uma adequada capacitação, que implica um reforço das capacidades nos diferentes atores envolvidos na execução do projeto (especialmente pedreiros e construtores de bombas manuais), que lhes permita trabalhar em outras iniciativas semelhantes.
- No entanto, o projeto e sua execução apresentam alguns aspectos negativos, geralmente de fácil solução:
  - Falta de um Projeto Técnico rigoroso que defina o projeto em todos os aspectos.
  - O projeto compreende apenas um tamanho de cisterna de 52 m<sup>3</sup>, sem considerar o número de alunos. É provável que um estudo



mais aprofundado estabeleça a recomendação de uma gradação entre os 16 m<sup>3</sup> das cisternas domésticas e os 52 m<sup>3</sup> das cisternas escolares com várias opções, dependendo das características de cada escola (por exemplo, seria interessante considerar a possibilidade de construção de cisternas com 32 m<sup>3</sup>, ou mais cisternas de 16 m<sup>3</sup>).

- Organização ineficiente ou insuficiente do plano de execução.

Carência de direção técnica externa ao construtor para controlar todas as fases do projeto.

- Algumas anomalias de caráter ordinário, embora importantes, na qualidade da construção: acabamento irregular das peças de concreto, baixa durabilidade da bomba e instabilidade do suporte das canalizações.

- Em geral, se percebe que há insuficiente monitoramento e verificação por parte do CONDRI sobre o trabalho realizado pelos pedreiros, resultando em cisternas inacabadas e / ou incidentes ou defeitos sem reparo, comprometendo a sustentabilidade do Projeto. Além disso, é importante ressaltar que uma vez que o CONDRI foi informado sobre os problemas nos sistemas, como resultado desta avaliação e não por causa da supervisão por parte de seus técnicos, percebeu-se uma predisposição positiva para o reparo das incidências e a melhoria dos sistemas.

### 3.3. Análise da qualidade da água

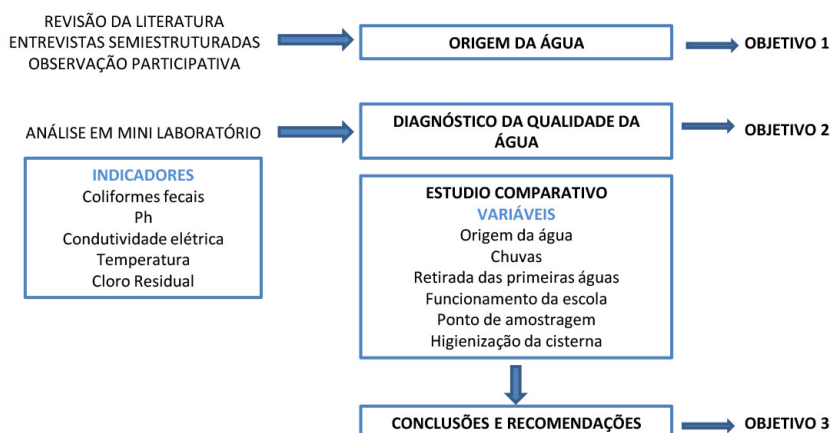
Para que a água de chuva possa ser consumida com segurança é necessária uma gestão higiênica do sistema de captação e manuseio de água de chuva como um todo (do momento no telhado passando pelas canalizações, ao uso da bomba manual para extração da água de modo higiênico) até seu consumo final, após a desinfecção nas escolas antes da sua ingestão.

Em vista de que existem diferentes estudos que questionam a qualidade da água de alguns sistemas de captação de águas de chuva no Semiárido brasileiro, que usam tecnologia correlata à aquela das Cisternas Escolares (exe. Brito e Porto, 2005; Alves, 2012; Freitas et al., 2012), a análise da qualidade da água no âmbito deste estudo realizou-se visando 3 objetivos independentes, ainda que estreitamente relacionados entre si:

- Objetivo 1: Estudar as possíveis origens de contaminação da água das cisternas escolares;
- Objetivo 2: realizar um diagnóstico sobre a qualidade da água considerando as diversas variáveis que podem incidir na mesma;
- Objetivo 3: desenvolver recomendações para melhorar a qualidade da água das cisternas escolares.

Na Figura 29 é possível apreciar as diferentes etapas e ferramentas utilizadas pela equipe de avaliação para atingir esses objetivos.

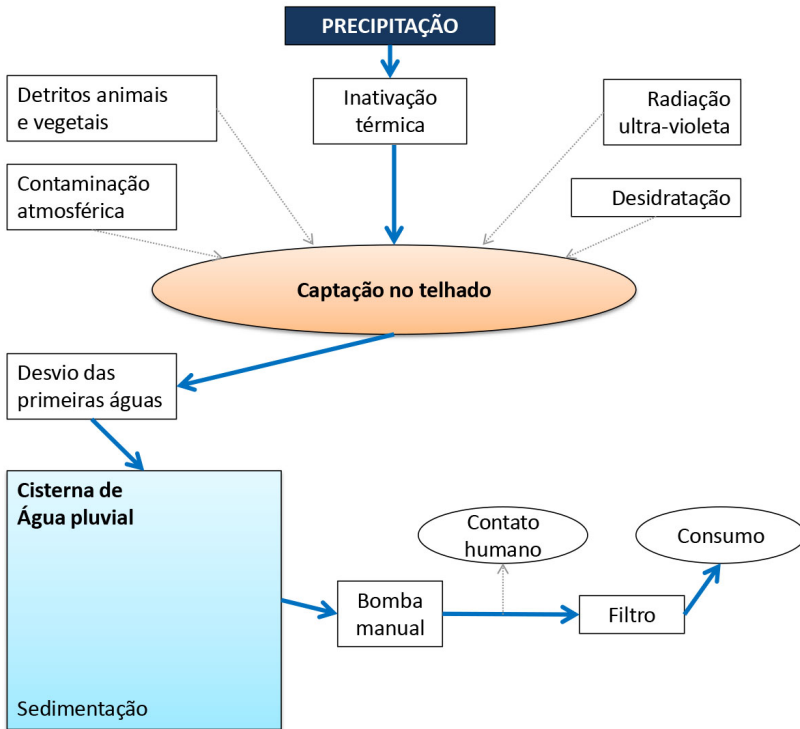
**Figura 29 - Esquema sequencial da metodologia de qualidade da água para a consecução dos objetivos propostos.**



Para analisar as causas e/ou vias potenciais de contaminação desde a chegada da água na cisterna até o consumo é muito apropriado usar o conceito de “caminho da água”, para entender o caminho da água desde a sua origem até o ponto direto de uso nas escolas. Ao longo desse caminho, é possível diferenciar a existência de vários pontos críticos da contaminação, como mostrado na Figura 30, onde é possível ver tanto as origens da contaminação, como alternativas de tratamento.



Figura 30 - Sequência da possível contaminação e tratamento em um sistema de coleta de água da chuva com cisterna



Fonte: (Gndlinger, 2007) a partir de (Spinks et al., 2003).

Em primeiro lugar, o risco de contaminação da água depende de sua origem. De um modo geral, em áreas rurais longe das áreas industriais e, portanto, sem nenhuma poluição da atmosfera, a água da chuva possui qualidade aceitável para consumo humano devido ao processo natural de destilação do ciclo hidrológico. Mesmo assim, a água de chuva é muito suscetível à contaminação na área de captação até a cisterna. Como resultado, eliminar as primeiras águas de cada chuva é fundamental para garantir a qualidade da água. De igual modo, a manutenção das calhas, tubulações e higienização do telhado anual, são fundamentais neste processo.

No caso das cisternas escolares analisadas, é importante lembrar que parte da água armazenada é fornecida por caminhões-pipa enviados pelos municípios. A qualidade da água transportada nos caminhões depende tanto da origem da mesma, como do tratamento ao qual foi submetida.



Por outro lado, o risco da contaminação na própria cisterna pode reduzir-se tomando medidas preventivas adequadas. Assim, a cisterna não deve estar localizada em locais próximos as aves domésticas, fossas sépticas, etc. Além disso, o transbordamento da cisterna e outras entradas no mesmo devem estar protegidas contra a entrada de animais. Igualmente, a entrada de águas de chuva deve ser projetada de modo a que nenhuma turbulência ocorra, para que não haja movimentação do lodo depositado no fundo. Da mesma forma, o excesso de material, ou a ausência da higienização podem causar descolamento do cimento na água da cisterna. Por último, a bomba desempenha um papel essencial para a prevenção da contaminação na extração da água das cisternas.

Finalmente, o caminho da água alcança o último ponto a partir da remoção da água até à sua utilização. Para garantir uma qualidade adequada nesta etapa devem ser utilizados recipientes lavados de modo adequado e classificados para uso, também deve ocorrer a filtração e a cloração da água.

Todos esses fatores que podem influenciar, determinar, ou alterar a qualidade da água nas cisternas de captação de águas pluviais, são considerados na concepção do estágio de coleta de informações em campo. Assim, as diferentes atividades realizadas são listadas abaixo:

- Observação participante em 19 escolas através de visitas regulares, para identificar a origem da água das cisternas e o tratamento empregado antes do seu consumo.
- Coleta periódica de amostras de água e medição dos parâmetros básicos de qualidade da água em 19 escolas, considerando os diferentes fatores.
- Entrevistas semiestruturadas com o gerente da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) em Santana de Ipanema, com funcionários das Secretarias de Educação (Canapí, Carneiros e Major Isidoro) e com a Secretaria de Saúde em Major Isidoro.

Para cada cisterna em que a água foi analisada a coleta de amostras realizou-se a cada 2 semanas durante 5 meses (de meados de outubro de 2013 a meados de março de 2014). No total coletaram-se 206 amostras de água. No entanto, como mostrado no Quadro 5, apenas consideraram-se para o estudo 135 amostras de 8 escolas, escolas estas que permitiram coletar um número de amostras que garantiam os critérios mínimos para assegurar a representatividade dos resultados.



Quadro 5 - Resumo do número de amostras analisadas de água.

LOCALIZAÇÃO DAS ESCOLAS ESTUDADAS	AMOSTRAS DE ÁGUA COLETADAS		
	TOTAL(*)	PONTO DE COLETA DE AMOSTRA (**)	
		CISTERNA	VASO
Sítio Cajarama	27	15	12
Sítio Riachão	25	15	7
Lagoa dos Cágados	19	12	7
Sítio Bezerra	16	11	5
Povoado Pedrão	11	7	4
Sítio Gato	12	6	6
Sítio Poços	12	10	2
Cova do Casado	13	7	6
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>83</b>	<b>49</b>

(\*) O número de amostras analisadas difere entre as escolas porque em diversas visitas não foi possível coletar amostras, por estar a cisterna inoperante (devido a vazamentos, ou porque no momento era executada sua higienização).

(\*\*) A coleta de amostra foi realizada em dois pontos, na cisterna e depois que a água foi transferida para as escolas, e servida no copo no momento exato antes do seu consumo. Assim, as amostras do copo coletaram-se apenas quando as escolas estavam abertas, de modo que o número das amostras é inferior no copo que na cisterna, onde também foi possível coletar a água com a escola fechada.

Quanto à representatividade das amostras coletadas (e, portanto, dos resultados obtidos) é importante considerar que em geral os critérios usados para realizar este tipo de amostragem se baseiam na normativa do país. No entanto, e apesar de que no Brasil os reservatórios de armazenamento de água de chuva

proliferam nos últimos anos, não existe uma legislação específica no país quanto à qualidade da água que eles contêm o que impede que alguns parâmetros nacionais sejam correspondidos, para definir o protocolo de coleta de amostras.

Perante a ausência destes parâmetros nacionais, optou-se por seguir as recomendações do Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária e Ciências Ambientais (CEPIS, 1996), comumente utilizados na América Latina em situações de ausência de legislação nacional. Conforme estas recomendações, na análise de qualidade da água considera-se que uma amostra é representativa, na medida em que as suas características correspondem às de uma grande massa total. Desta forma... consideram-se vários fatores entre os quais: o tamanho das amostras individuais, a frequência da amostragem, o número de locais analisados e as técnicas de captação.

A seguir, é detalhada a forma em que consideraram-se os fatores propostos pelo Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária e Ciências Ambientais ao longo da etapa de coleta de amostras, para garantir a representatividade dos resultados:

- Tamanho de amostra individual. Para este fator existe uma recomendação da OMS que corresponde a uma definida pela legislação brasileira (PORTARIA Nº2914/2011), em que o tamanho da amostra deve ser de pelo menos 100 ml. Este tamanho é respeitado em cada uma das amostras individuais coletadas.

- Frequência de amostragem. De acordo com a OMS, (WHO, 2011) este é o fator mais importante no que diz respeito à representatividade de uma análise, ao trabalhar com sistemas de captação de água de chuva para consumo humano. De fato, em suas recomendações afirmam que exames frequentes com uso de método simples são mais valiosos, do que testes complexos realizados com menor frequência. No entanto, não existe nenhuma legislação ou recomendações específicas sobre o que é considerado “frequentemente”. Por isso, para definir a frequência de amostragem a equipe avaliadora decidiu considerar como referência aquelas utilizadas por outros estudos similares (Amorim e Porto, 2001; Brito e Proto, 2005; Ventura de Silva, 2006; Tavares, 2009; Alves, 2012), que abarcam entre duas semanas a um mês. Com estas referências decidiu-se coletar as amostras a cada duas semanas para obter uma maior frequência, e assim uma melhor representatividade.



- Número de locais amostrados. O número de locais amostrados foi limitado pelo número de escolas que possuíam cisterna. E, entre as 19 escolas disponíveis selecionaram-se 8 (ver Quadro 5), uma vez que foram as únicas que poderiam manter uma frequência de amostragem adequada.

- Técnicas de coleta de amostras. A técnica de captação da amostra selecionou-se para que representasse o modo pelo qual os usuários extraem a água. Assim, naquelas escolas aonde era utilizada a bomba também realizou-se a coleta, enquanto que nas que usavam o balde, a amostra se tomou através de um copo de amostragem, introduzido aproximadamente a 5 cm da superfície.

Além disso, há dois outros fatores importantes a considerar em relação à coleta de amostras:

- Tempo de amostragem. O tempo de amostragem foi de 5 meses. Este tempo foi limitado pelos atrasos na construção das cisternas, assim embora inicialmente procurou-se coletar amostras da estação chuvosa e da estação seca, finalmente não foi possível obter dados referentes à estação chuvosa (ainda que existam amostras coletadas no período denominado de trovoadas<sup>16</sup>).

- Ponto de coleta da amostra. Como mostrado na quadro 5, as amostras coletaram-se em dois pontos diferentes para cada cisterna estudada: i) na cisterna, e ii) no copo antes da água ser consumida.

Com as amostras de água coletadas, procedeu-se em primeiro lugar a medir os denominados parâmetros básicos de qualidade da água<sup>17</sup>: coliformes termotolerantes, cloro residual, pH e turvação. Além disso, para completar a análise, a equipe de avaliação decidiu também medir a condutividade elétrica, e a temperatura entre os parâmetros a serem analisados.

No Quadro 6, apresentam-se os valores aceitos para cada um destes parâmetros pela OMS e pela legislação brasileira.

---

16 As trovoadas são fortes chuvas, porém isoladas, que ocorrem de forma periódica no Semiárido brasileiro.

17 Em contextos de desenvolvimento como onde se realiza esta avaliação, onde não há laboratórios, ou estão em locais distantes, ou são inacessíveis, a OMS recomenda que se meçam os denominados parâmetros básicos de qualidade da água para os quais são necessários menos recursos e instalações, que aqueles disponíveis em laboratórios convencionais.

Quadro 6 - Valores aceitos pela legislação brasileira e pela OMS.

PARÂMETRO	PORTARIA Nº2914/2011	OMS (WHO 2011)
Coliformes fecais (colônias /100 ml)	0	0
Turbidez (NTU)	<5	<5
PH	6,5-9,5	6,5-8,5
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Não mencionado	<1400
Cloro residual (mg/L)	>0,2	> 0,2

Fonte: IABS

Algumas dessas propriedades devem ser medidas em campo, in situ, para evitar alterações da amostra. Isto é válido para o pH, para a temperatura, para a condutividade elétrica, para a turbidez e para o cloro residual. Deste modo, a equipe de avaliação mediu esses parâmetros diretamente nas escolas (e.g. Figura 31).

Figura 31 - Medição de parâmetros físicos e químicos in-situ.



Fonte: Acervo IABS



Para a medição de coliformes fecais é preciso maior tempo e uso de energia elétrica, motivo pelo qual foi instalado um mini laboratório em Santana de Ipanema, como pode ser visto na Figura 32.

Figura 32 - Medição de coliformes fecais em mini laboratório.



Fonte: Acervo IABS

Em seguida, a descrição breve dos parâmetros analisados, das técnicas usadas para sua análise, e dos valores de aceitabilidade adotada (em função dos valores da OMS, e da legislação apresentados na Quadro 6).

- pH: mede a intensidade da acidez e da alcalinidade da água. De modo direto a acidez habitual da água não causa efeitos adversos para a saúde,

motivo pelo qual a OMS não propôs um padrão específico para seus valores de aceitabilidade. No entanto, o pH é um dos parâmetros mais importantes para a qualidade da água, devido a sua grande influência sobre outros indicadores (por exemplo, possui importância crucial no tratamentos com cloro). A equipe avaliadora decidiu empregar o intervalo entre 6 e 9,5, e um máximo de 8 quando se realize a cloração, em congruência com a legislação brasileira. Para medir o pH nas amostras coletadas, usou-se a técnica eletrométrica, que consiste na determinação da atividade dos íons de hidrogênio por meio de um potenciômetro, o qual possui um eletrodo de vidro seletivo de íon de hidrogênio, cuja voltagem flutua com o pH da água, e um eletrodo referencial de calomen, que proporciona uma voltagem estável e constante. Este eletrodo se compara com a voltagem de vidro seletivo.

- Condutividade elétrica (CE): É a medida da capacidade da água para a condução da corrente elétrica através dela, e é afetada pela presença de sólidos dissolvidos na solução iônica. É um parâmetro importante, pois alterações de condutividade podem indicar a presença de contaminação. A condutividade superficial da água é normalmente inferior a 1.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Na prática, existem problemas de aceitação pelo consumidor acima 1.400  $\text{mS}/\text{cm}$ , mas este fator depende muito dos hábitos da população. Para medir a CE em amostras coletadas utilizou-se um medidor multiparamétrico HI 98129 da marca Hanna.

- Cloro residual livre (CR): indica se a água foi tratada adequadamente por cloração. Em Alagoas sua medição é relevante porque é o único tratamento que se aplica à água. Para uma desinfecção adequada deve eliminar-se a matéria orgânica presente na água acima do ponto crítico. Portanto, a concentração ideal de cloro adicionado à água para tentar obter um CR satisfatório irá depender do teor de matéria orgânica detectada na origem da água. A eficácia do cloro também é afetada pelo pH da água. A cloração não é eficaz se o pH é maior do que 7,2 ou menor do que 6,8 (OPS e OMS, 2009). Para verificar que a desinfecção é suficiente quando a água é tratada com cloro, ou derivados se deve constatar que há pelo menos 0,2  $\text{mg}/\text{l}$  de CR (a um pH abaixo de 8), uma vez realizada a cloração. A medição do CR realizou-se mediante o comparador visual de Wagatech WAG-WE10195.



- Turbidez: mede as partículas em suspensão ou matéria coloidal que obstruem a passagem da luz através da água. A água com alta turbidez faz com que micro-organismos sejam absorvidos por partículas em suspensão, aumentando a resistência dos mesmos aos processos de desinfecção. Valores elevados de turbidez, ou seja, maiores que 5 NTU (unidades nefelométricas de turbidez), indicam uma água com maiores necessidades de cloração, pois os patógenos apresentam maior proteção à oxidação. A turbidez mediu-se com um tubo chamado turbidímetro.

- Temperatura: no possui um intervalo de aceitabilidade fixo e definido. No entanto, a água fria é mais bem aceita pelos consumidores. Além disso, as altas temperaturas da água estimulam o crescimento de micro-organismos, e podem acrescer os problemas relacionados com o sabor, o odor, a cor e a corrosão.

- Coliformes termotolerantes: mede o subgrupo de coliformes fecais, que são termotolerantes por resistir a temperaturas termófilas (44,5 °C). Nele, está incluída a *Escherichia coli* (E-coli), considerada como um indicador de contaminação fecal. Demonstrou-se que esta bactéria está presente em um grande número de fezes humanas e de animais de sangue quente, e abarca quase 95% dos coliformes nas fezes. Como pode apreciar-se no Quadro 6, seja conforme a legislação brasileira, assim como de acordo à OMS, devem ser atendidas as exigências quanto à ausência de coliformes fecais. Sua medição realizou-se mediante o método de filtração de membrana e desenvolvimento de colônias de bactérias em agar lauril sulfato de sódio, um meio favorável, aceito e homologado dentro dos *Standars Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American Water Works Association, 2000).

Assim como foi demonstrado no início desta seção (ver Figura 32), há diferentes origens potenciais de contaminação da água nas cisternas escolares. Para considerar a relevância de cada uma destas variáveis nos resultados obtidos das análises das amostras, realizou-se uma série de análises comparativas, com a seguir se apresenta no Quadro 7.



Quadro 7 - Variáveis analisadas no estudo da qualidade da água.

Variável	Análises realizadas
Origem	- Comparar os resultados da análise da qualidade da água, com base na origem da água das 8 cisternas analisadas (apenas águas de chuva; apenas caminhão-pipa; Chuva + caminhão-pipa).
Presença de chuvas	- Comparar os resultados da amostragem com as chuvas deste período. - Comparar os resultados com o tempo decorrido desde cada chuva até a realização da análise (para poder estudar a influência direta das chuvas, pois não choveu em todas as escolas ao mesmo tempo).
Remoção das primeiras águas	- Comparar os resultados dependendo da frequência da remoção das primeiras águas (utilizando os valores sempre, às vezes e nunca).
Funcionamento da escola	- Comparar a qualidade microbiológica da água em períodos de funcionamento normal e em período de férias, quando a escola permanecia aberta ou fechada, porém sem aulas (deste modo pretende-se comprovar se há melhora na qualidade da água quando há funcionários trabalhando na escola, no que diz respeito à recepção do caminhão-pipa, à remoção das primeiras águas ou a outros cuidados efetuados).
Ponto de amostragem	- Comparar os resultados entre o local de armazenamento (cisterna) e o ponto de consumo (o copo) dentro da mesma escola.
Higienização das cisternas	- Comparar o pH das amostras provenientes das cisternas higienizadas, com aquelas amostras pertencentes a cisternas que em determinados momentos não foram devidamente higienizadas (devido ao impacto do pH sobre a cloragem).



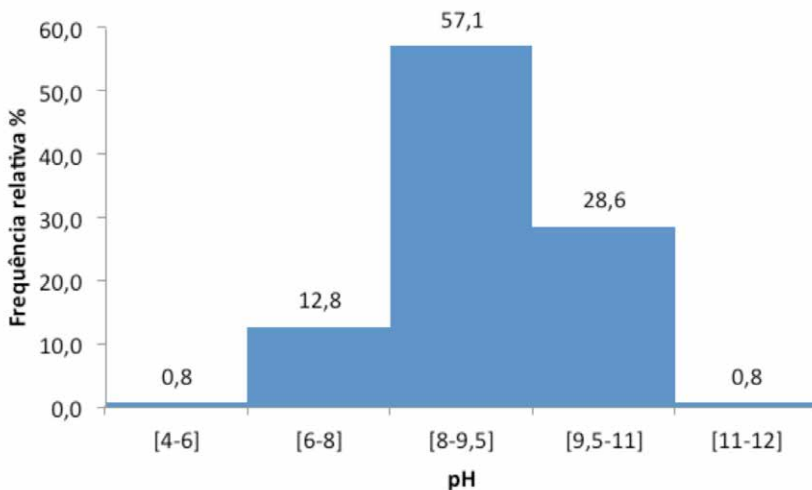
Nas próximas seções deste capítulo serão apresentados os resultados dos parâmetros básicos de qualidade da água analisados, da análise da incidência de diferentes variáveis, e as principais conclusões do estudo.

## pH

O pH das cisternas analisadas é em termos gerais básico. Em geral é comum encontrar altos valores de pH em cisternas de cimento, devido à dissolução de alguns dos seus compostos – carbonatos ou alumínio – na água das cisternas. Além do que, por apresentar a água de chuva um pH ligeiramente ácido e por entrar em contato com a cisterna, dissolve com maior facilidade tais compostos, alcalinizando a água.

Como é possível ver no Figura 6, 70% das amostras exibiu valores entre as margens recomendáveis (6 e 9,5). No entanto, acima de 85% das amostras apresenta um pH maior que 8, dificultando o tratamento posterior mediante cloração (de acordo com a PORTARIA Nº2.914/2011).

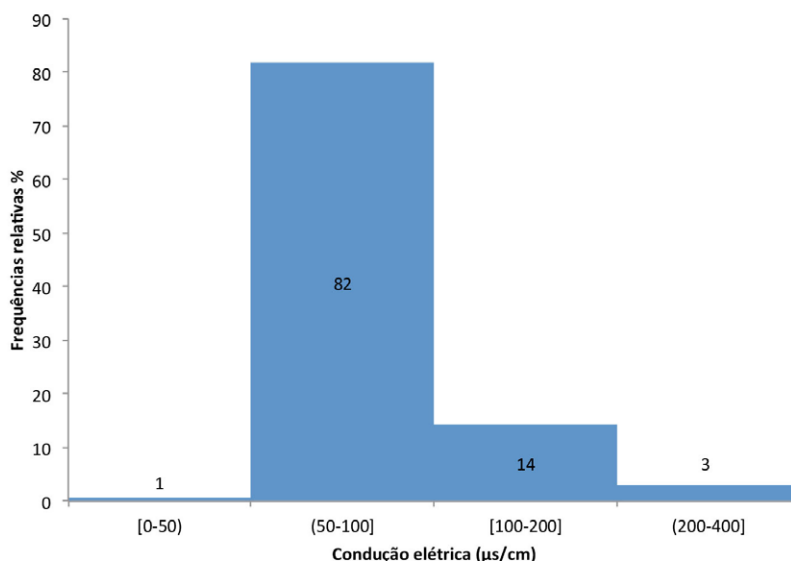
Figura 33 - Frequências relativas dos valores de PH nas cisternas.



## Condutividade elétrica

A CE das amostras analisadas está em todos os casos entre os valores aceitos (Figura 34).

Figura 34 - Frequências relativas de CE das cisternas escolares.



Pode-se dizer que as águas de chuva das cisternas são águas pouco mineralizadas, principalmente com valores inferiores a 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , característica inerente à águas de chuva.

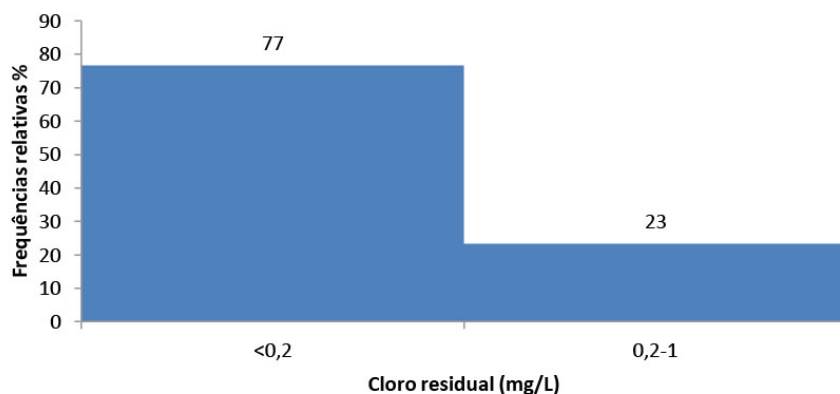
## Cloro residual

Para realizar uma desinfecção adequada deve-se eliminar a matéria orgânica presente na água excedendo o ponto crítico (que a torna não potável). Portanto, a concentração ideal de cloro adicionado à água para tentar obter um CR satisfatório dependerá do teor da matéria orgânica presente na água da origem. Como já vimos acima, para garantir que a desinfecção é suficiente quando a água é tratada com cloro ou derivados, deve verificar-se que há pelo menos 0,2 mg/l de CR (pH menor que 8 porque, caso contrário deixa de ser eficaz a cloragem).



No entanto, como apresentado na Figura 35, 77% das amostras de água analisadas não contém cloro suficiente recomendado tanto pela OMS, assim como pela legislação brasileira para garantir a qualidade da água (0,2 mg/L).

Figura 35 - Frequências relativas dos valores de CR nas cisternas escolares.



Tais resultados são negativos devido a várias razões, que por sua vez se relacionam umas com as outras. Em primeiro lugar há escolas em que nenhum tratamento foi feito por meio da cloração (ou porque não possuíam cloro, ou porque decidem não clorar, ainda que haja cloro ao seu dispor). Por outro lado, quando o abastecimento não procede da chuva, mas sim de caminhões-pipa, às vezes acontece que o cloro da água pode ter evaporado ou consumido. Por fim, o pH em algumas cisternas é tão alto (como se apresenta na seção sobre pH), que torna a cloração menos eficaz.

### Turbidez

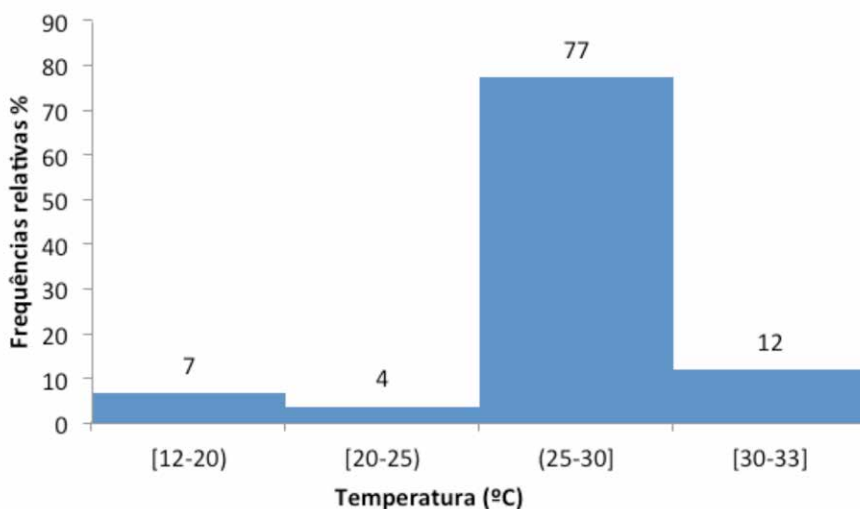
A turbidez encontrada em todas as amostras foi inferior a 5 NTU, e por tanto, dentro dos parâmetros estipulados pela OMS, assim como pela legislação brasileira.

Era de se esperar, pois tanto a água de chuva como a água do Rio São Francisco, (local onde se abastece a maioria dos caminhões-pipa) são águas pouco turvas.

## Temperatura

A temperatura da água nas amostras analisadas é bastante alta (superando quase sempre os 25°C), devido principalmente às temperaturas da área muito altas por natureza e mais ainda nos meses de verão, meses nos quais se realizou a amostragem (Figura 36). As temperaturas mais baixas correspondem a medições no ponto de consumo, onde às vezes se encontrou água nas geladeiras.

Figura 36 - Frequências relativas dos valores de temperatura das cisternas escolares.



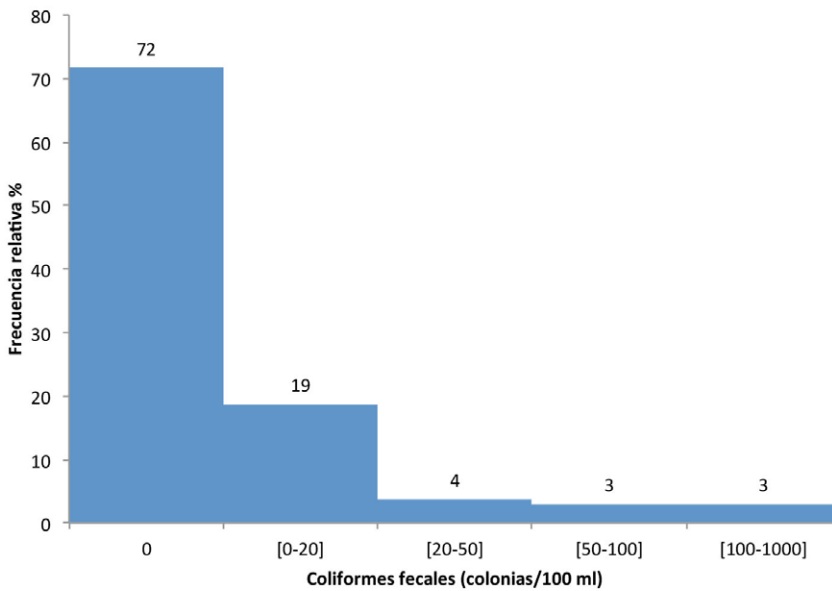
Em todo o caso, como explicado anteriormente, a temperatura é um parâmetro que não significa por si um fator contaminante, embora as temperaturas mais altas produzam maior rejeição por parte da população consumidora de água, diminuem a aceitabilidade de outras substâncias inorgânicas e aumentam o crescimento de bactérias.

## Coliformes fecais

Como é mostrado no Figura 37, a contaminação fecal foi detectada em 27% das amostras analisadas, embora com diferentes concentrações.



Figura 37 - Frequências relativas de coliformes fecais nas cisternas de escola.



Embora tais resultados sejam negativos, pois a presença de coliformes está intimamente relacionada ao surgimento de doenças, a contaminação fecal medida é muito menor que a encontrada em estudos realizados em outras cisternas do Semiárido brasileiro (e.g. Amorim e Porto, 2001; Alves, 2012). Além do que, como mostrado na seção a seguir, há uma redução de contaminação biológica no ponto de consumo com respeito ao do armazenamento de água.

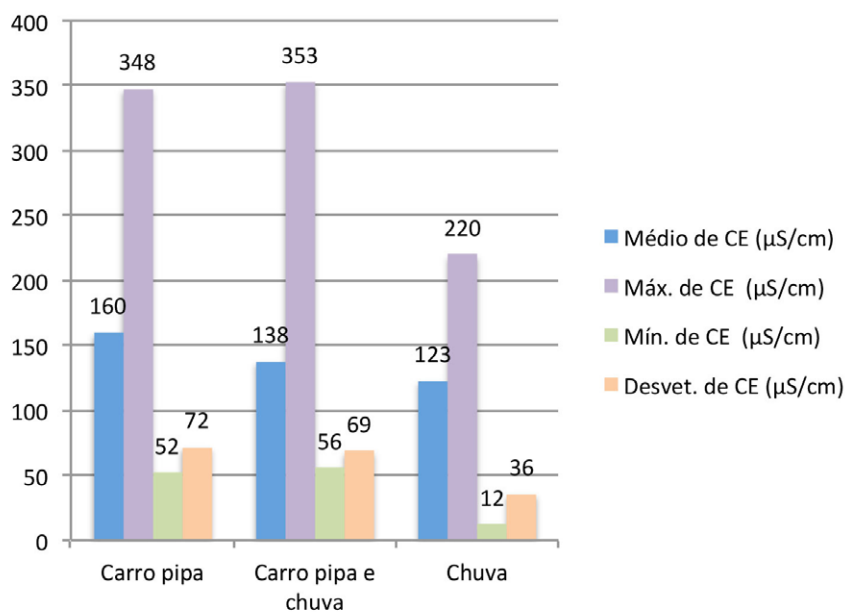
### **Análise do impacto de diferentes fatores na qualidade da água fornecida por cisternas**

Esta seção apresenta uma análise das incidências que diferentes variáveis exercem em relação à qualidade da água encontrada com base em seus parâmetros básicos.

#### **Origem da água fornecida**

Quanto a origem da água fornecida é possível apreciar diferenças de menos de 40  $\mu$  s / cm na CE das amostras analisadas (Figura 38).

Figura 38 - Condutividade elétrica de acordo com a origem da água em 8 cisternas escolares.

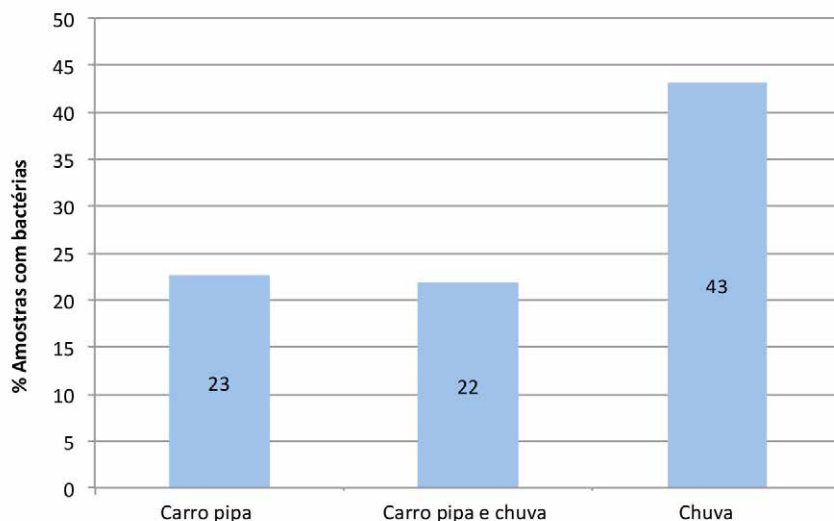


O valor médio mais baixo encontrado corresponde à água de chuva - sempre menos mineralizada, devido ao processo de destilação natural - e o valor médio mais elevado provém dos caminhões-pipa abastecidos no Rio São Francisco.

Por outro lado, o Figura 39 mostra a influência da origem da água na porcentagem de amostras com coliformes fecais. 43% das amostras de água de chuva (37 no total) possui bactérias. Enquanto que as águas procedentes do caminhão-pipa (31 amostras) e suas misturas (55) apresentam bactérias com menor frequência (23 e 22%, respectivamente). Como será analisado detalhadamente mais adiante, isto se deve à não observação dos cuidados adequados para garantir a qualidade potável de água de chuva (como por exemplo, garantir a retirada das primeiras águas de cada chuva).



Figura 39 - Percentual de amostras com coliformes fecais, em função da origem da água em 8 cisternas escolares.



Os resultados com maior concentração de coliformes nas águas procedentes da chuva, em relação às oriundas do caminhão-pipa são especialmente surpreendentes, pois na maioria dos estudos realizados nas cisternas do Semiárido brasileiro a relação encontrada foi inversa: maior quantidade de bactérias nas águas abastecidas pelo caminhão-pipa, do que nas águas de chuva.

As causas desta situação se devem ao fato de que nas escolas não se tomam as medidas necessárias para garantir a qualidade da água de chuva, e também a que recentemente aumentaram as inspeções aos caminhões-pipa<sup>18</sup>, o que contribuiu para melhorar a qualidade da água transportada por estes.

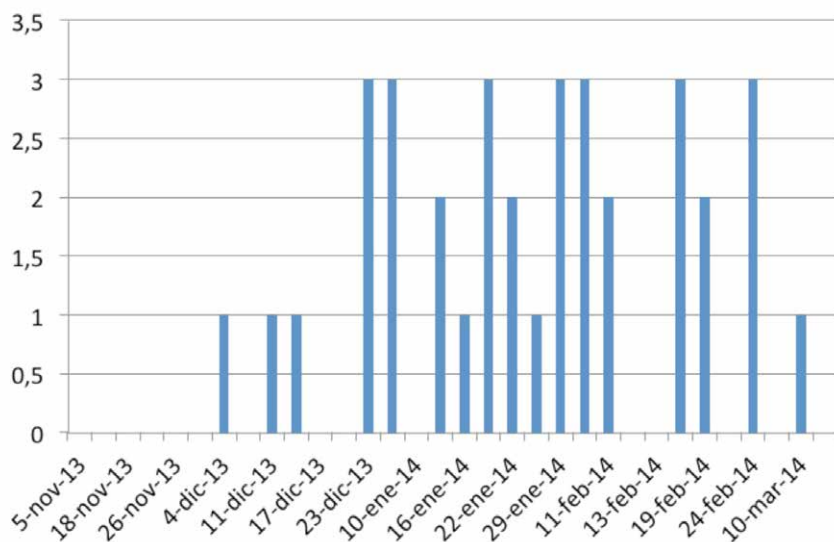
## Chuvas

Na Figura 13, se exhibe a sequência do número de bactérias encontradas nas análises em função do tempo de monitoramento. Se relacionamos isto com as chuvas do intervalo ocorridas nos dias 17 de dezembro de 2013, 29 de janeiro, 6 de fevereiro, e 17 de fevereiro de 2014, é possível observar uma certa relação causa-efeito entre as chuvas e o surgimento das bactérias, pois os picos mais elevados incidem imediatamente após os dias de chuva.

18 Devido a um surto de diarreia que atingiu mais de 52 municípios do Estado, entre os meses de junho e agosto de 2013, deixando 52 mortos.



Figura 40 - Número de amostras com bactérias durante o período de amostragem (5 de Novembro a 13 de Março).

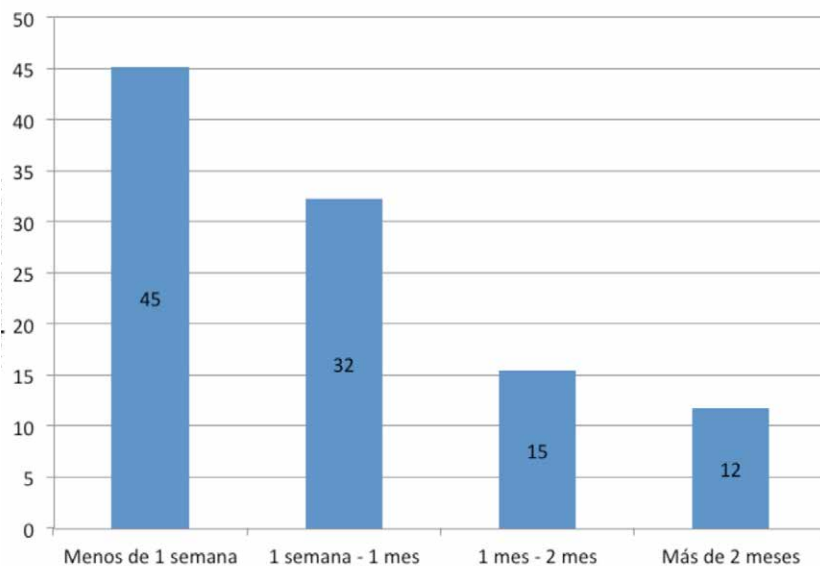


No entanto, esta conclusão deve ser tomada com cautela, pois as chuvas nas comunidades do projeto possuem uma alta variabilidade espacial, afetando de fato apenas algumas comunidades. Na verdade, nunca choveu simultaneamente em todas as cisternas monitoradas.

Por conseguinte, é mais apropriado estudar esta relação com as chuvas agrupadas por intervalos temporais, a partir da última chuva no momento da medição (Figura 41). Assim, percebe-se claramente uma diminuição da percentagem de amostras com bactérias à medida que aumenta o tempo decorrido desde as últimas chuvas. Esta diminuição da população bacteriana é provavelmente causada por morte bacteriana, devido à diminuição de nutrientes e à sedimentação de bactérias no fundo.



Figura 41 - Porcentagem do número de amostras com coliformes fecais em função ao tempo decorrido após as chuvas.

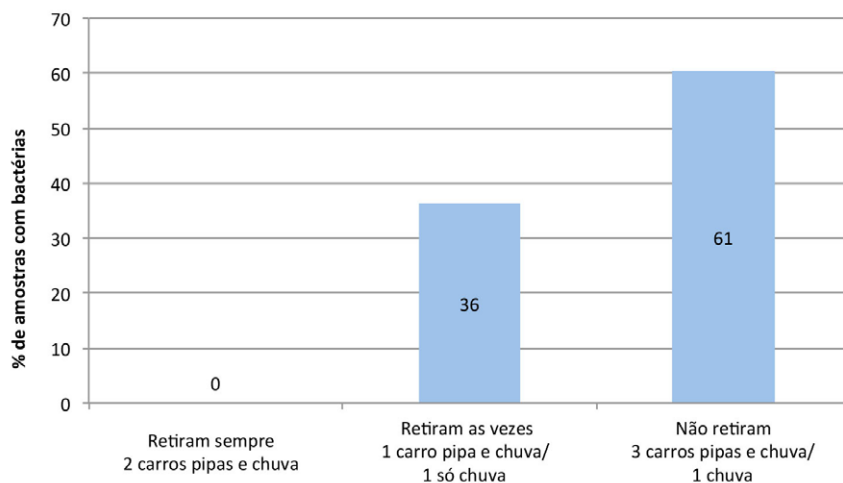


### Retirada das primeiras águas

Para analisar a eficácia da retirada das primeiras águas de cada chuva, classificaram-se escolas que possuíam água de chuva (ainda que fosse misturada ou não com água proveniente de caminhão-pipa), conforme se realizava ou não a retirada das primeiras águas (em base à escala de frequências: sempre, às vezes, nunca). Além disso consideraram-se apenas amostras coletadas no local de armazenamento (ou seja, na cisterna).

Como é mostrado no Figura 42, 100% das escolas que sempre retiravam a tubulação para que não houvesse contato com a água contaminada do telhado (2 das 8 escolas) não apresenta coliformes fecais em nenhuma das 23 amostras analisadas, enquanto que nas escolas onde não se realizou tal procedimento (4 das 8 cisternas), o percentual acusou 61% de coliformes em 38 análises realizadas. Enquanto isso, as duas escolas que realizaram “às vezes” o processo de retirada apresentaram bactérias em 36% das amostras analisadas.

Figura 42 - Percentagem do número de amostras com coliformes fecais em função da retirada das primeiras chuvas, e especificação sobre a origem da água das escolas.

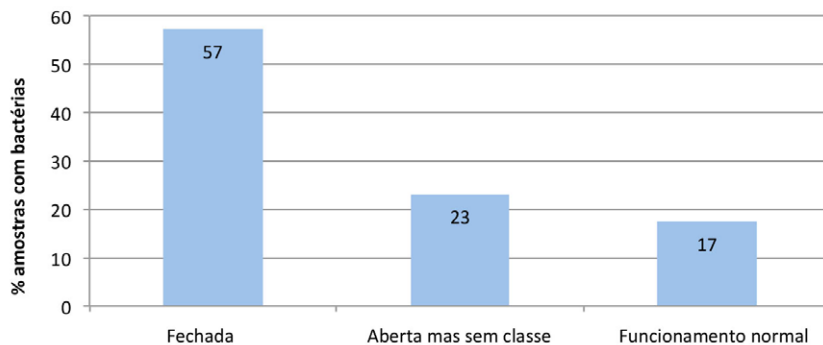


Tais resultados corroboram os relatórios consultados durante a avaliação do estado da arte (e.g. Souza et al., 2011), indicando que a retirada da primeira água é uma medida fundamental para garantir a qualidade nos sistemas de coleta de águas de chuva.

### Funcionamento da escola

A análise dos coliformes fecais em função ao funcionamento da escola revela que na maioria das vezes em que uma amostra da escola acusou contaminação, a mesma estava fechada por causa do período de férias. (57%, Figura 43).

Figura 43 - Percentual de coliformes fecais em função do funcionamento da escola.



Tais resultados eram esperados, pois como identificado nas entrevistas realizadas junto aos beneficiários, ao estar a escola fechada geralmente não há a retirada das primeiras águas, uma vez que não é costume que alguém encarregado dessa operação permaneça na escola (como foi explicado antes, a retirada das primeiras águas no projeto deve realizar-se manualmente).

### Ponto de amostragem

Os resultados extraídos ao analisar a contaminação das amostras por coliformes nos diferentes pontos de amostragem, mostram que existe uma redução de contaminação biológica no ponto de consumo em comparação ao de armazenagem (Figura 44)

Esta redução em primeiro lugar é favorecida pelo fato de que, como foi sublinhado ao longo das visitas e entrevistas, o pessoal das escolas é muito cuidadoso no que diz respeito às medidas higiênicas relativas à água (e.g. Figura 43 (d)). Além do que, o uso de filtros (utilizados em 68% das escolas) e o uso de cloro (em 47% das escolas), também beneficia esta redução (e.g. Figuras 45(a), (b) e (c)).

Figura 44 - Percentual de amostras com coliformes fecais de acordo com o ponto de coleta de análise.

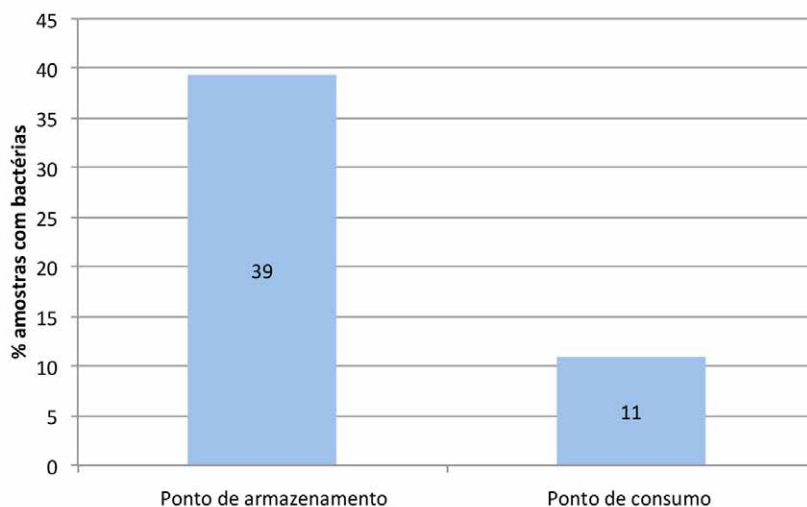


Figura 45 - Tratamento da água e cuidados higiênicos nas escolas.



(a)



(b)



(c)



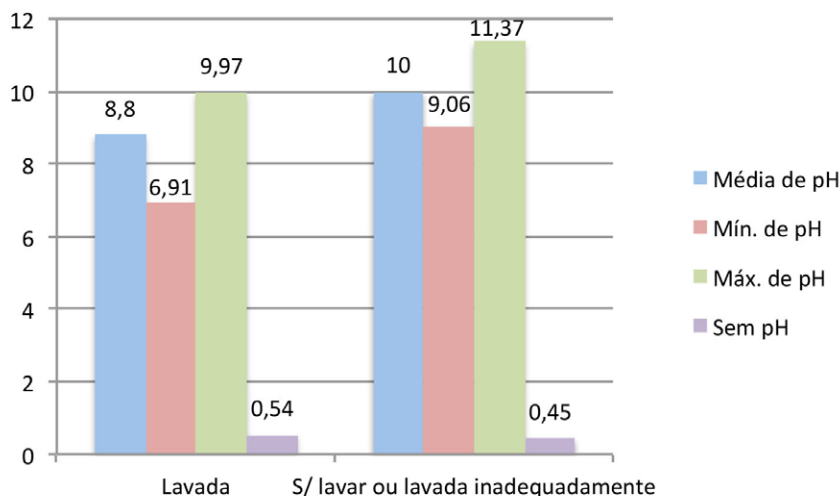
(d)

### Higienização da cisterna

Os resultados mostram que o pH das cisternas não higienizadas é maior do que o das cisternas higienizadas adequadamente. Deste modo, o valor médio do pH nas 58 análises das cisternas higienizadas é de 8,8, enquanto que nas cisternas sem higienização correta, a média nas 25 análises realizadas é de 10 (14% mais alto, Figura 46).



Figura 46 - pH das cisternas em função da higienização.



Uma das causas da higienização inadequada é a grande dificuldade que há na sua execução. Em particular, como foi mostrado na avaliação técnica das obras civis e hidráulicas, a boca-de-lobo(ou escotilha) das cisternas é muito pequeno para facilitar a lavagem.

Na Figura 47(a) é mostrada uma fotografia do cimento flutuando em uma cisterna higienizada de modo inadequado. Enquanto isso, na Figura 45 (b) é possível ver como se esvazia a cisterna com o uso de mangueiras sifonadas, de modo a poder lavá-la.

Figura 47 - Fotos das cisternas CONDRI: (a)- água com cimento e (b)- esvaziamento da água da cisterna.



## Outros aspectos relevantes avaliados para a qualidade da água

A seguir, são apresentados outros achados relevantes como parte do componente da qualidade da água desta avaliação.

### Barreiras físicas para proteção sanitária

Barreiras de prevenção sanitária são elementos muito importantes em sistemas de captação de água de chuva, pois costumam ser eficazes e de baixo custo, motivo pelo qual seu uso é especialmente pertinente em contextos como o do Semiárido brasileiro.

Além do dispositivo de retirada de primeiras águas (tema já abordado com detalhes anteriormente), há os seguintes exemplos de barreiras físicas de proteção sanitária: cobrir a cisterna impedindo a entrada abundante de luz e insetos; construir um escoadouro e ventilação – para propiciar a reoxigenação da água e colocar telas ou malhas plásticas de náilon ou metal em todas as saídas, de modo a evitar a entrada de pequenos animais.

Não obstante, nas 19 cisternas visitadas nenhuma malha no escoadouro foi detectada, nem em nenhum outro orifício de saída da cisterna para evitar a entrada de pequenos insetos, entre os quais, os vetores da dengue.

Por outro lado, observou-se a presença de redes dispostas na linha de fluxo em duas cisternas, que com a chegada das chuvas cumpriram a função de impedir a entrada de restos orgânicos (ver Figura 48 (a) e (b)). Entre tanto, o fato de que dois dias após as chuvas estas redes não fossem lavadas, indica que essa falta de cuidado repercutirá de modo negativo na água da cisterna nas próximas chuvas.

Figura 48 - Fotos das duas redes das cisternas escolares após as chuvas.



## Capacitação dos beneficiários

Como foi explicado no capítulo inicial, o Projeto de Cisternas Escolares inclui a construção das infraestruturas e também a capacitação, que inclui uma oficina para os beneficiários, com aspectos importantes para o cuidado da água fornecida pelas cisternas.

Ainda que os resultados da avaliação realizada no que diz respeito às capacitações do projeto sejam apresentadas com maiores detalhes no próximo capítulo, (pois estas capacitações são essenciais para a avaliação das melhorias sobre as condições de vida alcançadas pelo projeto), vale a pena ressaltar aqui que, na opinião da equipe avaliadora os materiais impressos da capacitação (distribuídos no dia da oficina entre o público assistente) contêm todos os aspectos importantes sobre a qualidade da água (entre outros, a necessidade de realizar a retirada das primeiras águas; o uso da bomba; uma explicação sobre as doenças relacionadas à água; a importância que há em não criar peixes nas cisternas, ou a importância da higienização do telhado, da cisterna e da tubulação). Quanto a esses materiais, a maior insuficiência encontrada neles é a sugestão de não misturar água de chuva com água do caminhão-pipa, quando se sabe que para muitas das escolas é impossível o abastecimento apenas com a água de chuva (como é explicado na seguinte seção).

Por outro lado, em relação à forma como a capacitação é realizada constatou-se insuficiências mais significativas. De início, foi observado que no âmbito do projeto convidaram-se várias comunidades escolares, em algumas ocasiões de diferentes municípios, para participar das capacitações. As limitações logísticas (transporte, espaço, etc.), associadas ao fato de que as capacitações se realizam no período letivo, determinam que cada comunidade escolar selecione apenas alguns membros para serem capacitados pelo projeto, sendo responsabilidade da comunidade escolar a capacitação do restante dos membros. A seleção por parte das escolas dos representantes para participar da capacitação é muito importante, pois sobre eles recai a responsabilidade posterior de repassar o conhecimento adquirido aos demais membros da comunidade escolar. Não obstante, se identifica que muitas escolas não selecionam os participantes mais apropriados, já que enviam alunos de pouca idade, que não se beneficiam de capacitação e ao contrário a dificultam, e com isso se exclui em muitos casos, a participação de trabalhadores cujo papel é mais importante no cuidado da água e da cisterna, como os guardas, e o pessoal da higienização e cozinha.



## Probabilidade de que as cisternas sejam supridas com águas pluviais

Esta análise realizou-se para confirmar que ao delinear o Projeto de Cisternas Escolares, não se considerou a probabilidade existente de que as escolas beneficiárias do projeto poderiam ser abastecidas apenas com as águas de chuva.

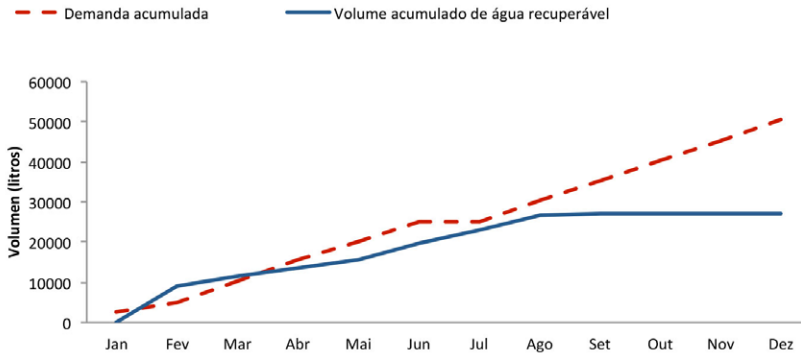
De fato, enquanto que os resultados da linha de base realizada como parte da avaliação ressaltam as diferenças entre as escolas (com números de alunos variando de 13 a 540, e com mais da metade das escolas com 20 a 80 alunos matriculados), na prática todas receberão o mesmo tipo de cisterna, com a mesma capacidade de armazenamento de água (52.000 litros).

Neste sentido, mostrou-se pertinente realizar uma estimativa para conhecer a probabilidade de que as cisternas possam ser abastecidas com água de chuva. Para isto decidiu-se a partir dos dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2014), realizar os cálculos para uma escola com 28 alunos. Além disso, e perante a ausência da constatação de dados, cogitou-se uma série de suposições: i) a cisterna é gerenciada ao longo do ano com a coleta de todas as chuvas em todos os meses, porém não é consumida a água nos meses de julho e janeiro, meses de férias; ii) um coeficiente de perdas de um 25%; iii) uma área de captação de 1002; iv) consumo de 6L/dia por aluno; e v) remoção das primeiras águas.

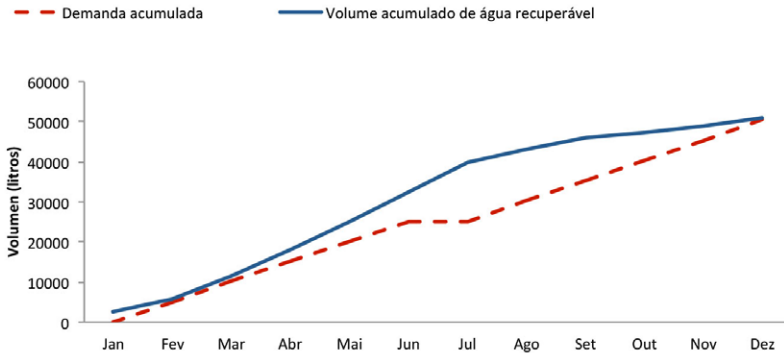
Os resultados demonstram que mesmo para uma escola relativamente pequena, o volume da água somente será suficiente para satisfazer a demanda da comunidade escolar durante o ano todo, no caso de que seja um ano de precipitações medianas (Figura 18(a)), enquanto que no caso de ser um ano de seca, a demanda de consumo a partir do mês de abril seria superior ao volume disponível (Figura 49(b)).



Figura 49 - Estimativas do balanço hídrico mensal no caso de uma escola com 28 alunos: (a) um ano de precipitação mediana e (b) um ano de seca.



(a)



(b)

Dada a enorme variabilidade temporal e espacial das chuvas no Semiárido alagoano é difícil saber quantas cisternas serão abastecidas apenas com águas de chuvas, porém é possível afirmar que não ocorrerá assim para todas as cisternas, dependendo da meteorologia.

### Principais conclusões

As conclusões mais relevantes extraídas ao analisar os resultados do estudo da qualidade da água realizado pela equipe avaliadora, estruturaram-se em torno aos diferentes aspectos avaliados.

- Em relação à origem da água consumida nas escolas:
  - As escolas beneficiárias do projeto não são abastecidas apenas com água de chuva. Das 19 escolas que possuíam cisterna construída no momento da avaliação, 32% dispõe de água canalizada e 68% faz uso do caminhão-pipa.
  - É improvável que as escolas contempladas pelo projeto satisfaçam suas necessidades exclusivamente com a água de chuva captada pelas cisternas.
- Em relação aos parâmetros básicos da qualidade da água abastecida pelas cisternas de escola:
  - Todos os valores físicos e químicos de turbidez, de condutividade elétrica e de temperatura da água estão dentro dos limites aceitáveis pelos padrões estabelecidos pela OMS e pela legislação brasileira.
  - Aparecem valores de pH fora dos recomendados [6,5-9,5] em 30% das amostras de água analisadas. Além disso, em 85% o pH é maior do que 8, fato que reduz a eficácia do tratamento por cloração. Isto se deve à existência do cimento nas cisternas, o que por sua vez é favorecido pela dificuldade enfrentada para realizar a higienização das cisternas.
  - O tratamento por cloração praticado atualmente pelas escolas não é eficaz, uma vez que os resultados mostram que o cloro residual em 77% das amostras é insuficiente (menor que 0,2 mg/L). Isto se deve a várias razões, que por sua vez podem ser sobrepostas entre si: i) o uso de uma quantidade insuficiente de cloro na água dos caminhões; ii) a evaporação do cloro durante o transporte da água; iii) a ineficiência do tratamento de cloração nas cisternas devido às taxas elevadas do pH.
  - 27% das amostras não atende o critério microbiológico para coliformes da PORTARIA Nº2914/2011 do Brasil. Embora seja desejável reduzir este valor para zero, é importante notar que outros estudos semelhantes realizados no Semiárido brasileiro apresentaram valores de coliformes mais elevados do que os encontrados neste estudo.



- Em relação aos fatores analisados:
  - As cisternas que coletam apenas água de chuva apresentaram piores resultados quanto aos parâmetros básicos de qualidade da água em comparação as abastecidas por caminhão-pipa. Tais resultados se devem a três aspectos fundamentais: i) a melhora da qualidade da água dos caminhões-pipa ao aumentar as inspeções nos mesmos por parte da vigilância sanitária do Estado de Alagoas; ii) não são realizadas medidas preventivas básicas para águas de chuva (como a retirada das primeiras águas); e iii) não são eficientes os tratamentos de cloração por causa do elevado pH da água nas cisternas (o tratamento da água no Semiárido alagoano ocorre sempre por cloração).
  - Escolas que sempre retiraram as primeiras águas das suas cisternas reduziram quase à zero a presença de coliformes fecais. Por conseguinte, garantir a retiradas dessas primeiras águas é crucial em projetos baseados em sistemas de coleta das águas de chuva.
  - O uso de filtros nas escolas antes da reutilização da água para o consumo humano se mostra muito efetivo.
  - Um dos principais desafios para garantir a qualidade da água em sistemas abastecidos com água de chuva é o fato de que permanecem fora do âmbito da vigilância sanitária (exceto aquelas com água canalizada). Isto é uma contradição, pois no caso das cisternas escolares é uma água destinada ao consumo humano e por isso, em conformidade à legislação brasileira – materializada na PORTARIA Nº2914/2011- deveria ocorrer o monitoramento contínuo nas escolas. Seja qual for o tipo da água, se procedente de caminhão-pipa, canalizada ou de chuva.

### 3.4. Avaliação dos efeitos sobre as condições de vida

Nos últimos anos, e de modo crescente surge no âmbito dos projetos de desenvolvimento no âmbito da cooperação internacional, a necessidade de avaliar sua contribuição na melhoria das condições de vida das populações beneficiárias .

Dentre as propostas surgidas como resposta aos novos desafios e necessidades, predominam aquelas que advogam por uma revalorização dos métodos qualitativos e participativos, e pelo uso de enfoques de métodos mistos (3IE, 2009), os quais ajustam o rigor dos dados qualitativos e a análise estatística, com a análise de prioridades e percepções, associados aos métodos qualitativos (Jones e Sumner, 2009).

Para realizar a avaliação dos efeitos sobre as condições de vida do Projeto de Cisternas Escolares, conceberam-se inicialmente diferentes processos e métodos capazes de responder as perguntas de causalidade e atribuição, e de incluir as prioridades e as experiências dos diversos atores envolvidos. No entanto, os atrasos ocorridos durante as construções das cisternas (em virtude do seu caráter piloto, como foi explicado no capítulo de introdução), resultaram na perda do componente mais quantitativo da avaliação.

Embora a equipe avaliadora considere relevante a aplicação deste tipo de análise (combinação de estratégias qualitativas e quantitativas), a metodologia adotada para este estudo com base nas circunstâncias encontradas, fundamenta-se na avaliação detalhada do processo. Da mesma participaram os diferentes atores locais envolvidos no projeto, permitindo extrair conclusões relevantes e recomendações fortalecedoras para a finalização deste projeto, e para o desenvolvimento de outros no futuro envolvendo as cisternas escolares do Semiárido brasileiro, respondendo aos objetivos propostos desde o começo, contudo aplicando uma metodologia diferente daquela traçada a princípio. A Figura 50 mostra o esquema sequencial da metodologia aplicada.

Em vista de que, na idealização do Projeto de Cisternas Escolares não se estabeleceram os efeitos específicos esperados nas condições de vida da comunidade escolar, o primeiro passo para realizar este componente de avaliação foi a identificação de tais efeitos.

Para isto consideraram-se os resultados obtidos ao elaborar a linha de base do projeto, e classificaram-se os efeitos esperados em três grupos: i) efeitos diretos, que são por sua vez consequência direta da implementação das atividades do projeto; ii) efeitos intermédios, que são por sua vez consequência dos efeitos diretos; iii) efeitos finais, que são por sua vez consequência dos efeitos intermediários, e que incidem diretamente nas condições de vida das comunidades escolares. A Figura 50 mostra a lógica dos efeitos que permitiu estruturar a avaliação.



Figura 50 - Esquema sequencial da metodologia de avaliação das melhorias nas condições de vida da comunidade escolar.

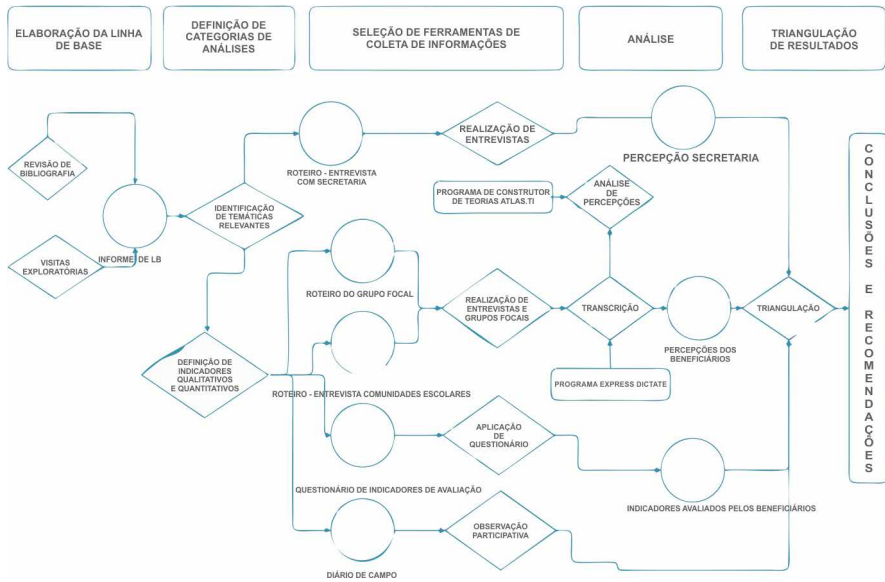
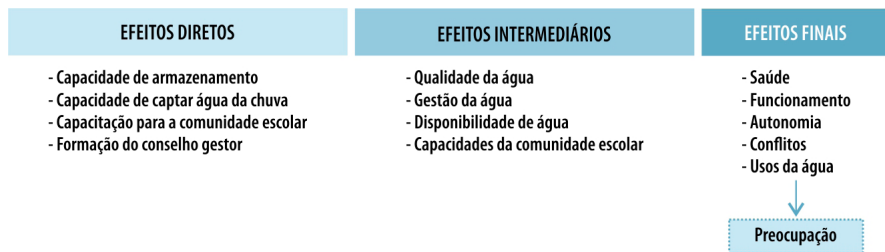


Figura 51 - Esquema da lógica dos efeitos do projeto.



O Quadro 8 apresenta a descrição de cada um dos efeitos definidos.

Quadro 8 - Descrição dos efeitos do projeto.

Efeitos (*)		Descrição do efeito
Efeitos diretos	Capacidade de armazenamento	A construção de cisternas implica que as escolas obtenham um aumento de 52.000 litros da capacidade de armazenar água em boas condições.
	Capacidade de captação de água de chuva	As cisternas ajudam as escolas a captar a água de chuva e a armazená-la corretamente.
	Capacitações para a comunidade escolar	O projeto "Cisternas Escolares" organiza reuniões de capacitação nos municípios beneficiários para capacitação de alguns membros das comunidades escolares.
	Formação do Conselho gestor	O projeto "Cisternas Escolares" facilita a criação de conselhos gestores nas escolas, para regular a gestão, a manutenção, os cuidados e a utilização de cisterna.
Efeitos intermediários	Qualidade da água	Efeitos sobre a sujeira ou contaminação da água da escola, e em sua cor, odor e sabor. Também efeitos na aceitabilidade de água na comunidade escolar (se os alunos apreciam ou não o consumo da água da cisterna) e na temperatura na qual a água é armazenada.
	Gestão da água	Facilidades para o acesso controlado à cisterna, evitando a contaminação da água. Facilitar a estimativa sobre o tempo de duração da água da cisterna, e sobre quando será necessário solicitar o abastecimento da mesma. Facilitar o cuidado da água e da cisterna.
	Disponibilidade de água	Efeitos sobre a quantidade de água que a escola pode dispor para suas tarefas.
	Efeitos sobre as capacidades da comunidade escolar	Efeitos sobre as capacidades para cuidar e gerenciar a água por parte dos membros das comunidades escolares.



Efeitos (*)		Descrição do efeito
Efeitos finais	Usos da água	Efeitos sobre a diversidade de usos da água na escola. Graças à construção das cisternas nas escolas é possível a realização de atividades que antes estavam fora de questão.
	Saúde	Efeitos sobre a incidência de doenças hídricas nas comunidades escolares, como cólica ou diarreia, diminuindo as epidemias e seu nível de casos na escola.
	Funcionamento	Consiste em permitir e até mesmo melhorar o bom funcionamento da escola: evitando a redução do seu horário ou fechamento da escola, tornando possível oferecer alimentos com qualidade, dispondo de água suficiente para a higiene correta, e sem restrições.
	Autonomia	Efeitos sobre a dependência de terceiros para o abastecimento da água na escola, dependendo dos caminhões-pipa (da prefeitura ou do exército), ou da prefeitura, ou de vizinhos.
	Conflitos	Efeitos sobre tensões, discussões, etc., relativas à água, entre a comunidade escolar e a vizinhança.
	Preocupação	Efeitos quanto à preocupação vivenciada por parte da comunidade escolar em relação à água. São efeitos finais e transversais a outros, pois a preocupação relacionada à água deriva dos problemas relativos à saúde, ao funcionamento da escola, à autonomia e a conflitos com a comunidade.

(\*) É importante salientar que tais efeitos podem não ocorrer, possuindo sim caráter potencial.

Como é mostrado na figura 48, uma vez definidos os efeitos que deviam ser avaliados, o seguinte passo foi o estabelecimento de uma série de categorias para agrupar os efeitos e os indicadores, que permitissem avaliar tais categorias. Deste modo, como apresentado no Quadro 9, toda a coleta de informação para avaliar os efeitos do projeto estruturou-se em torno a 8 categorias e a 17 indicadores.



Quadro 9 - Categorias, indicadores e cenários para a análise.

CATEGORIA	INDICADORES	CENÁRIOS
Saúde	- Incidência de doenças hídricas na comunidade escolar	
Funcionamento da escola	- Dias em que a escola se vê obrigada a fechar devido à falta de água. - Frequência em que a escola é forçada a encerrar prematuramente as aulas por causa da escassez de água. - Frequência em que a escola se vê impedida de oferecer alimentação por causa da falta de água.	-1 = Aumenta 0 = Não varia 1 = diminui pouco 2 = diminui muito
	- Percepção de higiene na escola	-1 = piora 0 = não varia 1 = melhora um pouco 2 = melhora muito
Autonomia da escola	- Frequência em que o caminhão-pipa abastece água. - Frequência com que recorre à prefeitura para abastecer a escola com água. - Frequência com que recorre a vizinhos para abastecer a escola com água.	-1 = aumenta 0 = não varia 1 = diminui pouco 2 = diminui muito
Conflitos	- Conflitos da escola com a comunidade devido a água .	
Preocupação	- Preocupação que a comunidade escolar sente devido à água .	
Usos da água na escola	- Diversidade do uso da água na escola	- 1 = diminui 0 = no varia 1 = aumenta um pouco 2 = aumenta um pouco



CATEGORIA	INDICADORES	CENÁRIOS
Qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O sabor da água consumida na escola</li> <li>- A cor da água consumida na escola</li> <li>- O odor da água consumida na escola</li> </ul>	-1 = piora 0 = no varia 1 = melhora um pouco 2 = melhora muito
Recursos da comunidade escolar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As capacidades da comunidade escolar para conservar a cisterna de água</li> <li>- As capacidades da comunidade escolar para a manutenção da cisterna</li> </ul>	

Em adição a estas oito categorias definiram-se mais 3, com o propósito de coletar informações quanto ao envolvimento dos beneficiários, sobre a manutenção do projeto e gestão da água nas escolas que complementam as informações coletadas (Quadro 10). Tais informações são relevantes, complementares e necessárias dentro do propósito da pesquisa. No entanto, sendo os indicadores qualitativos destinados a reunir informações e não para avaliar os efeitos, não se estabeleceram os cenários numéricos.

#### Quadro 10 - Indicadores para coletar informação adicional.

CATEGORIA	INDICADOR
Participação da comunidade escolar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A comunidade escolar foi devidamente informada sobre o projeto antes da sua execução.</li> <li>- É considerada a opinião da comunidade escolar na tomada de decisões que afetam o projeto.</li> </ul>
Modelo de gestão da água	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação do Conselho gestor.</li> <li>- Quantidade de água por tipo de uso.</li> <li>- Procedimentos de controle e de cuidados da água da cisterna.</li> <li>- Procedimentos para o abastecimento da água das cisternas.</li> </ul>
Manutenção do projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsabilidades e procedimentos para a higienização da cisterna.</li> <li>- Responsabilidades e procedimentos para a manutenção da infraestrutura da cisterna.</li> <li>- Responsabilidades e procedimentos para a manutenção da bomba.</li> </ul>

Uma vez selecionadas as categorias de análise e os indicadores selecionou-se as ferramentas e coletou-se a informação.

Para a coleta de informação estabeleceu-se um período de 12 meses (a partir de meados de abril de 2013 até meados de março de 2014), durante o qual:

- Realizou-se a “observação participativa”<sup>19</sup>, em 57 escolas beneficiárias do projeto (consideradas representativas do universo total das 108 escolas, e selecionadas em base a sua localização em municípios onde havia alguma cisterna) e em 2 das sessões de capacitação ministradas pelo projeto aos membros da comunidade escolar, para coleta de informação quanto ao contexto, e sobre a situação das escolas antes e depois da construção das cisternas.
- Realizou-se uma análise detalhada nas 9 escolas que cumpriam com os seguintes requisitos: i) a cisterna estava higienizada e ii) existia um período mínimo de duas semanas letivas entre a finalização e a higienização da cisterna, e a coleta de informação, para que os membros da comunidade fossem capazes de identificar e familiarizar-se com os efeitos positivos e negativos do projeto.
- Realizaram-se entrevistas semiestruturadas com 4 representantes das prefeituras.

A análise detalhada das 9 escolas aconteceu no intuito de conhecer a percepção dos beneficiários quanto aos efeitos do projeto mediante entrevistas semiestruturadas, questionários de avaliação e grupos focais, cada um construído para obter a informação necessária conforme as categorias e indicadores apresentados nos Quadros 9 e 10. No total ocorreram 36 entrevistas, 4 grupos focais e aplicaram-se 36 questionários de avaliação junto aos atores pertencentes às comunidades escolares das 9 escolas.

Para que a informação obtida fosse mais completa, diversa e representativa, a seleção dos entrevistados e dos participantes nos grupos focais realizou-se atendendo o critério da heterogeneidade, ou seja, tentando representar a diversidade dos atores presentes na comunidade escolar. Desta forma, classificam-se os membros da comunidade escolar em quatro grupos diferentes (Quadro 11).

---

19 Técnica de coleta de informação baseada na observação junto à participação nas atividades do grupo investigado.



Quadro 11 - Grupos de atores dentro das comunidades escolares.

GRUPO	DESCRIÇÃO
Grupo 1	Atores vinculados diretamente a atividades envolvendo a água (pessoal da limpeza e cozinha).
Grupo 2	Atores vinculados com o ensino na escola (professores; diretoria e coordenadores de educação).
Grupo 3	Alunos, mães e pais de alunos.
Grupo 4	Porteiros e guardas das escolas.

Durante as entrevistas semiestruturadas e os questionários de avaliação entrevistou-se um representante de cada um dos grupos.

Por outro lado, os grupos focais organizaram-se em grupos de atores, juntando deste modo atores de diferentes escolas em um único grupo focal. Assim, formaram-se 4 grupos focais, um com cada grupo de atores.

Quanto às entrevistas com os representantes das prefeituras, estas fazem parte do estudo com o objetivo de considerar sua perspectiva e valorizar sua participação, envolvimento e nível de comprometimento.

A Figura 52 apresenta imagens capturadas durante as entrevistas e grupos focais para ilustração do processo.

Figura 52 - Imagens de entrevistas e grupos focais com as comunidades escolares.



É importante considerar que para transcrever e analisar posteriormente a informação, todas as entrevistas foram registradas em áudio com uso de um gravador, e os grupos focais gravados em vídeo. Em todas as ocasiões informou-se sobre entrevista e solicitou-se o consentimento dos participantes filmados e gravados.

Ao concluir a etapa de coleta da informação, procedeu-se com a análise da mesma. Para avaliar e compreender os efeitos do projeto de cisternas escolares e obter recomendações práticas, analisou-se a informação coletada em diferentes maneiras.

Em primeiro lugar, e com o objetivo de obter as percepções das comunidades escolares quanto aos efeitos que o projeto exerce nas escolas, realizou-se uma análise do conteúdo das entrevistas e dos grupos focais realizados. O primeiro passo na análise da informação obtida foi a transcrição das gravações dos grupos focais, e das entrevistas incorporadas a uma unidade hermenêutica de Atlas.ti, para sua decodificação e análise. A codificação foi dedutiva e usada como lista de códigos das mesmas categorias que as utilizadas ao definir os indicadores dos efeitos.

No Quadro 12 é exibida a lista de códigos utilizada com sua definição, que especifica o tipo de informação proporcionada nos segmentos agrupados baixo cada código.

Quadro 12 - Lista de códigos de efeitos usada na codificação dedutiva.

CÓDIGO	DEFINIÇÃO
1_1 SAÚDE	Efeitos sobre a saúde da comunidade escolar.
1_2 FUNCIONAMENTO DA ESCOLA	Efeitos sobre o funcionamento da escola.
1_3 AUTONOMIA DA ESCOLA	Efeitos sobre a autonomia e a independência da escola.
1_4 CONFLITOS COM A COMUNIDADE	Efeitos sobre os conflitos com a comunidade devido à água.
1_5 PREOCUPAÇÃO	Efeitos sobre a preocupação com a falta de água que sofre a comunidade escolar
1_6 USOS DA ÁGUA NAS ESCOLAS	Efeitos sobre os usos da água na escola e o aumento na diversidade de uso
2_1 QUALIDADE DA ÁGUA	Efeitos sobre a qualidade da água disponível na escola
2_2 CAPACIDADES DA COMUNIDADE ESCOLAR	Efeitos sobre as capacidades da comunidade escolar

Uma vez concluída a codificação dedutiva dos efeitos, realizou-se uma segunda codificação indutiva com o objetivo de verificar a avaliação dos atores sobre os efeitos, além das propriedades e as relações desses efeitos. Após a codificação indutiva realizou-se a análise de coocorrências para cada um dos 8 efeitos que guiaram a codificação dedutiva inicial. Como resultado da análise obtiveram-se de forma global e por tipo de ator, as avaliações, e os padrões comuns das percepções de cada beneficiário sobre os efeitos do projeto.

Além disso, analisaram-se as avaliações dos indicadores realizadas pelos atores entrevistados através dos questionários. Toda a informação da análise qualitativa foi triangulada entre si, para extração dos resultados e conclusões do estudo.

Como resultado da metodologia apresentada, identificaram-se os efeitos do projeto de cisternas escolares que afetam a vida das comunidades escolares.

Nas seguintes seções descreve-se com maior detalhe a relevância dos efeitos do projeto sobre os principais resultados definidos: i) capacidades da comunidade escolar; ii) funcionamento; iii) usos da água; iv) saúde; v) autonomia; e vi) conflitos. Além disso, identificam-se aspectos que podem favorecer ou limitar uma maior relevância dos efeitos.

Também desenvolve-se uma seção específica para apresentar os resultados das avaliações dos efeitos do projeto por parte dos beneficiários, considerando as avaliações individuais e as globais.

Por fim, há uma seção para sistematização das principais conclusões do estudo.

### **Efeitos sobre as capacidades da comunidade escolar**

Estudos anteriores (e.g. FUNDER et al., 2009) demonstraram que as melhorias nas condições de vida dos beneficiários dos projetos de cisternas de captação de água de chuva, dependem em grande medida das suas capacidades para cuidar, manter e gerir as cisternas e sua água. Com o objetivo de garantir essas capacidades, o Projeto de Cisternas Escolares realiza capacitações nos municípios beneficiários, assistidas por representantes das comunidades escolares receptoras das cisternas. Tais capacitações explicam a importância que há em cuidar a cisterna e os procedimentos necessários para essa finalidade.



Apesar disso, os resultados deste estudo evidenciam falhas durante as capacitações, que repercutem no fato das mesmas não conseguirem melhorar as capacidades da comunidade escolar, no que concerne ao cuidado com a água da cisterna.

Quanto a tais falhas, tanto nas entrevistas como nos grupos focais ressaltou-se o fato de que muitos membros das comunidades escolares entendem que das capacitações não participam as pessoas adequadas. Isto, associado ao fato de que não há o estabelecimento de mecanismos de transferência de conhecimentos entre os membros capacitados pelo projeto, e o restante da comunidade escolar, ocasiona que uma parte importante das comunidades escolares permaneça fora da esfera da capacitação, o que supõe uma limitação relevante quanto a atingir os efeitos previstos.

Não obstante, o estudo também coloca em relevo que tal limitação é mitigada graças a capacitações associadas aos projetos de cisternas familiares, desenvolvidos na região em paralelo. Esses projetos proliferam no Semiárido brasileiro, devido ao Programa Cisternas, e permitem que muitos membros das comunidades escolares adquiram capacidades, e conheçam o funcionamento das cisternas independentemente ao projeto avaliado.

A importância das capacitações de outros projetos pode ser apreciada na Figura 53, onde se mostram os resultados da análise de coocorrências<sup>20</sup> sob o código “capacidades da comunidade escolar” (ver Quadro 12), que emergem de um maior número de grupos focais e entrevistas. A cor e o tamanho dos códigos representa a frequência da ocorrência. Do mesmo modo, também se observa que as comunidades escolares percebem que a capacitação não ocorre igualmente para todos os trabalhadores (de fato ao longo da avaliação esse efeito surge de modo expressivo quanto à necessidade de envolver mais aos guardas), e que as capacitações são assistidas sobretudo por crianças.

---

20 Analisar as coocorrências de um código consiste em ver que outros códigos coexistem com o código em qualquer um dos seus fragmentos associados (Friese, S. 2014). Para extrair uma interpretação sobre as avaliações que os usuários de cisternas escolares emitem sobre cada efeito do projeto, enfatizou-se a identificação dos códigos de avaliações que surgiam em simultâneo ao código do efeito, e em quantas entrevistas e grupos focais acontecia esta coocorrência. Os códigos emergentes que assim se apresentavam em um percentual expressivo das entrevistas e nos grupos focais, serviram para identificar padrões comuns e relevantes nas percepções.



Figura 53 - Códigos que emergem com maior frequência na codificação indutiva dos efeitos nas capacidades.

**Controle e cuidado da água, Não se capacita a todos os trabalhadores, Retirar a tubulação das primeiras águas, Assistência de muitos alunos, Trabalhadores capacitados fora do projeto, Capacitação do projeto cisternas escolares, Capacitação do projeto**

(NOTA) Tamanhos e cores representam a frequência dos códigos: com maior frequência em cor-de-rosa e grandes, os de frequência intermediária em laranja e tamanho mediano; os de menor frequência em verde e pequenos, e os de baixa frequência em azul e menores.

Outro resultado importante consiste em que os membros da comunidade escolar não se sentem informados de modo insuficiente, quanto à retirada das primeiras águas das cisternas. Isto explica em parte os resultados encontrados ao realizar a análise da qualidade da água, onde o estudo ressalta problemas quanto à contaminação bacteriológica das águas, devido a falta de remoção das primeiras águas nas escolas.

A seguir são detalhadas as principais limitações identificadas na melhoria das capacidades da comunidade escolar através da sua participação nas capacitações.

De início, observou-se que no âmbito do projeto convida-se a comunidade escolar, em algumas oportunidades de diferentes municípios, a participar das capacitações. As limitações logísticas (transporte, espaço, etc.), associadas ao fato de que as capacitações se realizam no período letivo tornam necessário que cada comunidade escolar selecione apenas alguns membros para a capacitação do projeto, sendo responsabilidade da comunidade escolar a capacitação do restante dos membros.

A seleção por parte das escolas dos representantes para participar da capacitação é muito importante, pois neles recai a responsabilidade posterior de repassar o conhecimento adquirido aos demais membros da comunidade escolar. Não obstante, se identifica que muitas escolas não selecionam os participantes mais apropriados, pois enviam alunos de pouca idade, que não se beneficiam de capacitação, e ao contrário a dificultam, enquanto que com isso se exclui em



muitos casos, a participação de trabalhadores cujo papel é mais importante no cuidado da água e da cisterna, como os guardas e o pessoal da limpeza e da cozinha (apenas um, dos nove guardas, e dois, dos doze faxineiros e pessoal da cozinha afirmaram que haviam participado das capacitações do projeto).

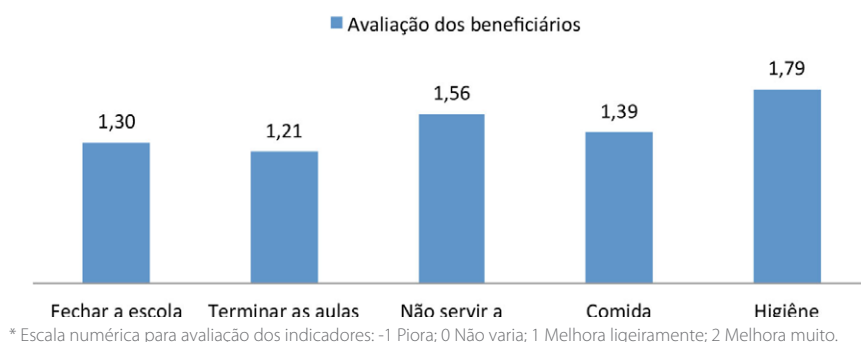
Além disso, não existe algum mecanismo definido quanto o modo em que os participantes podem transferir os conhecimentos adquiridos ao resto das suas comunidades, fato que impede que em alguma das escolas incluídas no estudo haja ocorrido o processo de transferência de conhecimentos.

Finalmente, detectou-se que não há outro espaço além das capacitações, que permita aos afetados participar no projeto (que em muitas ocasiões não se limita ao público escolar, mas também à vizinhança). Deste modo, a maioria dos atores entrevistados manifesta não ter sido informada de modo adequado sobre o projeto, e que também não lhe foi perguntada sua opinião, em algum momento.

### Efeitos sobre o funcionamento das escolas

De um modo geral, o resultado do estudo ratifica que os membros das comunidades escolares beneficiárias percebem que o projeto colabora na solução de alguns dos seus principais problemas, no que diz respeito ao funcionamento da escola. Entre eles, sobressai a dificuldade para realizar a higiene da escola de modo correto, a necessidade em fechar a escola, em reduzir o horário de aulas, em não servir as refeições, ou ter que variar as refeições por causa da falta de água. Deste modo, o Figura 54 exhibe a avaliação apresentada durante as entrevistas e os grupos focais para cada um dos indicadores definidos avaliando os efeitos sobre o funcionamento.

Figura 54 - Avaliação dos indicadores de efeitos do projeto sobre o funcionamento.



No entanto, é importante registrar que durante o período da coleta de dados da avaliação, por ser relativamente curto, foi difícil encontrar provas baseadas nas percepções claras dos entrevistados, a respeito da relevância dos efeitos do projeto sobre o funcionamento das escolas, excetuando as melhorias relacionadas com a higiene.

Os aspectos sobre a higiene foram claramente percebidos graças a dois motivos principais. Em primeiro lugar, ao fato de quando há escassez de água as escolas restringem de início a água destinada à higienização das instalações, motivo pelo qual quando há maior disponibilidade de água, neste quesito se percebe uma melhoria substancial. Em segundo lugar, ao fato de que as comunidades escolares (principalmente professores e cozinheiras) que manifestaram insegurança (por falta de capacitação) sobre o consumo da água, decidiram usar a água da cisterna apenas para limpeza da escola.

Por outro lado, a dificuldade para encontrar evidências quanto aos demais efeitos sobre o funcionamento se deve, principalmente, ao fato das cisternas estarem a pouco tempo instaladas, e não ter ocorrido durante o período da avaliação nenhuma situação extrema na qual fosse interrompido o serviço de abastecimento com caminhão-pipa (motivo pelo qual as escolas não vivenciaram nenhum problema quanto a dispor da água, e assim foi impossível experimentar as vantagens que há em possuir maiores quantidades de água armazenada, perante situações extremas).

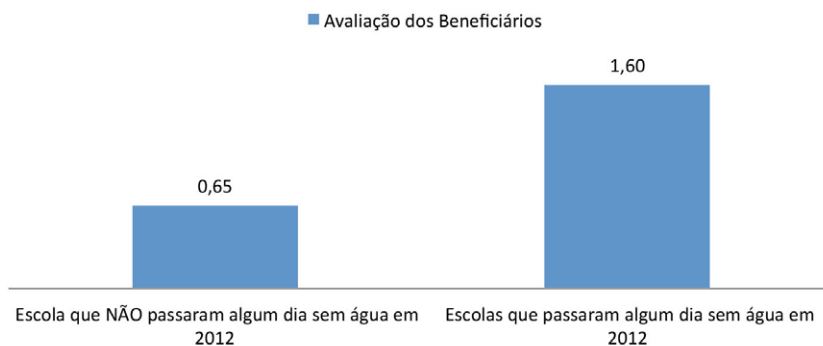
Em resumo, concluiu-se que a relevância no momento da avaliação dos efeitos dos projetos quanto às melhorias no funcionamento da escola é baixa. Entre tanto, todos os atores entrevistados avaliam positivamente a potencialidade do projeto no que diz respeito a melhorar o funcionamento em situações de emergência (que não são raras na região, apesar de que não tenham sido vivenciadas durante o período da avaliação).

Além disso, a relevância dos efeitos não é a mesma para todas as escolas, pois entre as escolas há aquelas que enfrentam maiores problemas de falta de água que outras, de onde se deriva que os efeitos dos projetos serão mais impactantes nas primeiras.

Esse fato se vê refletido na Figura 55, que mostra as diferenças entre as avaliações proporcionadas pelos beneficiários quanto à relevância das melhorias no funcionamento vivenciadas nas escolas, graças à implementação da cisterna, de acordo com o fato de ter passado ou não, um dia sem água durante o ano de 2012 (ano em que se realizou a linha de base). Das 9 escolas estudadas 5 passaram algum dia sem água, e 4 não.



Figura 55 - Avaliação dos indicadores dos efeitos do projeto no funcionamento de acordo com a falta de água das escolas avaliadas.



Escala numérica para avaliação dos indicadores: 1 Piora; 0 Não varia; 1 Melhora ligeiramente; 2 Melhora muito.

## Usos da água

O projeto cisternas escolares não implica apenas que as escolas disponham de maior fluxo de água para a melhoria do funcionamento habitual das escolas, mas permite a possibilidade de que surjam novos usos da água, usos que sem o projeto não seriam possíveis.

De modo particular, uma das novas aplicações da água nas escolas beneficiárias foi a irrigação das hortas escolares. O cultivo das hortas escolares é uma atividade muito valorizada pelas comunidades escolares rurais do Semiárido, por causa do seu valor didático, e também porque seus produtos são aproveitados nas refeições escolares, melhorando a qualidade e diversidade das mesmas.

Entre as nove escolas avaliadas, identificaram-se três escolas que planejaram o plantio da horta escolar a partir da construção da cisterna. Também identificaram-se quatro escolas que plantaram hortas escolares anteriormente, as quais sempre pereciam ao chegar a época da seca. Devido ao aumento da disponibilidade da água derivada do projeto, estas escolas planejam cultivar novamente suas hortas, e regá-las com água da cisterna para dar continuidade ao seu cultivo ao longo do ano.

Por outro lado, constatou-se que o projeto permite que as comunidades escolares sejam capazes de realizar novos projetos didáticos, que não eram possíveis antes dadas as limitações quanto a abastecimento de água com

qualidade. De fato, a partir da construção das cisternas deu-se início ao projeto Mais Educação em quatro das escolas avaliadas.

Mais Educação é um projeto de educação integral, no qual os alunos inscritos permanecem na escola em horário adicional ao habitual, em dias específicos da semana. Durante o horário realizam atividades lúdicas e educacionais, como o trabalho na horta escolar, capoeira ou dança, atividades que variam de escola para escola.

Obviamente que todas estas atividades aumentam o consumo de água da escola, chegando a duplicá-lo caso um número expressivo de alunos se inscreva. Daí a importância do Projeto de Cisternas Escolares que facilita, ou inclusive permite a realização de novos programas nas escolas.

Por último, cabe citar que o potencial para permitir novos projetos, e aumentar a diversidade dos usos da água nas escolas, se vê limitado pela falta de infraestruturas ou de espaço em muitas delas. Este é o caso, por exemplo, das escolas E.M.E.F. Manoel Florêncio dos Santos em Sítio Gato e E.M.E.F. Luiz José Gregório em Sítio Poços, ambas no município de Olho D'água das Flores, escolas que desejam cultivar uma horta escolar, porém não podem fazê-lo por falta de espaço.

### Efeitos sobre a saúde

O estudo enfatiza que o potencial do projeto de cisternas escolares para melhorar a incidência de doenças hídricas nas escolas, ocorre amparado pelos seguintes fatores: i) melhorar as condições de armazenamento de água nas escolas; ii) facilitar o cuidado e o controle da qualidade da água; iii) aumentar a disponibilidade da água tratada, evitando que a comunidade escolar consuma água de origens pouco seguras.

No entanto, tal como ocorre com os resultados sobre a relevância do projeto nos aspectos de funcionamento, é difícil encontrar evidências quanto à importância dos efeitos do projeto sobre a saúde dos membros da comunidade escolar. Assim, os seguintes condicionantes principais permitem concluir que o projeto no momento da avaliação não contribui para melhorar os aspectos sanitários.

- Baixa incidência de doenças hídricas. Em geral se observa nas escolas avaliadas uma incidência de sintomas relacionados com a água,



principalmente cólica e diarreia, muito baixa durante o período de coleta de dados. Como consequência, os efeitos do projeto sobre a saúde da comunidade escolar são apenas percebidos no dia-a-dia das escolas. Não obstante, é provável que tais impactos sobre a saúde sejam significativos durante os períodos em que os sintomas das doenças hídricas aumentam.

- Baixo consumo de água da cisterna. Em 4 das 9 escolas avaliadas a água da cisterna não era consumida no momento da avaliação. Nestas escolas a água da cisterna era usada para a irrigação da horta escolar ou para a higienização da escola. Como consequência, a importância do projeto sobre a saúde destas comunidades escolares é nula.

Os fatores identificados durante o estudo para explicar por que em algumas comunidades não consomem a água da cisterna são os seguintes:

- Desfrutam de alternativas mais simples em comparação ao consumo de água da cisterna, como o consumo de água canalizada, ou em alguns casos de água mineral proporcionada pela Secretaria da Educação.
  - A comunidade escolar não está devidamente envolvida com o projeto, motivo pelo qual apresenta dúvidas quanto à segurança do consumo de água de chuva.
  - Há deficiência das capacidades na comunidade escolar quanto aos cuidados da cisterna, o que repercute na qualidade da água e na confiança da comunidade para com consumo dessa água. Esta carência nas capacidades é consequência das limitações presentes nas capacitações do projeto.
- Baixa capacidade das comunidades escolares para garantir a qualidade da água. Como foi apresentado em detalhes, há uma relação direta entre a qualidade da água que é consumida na escola, e as capacidades em relação a seu cuidado nas comunidades escolares. Isto afeta claramente a saúde dessas comunidades.

Nesse sentido, a concepção do projeto inclui a capacitação para que os beneficiários adquiram o conhecimento necessário para cuidar da água da escola, e minimizar deste modo os riscos para a saúde. No entanto, identificou-se a falta de capacidades em diversas comunidades escolares quanto a garantir a qualidade da sua água, fruto das limitações identificadas na seção de efeitos sobre as

capacidades da comunidade escolar. Alguns dos problemas mais comuns e destacados, derivados da ausência dessas capacidades observadas nas escolas são:

- Quatro das escolas avaliadas apresentaram dificuldades com as primeiras águas, as que penetraram na cisterna, devido à má higienização das mesmas. Como consequência a água se misturou com o cimento presente na cisterna recém-construída, causando um forte sabor a cimento, o que prejudicou a aceitabilidade da qualidade da água e impediu o seu consumo.
- Vários membros das comunidades escolares desconhecem a importância da retirada da tubulação de captação de água de chuva durante as primeiras águas, para evitar que a sujeira do telhado entre na cisterna. Além disso, em muitas escolas não se identifica de modo claro quem deve encarregar-se desta tarefa. Por conseguinte, há um grande risco de que o procedimento de retirada das primeiras águas não seja executado corretamente em algumas escolas, e que a sujeira do telhado entre na cisterna durante as chuvas, deteriorando a qualidade da água.
- Do mesmo modo identificou-se que para as comunidades escolares não está clara a periodicidade da higienização da cisterna e do telhado, ou quem é o responsável pelo processo, ou quais são os procedimentos corretos para isto, fato que repercutiu de modo negativo sobre a qualidade da água.

Como resultado desses aspectos, o estudo da avaliação ressalta que nem todos os membros da comunidade escolar possuem segurança quanto ao consumo da água das cisternas. Essa sensação de insegurança é especialmente notada nos pais ou cozinheiras, que não estiveram envolvidos nas capacitações do projeto de cisternas escolares.

- Influência do consumo externo de água. As comunidades escolares não consomem de modo exclusivo a água da escola. E, ainda que a qualidade da água consumida fora da escola fuja do âmbito de ação do projeto, influi na incidência das doenças hídricas nos beneficiários.

Essa influência se reflete, por exemplo, na Figura 56 (codificação em azul), onde se apresentam os resultados obtidos com a análise do conteúdo realizado com o Atlas.ti. Nessa figura aparecem os resultados da codificação indutiva dos segmentos categorizados sob o código “saúde” (ver Quadro 12), que emergem de um maior número de grupos focais e de entrevistas. Ou seja, sintetizam as



temáticas que surgiram com maior frequência ao questionar os membros das comunidades beneficiárias sobre a saúde nas escolas.

Figura 56 - Códigos que emergem com maior frequência na codificação indutiva dos efeitos na saúde.

**Qualidade da água, Diarréia, Epidemia, Água tratada, Controle e cuidado da água, **Enfermidades hídricas**, Pouca incidência, dor de barriga, Causa evasão escolar**

(NOTA) Tamanhos e cores representam a frequência dos códigos: com maior frequência em cor-de-rosa e grandes, os de frequência intermediária em laranja e tamanho mediano; os de menor frequência em verde e pequenos, e os de baixa frequência em azul e menores.

### Efeitos sobre a autonomia das escolas

Da forma como se ressaltou ao realizar o estudo de linha de base, uma parte importante das escolas rurais beneficiárias do projeto está impedida de conseguir a água de modo autônomo, e depende de terceiros para conseguir a água imprescindível para seu funcionamento.

Em tal sentido, os resultados do estudo evidenciam que o projeto reduz a dependência das escolas quanto à origem da água (vizinhança, caminhão-pipa, exército, etc.), sempre e quando haja água de chuva.

É importante ressaltar que no momento de realizar esta avaliação, em apenas duas das nove escolas avaliadas as cisternas estavam construídas o tempo necessário para captar a água durante o período da chuva, e consumiam de modo regular água da cisterna. As escolas são: a escola E.M.E.F. Sílvio Amaral na comunidade Riachão dos Alexandres, e a escola E.M.E.F. Pedro José Gregório na comunidade Cajarana, ambas em Major Isidoro. Delas, apenas a escola em Cajarana funciona exclusivamente com água de chuva de forma autônoma durante vários meses, e possui perspectivas de assim continuar por mais alguns meses, se a chuva assim o permitir. Apesar da falta de representatividade dos resultados, a informação leva a pensar que a captação de água de chuva pode



permitir para algumas escolas o abastecimento da água de forma autônoma, pelo menos em uma parte do ano. No entanto, é difícil calcular quantas cisternas serão abastecidas com as águas de chuva.

Por outro lado cabe citar que, no geral, observou-se que as escolas beneficiárias dependem de outros serviços proporcionados pela prefeitura, além do abastecimento da água (refeições, transporte, infraestruturas). Assim sendo, as comunidades escolares encaram a dependência da prefeitura como algo imprescindível e necessário, e que não apresenta maiores problemas ou preocupações. Além do mais, na maioria dos casos esta relação mediante a Secretaria de Educação é boa.

Para que o projeto cisternas escolares de fato implique melhorias sobre as condições de vida das comunidades escolares beneficiárias, é preciso a participação da prefeitura. Esta participação consiste no apoio às escolas quanto à manutenção e higienização das cisternas e telhados, proporcionando maior sustentabilidade ao projeto, mas também consiste em abastecer as cisternas nas situações onde a captação de água de chuva não seja suficiente. Entre tanto, durante as entrevistas realizadas em prefeituras e sindicatos, identificou-se que habitualmente as prefeituras e secretarias de educação não são incluídas, nem informadas de modo conveniente sobre o projeto, representando o risco de que as prefeituras não se responsabilizem pelas cisternas escolares, e não ofereçam os serviços de abastecimento, manutenção e higienização que lhes corresponde (ver Quadro 12).

### **Efeitos sobre os conflitos com a comunidade**

Conforme os resultados da linha de base, algumas das comunidades escolares não possuem suficiente capacidade de armazenamento da sua própria água para um funcionamento satisfatório, e são muitas vezes obrigadas a compartilhar a cisterna comunitária com os demais vizinhos.

Neste contexto, o projeto de cisternas escolares possui um claro potencial para resolver este problema em aquelas escolas nas quais é implementado. De fato, o estudo revelou que em uma das nove escolas estudadas tais conflitos diminuíram de modo efetivo, devido à chegada do projeto de cisternas escolares.

No entanto, o estudo também ressaltou que existe a possibilidade de aumento de conflitos, como ocorreu em outra das escolas estudadas.



Dado a que apenas 3 das 9 escolas estudadas compartilhavam a água com a comunidade antes da implementação do projeto, e que em uma os conflitos aumentaram, enquanto que em outra diminuíram, é necessário compreender os fatores que condicionam os conflitos entre a escola e a comunidade, afim de evitá-los neste tipo de projetos no futuro. Os fatores são:

1) Necessidade de separar a água da escola da água pertencente à comunidade circunvizinha. Graças às cisternas de 52.000 litros, as escolas possuem capacidade para armazenar a água de forma autônoma em relação à comunidade. Entre tanto, se deve considerar que esta separação se torna efetiva apenas se a comunidade continua mantendo seu próprio espaço de armazenamento para a água.

Neste sentido, a avaliação enfatiza que em 2 das 9 escolas foi demolida a cisterna antiga para dar lugar à construção da cisterna escolar. Daí, mesmo que em tese a água pertença à escola, a comunidade circunvizinha considera ter direito a ela. Por sorte, uma das duas comunidades circunvizinhas afetadas conta com cisternas alternativas (tanto comunitária como domiciliar), para armazenamento da água, de modo a que surgiram conflitos apenas na outra.

2) Importância da existência do projeto de construção de cisternas domiciliares. A existência de cisternas domiciliares aumenta a disponibilidade da água comunitária, contribuindo de forma expressiva e em particular durante e após o período de chuvas, a reduzir os conflitos entre a escola e a comunidade circunvizinha, causados por ter que partilhar a estrutura de armazenamento de água.

Assim, o estudo da avaliação mostra o valor da integração nas diversas estratégias estatais, sociais e empresariais, com o objetivo de universalizar o acesso da água partindo de diferentes setores (residenciais, produtivos e escolares). Além disso, esta integração é relevante para potencializar os efeitos finais estudados, e não apenas para reduzir os conflitos.

3) A necessidade de estabelecer mecanismos de controle e distribuição da água das cisternas. Nas comunidades rurais do Semiárido brasileiro, onde a disponibilidade da água é limitada e as estruturas de armazenamento são compartilhadas por toda a vizinhança, incluída a escola, se faz necessário organizar uma distribuição equânime e justa da água.

Algumas comunidades estabelecem mecanismos de controle do consumo de água da cisterna, por meio dos responsáveis que regulam o acesso à

cisterna, com cronogramas, controle do número de litros que corresponde a cada família, etc. Estes mecanismos facilitam a distribuição da água na maioria das comunidades, porém é frequente encontrar situações onde os mecanismos não são respeitados.

No caso das comunidades escolares, muitas estabelecem um determinado nível de água da cisterna, abaixo do qual impedem o acesso dos vizinhos à mesma. Estas medidas possuem como finalidade garantir água suficiente para o funcionamento da escola até o próximo abastecimento, e assim diminuem a preocupação perante a falta de água na escola. Entre tanto, podem crescer a tensão entre as comunidades escolares e a vizinhança, que nem sempre aceita de bom grado a limitação do fornecimento de água da cisterna.

Vale ressaltar que todas as comunidades escolares afetadas por este tipo de conflito manifestam que o principal problema surge ante a incompreensão e falta de conhecimento por parte dos vizinhos sobre as necessidades e carências de água nas escolas. Isto sugere que esforços orientados a informar, explicar e envolver a vizinhança nas atividades escolares, podem apresentar resultados positivos na diminuição de conflitos.

Estas situações são refletidas na Figura 57, onde se apresentam os resultados obtidos com a análise de conteúdo realizado com o Atlas.ti. Na figura aparecem os códigos advindos da codificação indutiva dos segmentos categorizados sob o código “conflitos na comunidade” (ver Quadro 12).

**Figura 57 - Códigos que emergem da codificação indutiva dos efeitos sobre os conflitos.**

## **Controle e cuidado da água, Água do exército, Cisternas domiciliares, Entender as necessidades da escola, Controle de acesso à cisterna, Limite de consumo**

(NOTA) Tamanhos e cores representam a frequência dos códigos: com maior frequência em cor-de-rosa e grandes, os de frequência intermediária em laranja e tamanho mediano; os de menor frequência em verde e pequenos, e os de baixa frequência em azul e menores.

### **Avaliação quanto aos efeitos do projeto por parte dos beneficiários**

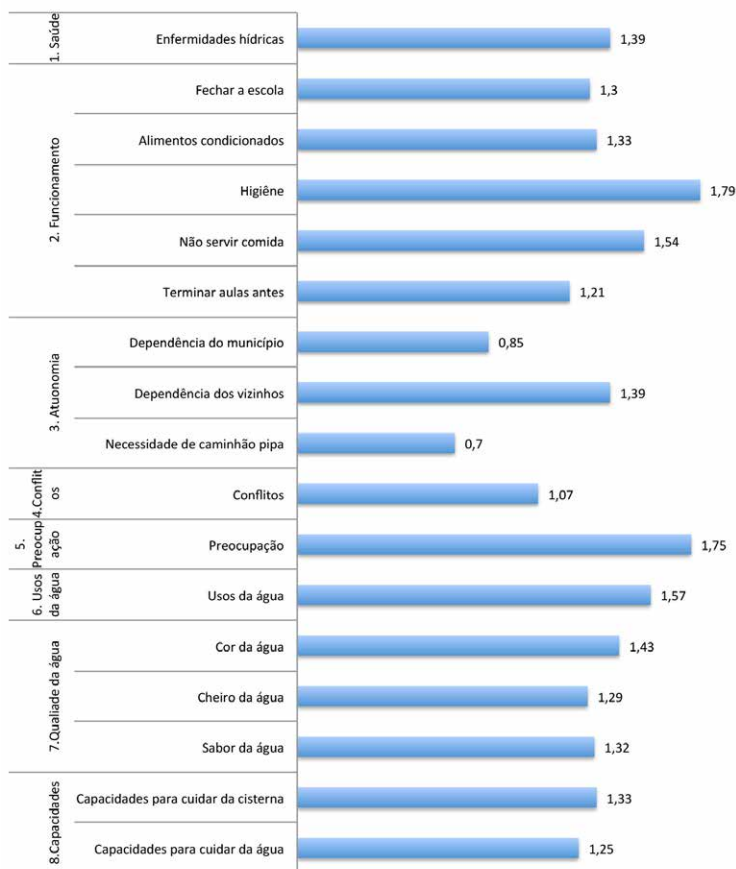
Ainda que em seções anteriores já se expuseram as avaliações dos beneficiários no que concerne aos diferentes indicadores definidos, nesta seção



apresentam-se os resultados das avaliações de todos os indicadores assim como das avaliações globais do projeto. Além do que, se analisam por separado as avaliações em função ao grupo de atores envolvidos.

Em primeiro lugar, a Figura 58 mostra a avaliação média dos atores entrevistados para os diferentes efeitos do projeto (em base aos 17 indicadores de efeitos esboçados para avaliar o projeto em base às entrevistas realizadas).

Figura 58 - Avaliação dos beneficiários quanto aos indicadores de efeitos do projeto.



Escala numérica para avaliação dos indicadores: 1 Piora; 0 Não varia; 1 Melhora ligeiramente; 2 Melhora muito.

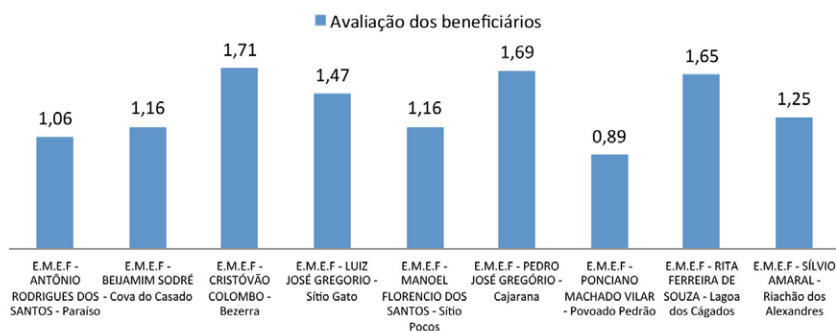
Em geral, os resultados das avaliações dos indicadores por parte dos beneficiários, resumem e reforçam o apresentado nas seções anteriores a este capítulo. Assim, os indicadores de higiene, preocupação e usos da água são os que manifestaram melhoria expressiva com a implantação do projeto, enquanto que

os relacionados à autonomia (dependência da prefeitura e necessidade de caminhão-pipa) são os que menos variaram com o projeto.

Não obstante, é preciso cuidado no momento de interpretar algumas dessas avaliações, devido às limitações presentes no instante da coleta da informação. Tais limitações são detalhadas no Anexo I.

A Figura 59 mostra a avaliação global dos efeitos do projeto por escola.

Figura 59 - Avaliação média por escola quanto aos efeitos globais do projeto.



Escala numérica para avaliação dos indicadores: 1 Piora; 0 Não varia; 1 Melhora ligeiramente; 2 Melhora muito

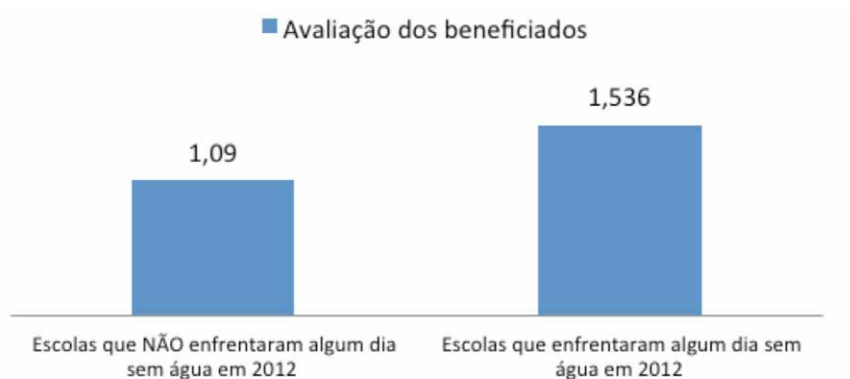
É possível observar que as escolas do município de Major Isidoro, em particular a escola E.M.E.F Pedro José Gregório na comunidade Cajarana, são as escolas que mais valorizam o Projeto de Cisternas Escolares; enquanto que as três escolas do município de Olho D'água das Flores, são escolas que percebem menos efeitos do projeto.

Este fato é explicado mediante as desigualdades na disponibilidade da água em ambos os municípios, pois as três escolas avaliadas no município de Olho D'água das Flores desfrutam de água canalizada, algo que não acontece com as escolas de Major Isidoro. Este resultado reforça o fato de que os efeitos do projeto dependem da situação inicial das escolas, em particular da sua necessidade por água, e destaca a importância em selecionar de modo pertinente as escolas beneficiárias.

A Figura 60 mostra a relação entre a avaliação global do projeto e o fato da escola enfrentar ou não falta de água em 2012, e apoia a conclusão já enunciada: os efeitos do projeto são proporcionais aos problemas da falta de água que atinge a escola.



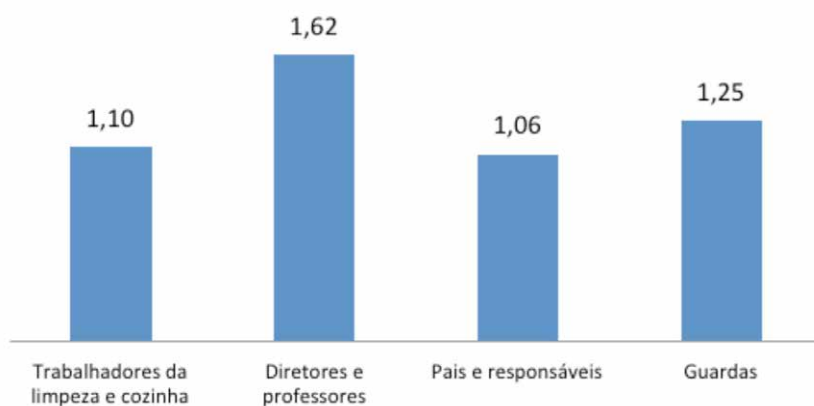
Figura 60 - Avaliação média dos indicadores de efeitos do projeto, conforme a falta de água nas escolas avaliadas.



Escala numérica para avaliação dos indicadores: 1 Piora; 0 Não varia; 1 Melhora ligeiramente; 2 Melhora muito.

Por outro lado, ao observar a avaliação do projeto por parte do grupo de atores (Figura 61), identifica-se que diretores e professores são os membros das comunidades escolares que mais valorizam os efeitos do projeto.

Figura 61 - Avaliação média por parte do grupo de atores quanto aos efeitos do projeto cisternas escolares.



Escala numérica para avaliação dos indicadores: 1 Piora; 0 Não varia; 1 Melhora ligeiramente; 2 Melhora muito.

As diferentes avaliações se explicam a partir da participação desigual dos diferentes grupos de atores nas capacitações. Geralmente, o grupo de diretores e professores possui maior acesso à informação sobre o projeto, e é na maioria

das vezes convidado a participar das capacitações. Em contraposição, a participação dos demais atores no projeto é quase nula. Isto pode motivar que diretores e professores percebam melhor os benefícios que o projeto de cisternas escolares representa para sua escola.

### Principais conclusões

De modo geral, o estudo da avaliação ressalta que o projeto possui efeitos positivos sobre diversos aspectos nas condições de vida das comunidades escolares, ainda que tais efeitos sejam mais evidentes quanto mais grave for o problema de falta de água nas escolas.

Em geral, os efeitos mais valorizados por parte dos beneficiários quanto ao projeto são as melhorias na higiene, durante o funcionamento diário das escolas (quando a água escasseia o pessoal da escola prioriza o consumo para a ingestão, em vez da higienização) e a possibilidade de dispor de novos usos para a água (como a irrigação das hortas escolares, e a prática de novos projetos, como o “Mais Educação”).

Além disso, o projeto melhora a resiliência das escolas perante problemas de abastecimento de água, ao dotá-las com uma maior capacidade de armazenamento (sendo proveniente da chuva ou do caminhão-pipa). Isto também evita que os trabalhadores das escolas idealizem abastecimentos alternativos para fazer frente à falta de água (como pedir aos alunos que levem água das suas próprias casas).

Ao mesmo tempo, ao dispor de um reservatório independente, facilita naquelas escolas que antes compartilhavam a água com a vizinhança, a gestão e o cuidado da sua própria água. Isto por sua vez, evita conflitos entre a comunidade escolar e a vizinhança (embora também possa causá-los, caso não sejam gerados espaços de participação e controle necessários).

No entanto, o fato de não poder garantir que as escolas possam cobrir suas necessidades de modo exclusivo com as águas de chuva, faz que o projeto da forma como foi esboçado atualmente, não garanta uma maior autonomia das escolas, que permanecem na dependência das prefeituras para o abastecimento de água, com o uso de caminhões-pipa.

No que diz respeito aos efeitos sobre a saúde, o fato de existir na área uma baixa incidência de doenças hídricas no momento da avaliação, torna difícil



avaliar se o projeto reduz ou não esse tipo de doenças entre os beneficiários. Não obstante, em vista de que os membros da comunidade não apenas ingerem água nas escolas, mas também fora delas, os beneficiários percebem como baixo o potencial do projeto, quanto a melhorar este efeito de modo concreto.

Outro ponto importante no estudo (tanto na avaliação específica da qualidade da água, como através da avaliação dos efeitos do projeto), ressalta que a qualidade da água das cisternas depende em grande medida das capacidades da comunidade escolar.

Não obstante, o estudo também corrobora que o projeto não capacita de modo correto o universo das comunidades escolares. Neste sentido se observa que o envolvimento, a informação e a participação dos diferentes grupos de atores no projeto são insuficientes e desiguais, e que a formação dos conselhos gestores não ocorre como de início foi esperado.

Além disso, identificou-se que o nível de participação dos beneficiários no projeto é baixo. Assim, a maioria dos atores entrevistados manifesta a ausência de informação adequada sobre o projeto, e que não se lhes pediu a opinião em nenhum momento.

De maneira especial, as secretarias de educação e as prefeituras dos municípios beneficiários não são envolvidas no projeto, apesar de serem as responsáveis finais pela manutenção das cisternas escolares. Deste modo, há o grave risco de que na falta de esforços necessários para envolver aos atores basilares, os mesmos não se responsabilizem pelo projeto, deixando em perigo de forma clara, sua manutenção e sustentabilidade no decorrer do tempo.



## 4. PRINCIPAIS RECOMENDAÇÕES DO ESTUDO DA AVALIAÇÃO

No decorrer de todo o estudo mostrou-se a importância das cisternas de placas, como elementos mobilizadores para introduzir e difundir o novo paradigma da Convivência com o Semiárido nas comunidades onde implementou-se o projeto.

Assim, a primeira recomendação é considerar pertinente ampliar e/ou multiplicar o Projeto de Cisternas Escolares, usando orientações específicas para que seja transformado em política pública no estado de Alagoas, e inclusive em todo o Semiárido brasileiro.

Aumentar a dimensão de um projeto com estas características pode ser considerado como uma oportunidade para dar resposta a algumas das principais fragilidades identificadas nos diversos componentes da avaliação. Assim, seria favorável garantir a manutenção das infraestruturas (por exemplo, no caso das bombas é mais fácil garantir que há um grupo de profissionais capacitados para realizar os reparos, quanto maior seja o volume do negócio de tais reparos).

Contudo, no momento de realizar esta ampliação e/ou multiplicação do projeto é imprescindível considerar o aspecto “coletivo” das cisternas escolares, para garantir sua sustentabilidade ao longo do tempo. Assim uma das recomendações basilares deste estudo é a necessidade de repensar as responsabilidades atribuídas aos diferentes atores envolvidos, quanto à manutenção das infraestruturas e gestão da água armazenada.

Por outro lado, o processo da avaliação em si permite constatar que a própria avaliação é uma ferramenta muito útil na melhoria do desenvolvimento de um projeto em execução, assim como no desenvolvimento de futuros projetos.

Por exemplo, a presença da equipe nas comunidades onde se implementou o projeto, permitiu que vários membros da comunidade escolar ainda sem participar das capacitações do mesmo, obtivessem as informações quanto a cuidar da água e da cisterna como fruto das explicações da equipe de avaliação. Da mesma forma, as frequentes visitas da equipe às escolas permitem acompanhar



a execução do projeto, informando ao executor (CONDRI) sobre a situação das escolas para que se realizem as ações pertinentes.

Por conseguinte outra das grandes recomendações deste estudo é fomentar a realização de estudos avaliativos onde se incorporem de forma ativa os beneficiários.

Além destas recomendações mais gerais, definiu-se uma série de recomendações específicas para cada um dos três componentes da avaliação, como é apresentado abaixo:

### Obra civil e hidráulica

- Comprar materiais para construir suportes adequados e aumentar a espessura do peitoril (15 cm).
- Incluir todos os elementos necessários no orçamento para garantir o bom acabamento de obra civil e hidráulica.
- Capacitar o pessoal técnico para a instalação e reparos de bombas manuais de extração de água das cisternas. Isso também pode ser uma oportunidade importante de trabalho para a região.
- Garantir o acompanhamento técnico ao executor durante a construção, e realizar o monitoramento quando a construção for concluída.
- Assumir que é um projeto baseado na hidrodinâmica, que evolui rapidamente e precisa de atenção para sua regulação.
- Introduzir uma supervisão na etapa de implementação para assegurar o funcionamento adequado prévio à recepção da infraestrutura, e para garantir a sustentabilidade.

### Qualidade da água

- Incorporar um mecanismo que facilite a remoção das primeiras águas. Para isso, podemos considerar alguns trabalhos acadêmicos desenvolvidos utilizando dispositivos de remoção automática (como por exemplo: Thomas, 2003; Texas Water Development Board, 2005; Souza et al., 2011; Neto, 2012) e soluções relacionadas com o Prêmio Mandacaru do IABS, incluindo os sistemas de remoção automática das primeiras águas que se mostraram eficientes e eficazes no contexto do Semiárido brasileiro.
- Estudar ações para garantir a higienização da cisterna (que por sua vez aumentará a eficácia do tratamento de cloração ao reduzir os valores de pH). Algumas dessas ações podem considerar os seguintes aspectos:

- Grandes dimensões para a cisterna podem ser prejudiciais para a qualidade da água, porque são esvaziadas com menor frequência, impedindo sua higienização. Deste modo, cisternas menores (uma ou várias, em função do número de alunos) poderiam ser mais adequadas, uma vez que não seria necessário o uso de uma escavadeira, e ocorreriam menos erros de construção e a higienização seria mais simples. Além do que, nas escolas onde fosse necessário mais de uma, a água poderia ser dividida quanto a sua origem ou por usos em função da qualidade, e quando a higienização ocorresse, sempre haveria outra disponível.
- Reforçar na capacitação (materiais e sessões) a importância da higienização.
  - Engajar as secretarias de educação na manutenção das cisternas.
  - Incorporar nos materiais de capacitação informações específicas sobre como clorar a água em situações em que é necessário misturar água de diferentes origens, e a influência do pH no tratamento para reforçar a necessidade de higienização.
  - Seguir usando os filtros antes de beber a água da cisterna.
  - Explorar outras opções de tratamento local alternativas ao cloro, como por exemplo, a desinfecção solar.
  - Instalar malhas e redes nos escoadouros, assim como em qualquer orifício da cisterna.
  - Não instalar malhas e redes na linha de fluxo, pois exigem higienizações periódicas que dificultam a manutenção. Quando da sua instalação, deve ocorrer sempre após a linha de fluxo da retirada das primeiras águas, caso contrário, ao desviar essas águas a água limpa será contaminada novamente ao passar pelo filtro.
  - Insistir para que os sistemas de abastecimento de água de chuva sejam incluídos no campo da aplicação da vigilância sanitária brasileira.

### Efeitos do projeto

- Fortalecer atividades do projeto que melhorem as capacidades das comunidades escolares. Para isso, propõe-se:
  - Realizar capacitações individuais em cada uma das escolas beneficiárias, garantindo que congreguem representantes de grupos dos atores cruciais na gestão da água nas comunidades escolares (cozinheiros, guardas, membros do conselho gestor e pais).



- Informar adequadamente as escolas sobre a razão para a capacitação, e apoiá-las na seleção dos representantes mais adequados para assistir as capacitações (por exemplo, membros do conselho gestor, trabalhadores que desempenham, ou o terão um papel importante no cuidado da cisterna e da água da escola, etc.). Caso não se realizem as capacitações individuais, se estabelecerá um limite no número de escolas e de pessoas por escola que assistem a cada capacitação, em vista de que as capacitações com um grande número de público se mostram pouco efetivas.
- No caso de realizar capacitações assistidas apenas por alguns dos representantes das comunidades escolares, se deve facilitar e garantir a transferência do conhecimento gerado aos demais membros da comunidade escolar.
- Convidar pais e responsáveis pelos alunos a participar nas capacitações aumenta sua confiança nos cuidados da água da escola e sobre a qualidade da água, e como consequência diminui a preocupação. Também estimula a que assumam uma atitude mais ativa no que concerne à água da escola.
- As capacitações devem ser realizadas previamente à construção da cisterna, para que os beneficiários estejam preparados no momento em que a cisterna começa a funcionar. No entanto, se a anterioridade da capacitação é excessiva, há o risco de que os beneficiários percam o interesse ou esqueçam o aprendido. Por outro lado, é conveniente considerar uma segunda capacitação pouco depois da instalação da tecnologia, de modo a que se resolvam as dúvidas surgidas após as primeiras experiências de uso da mesma.
- O horário e local das capacitações devem adaptar-se à disponibilidade dos beneficiários, prestando facilidades no transporte, se for o caso.
- As capacitações não devem limitar-se a instruir sobre os procedimentos no cuidado da água e das cisternas, mas devem também enfatizar a importância que há em responsabilizar-se e cumprir com essas tarefas, e nas consequências que isto representa para a escola. É de modo especial importante em escolas onde geralmente há uma boa oferta de água, e que apesar de não fazerem uso diário da cisterna, devem tomar consciência da importância

do cuidado diário, para que a água possa ser consumida e usada em uma situação de falta de água.

- Reforçar a criação de conselhos gestores da água. Criar em cada escola um conselho gestor da água e um regulamento que estabeleça regras e responsabilidades, que ajudem a garantir e facilitar o cuidado de cisternas e da sua água. Algumas propostas para facilitar a criação dos conselhos são aqui apresentadas:

- Constituir um conselho em uma reunião onde esteja presente a maior parte da comunidade escolar.
- Garantir e oferecer facilidades para que as escolas criem seus conselhos gestores.
- Proporcionar às escolas uma pessoa preparada na orientação e formação do conselho gestor, explicar sua importância e pautar a definição de regras e responsabilidades.
- Desenvolver um regulamento genérico, que possa ser proposto às escolas, de modo a agilizar a formação do conselho gestor, contudo garantindo total liberdade às comunidades escolares para alteração e adaptação do regulamento, afim de atender a realidade de cada escola.
- Adaptar o horário e o espaço da formação do conselho à disponibilidade dos beneficiários, proporcionando facilidades no transporte, se for o caso.
- Acompanhar a formação e o funcionamento dos conselhos gestores das escolas, solicitando aos mesmos o cumprimento das suas responsabilidades (através da secretaria de educação).

- Gerar espaços de participação para informar, consultar e envolver na participação do projeto, tanto as comunidades escolares como as circunvizinhas às escolas. Tais espaços são necessários para evitar que surjam conflitos internos nas escolas, como também entre as escolas e a comunidade circunvizinha.

- Estabelecer mecanismos para envolver no projeto as secretarias de educação e as prefeituras, garantindo a manutenção e sustentabilidade do projeto. Para envolver os municípios beneficiários e conseguir que se responsabilizem e apropriem das cisternas, é recomendada uma

comunicação direta entre os executores do projeto e as prefeituras ou secretarias de educação, e que se estabeleçam mecanismos de esclarecimento e atribuição de responsabilidades.

- Realizar outros processos avaliativos para coleta de informação durante o período das chuvas, para poder avaliar o Projeto de Cisterna em todas as cisternas construídas e em etapa de uso habitual.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas- ANA. (2014). Sistema de Informações Hidrológicas. Obtido em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>
- Alves, F. (2012). Qualidade da água em cisternas do Semiárido Pernambucano. 8º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva.
- American Water Works Association. (2000). Standars Methods for the examination of water and wastewater.
- Amorim, M. D., y Porto, E. R. (2001). Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE. Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva, 3.
- Articulação do Semiárido Brasileiro- ASA. (2009). ASA 10 Anos: Construindo Futuro e Cidadania no Semiárido. Recife: ASA, 2009.
- Beckman, G. (2014). Discurso pronunciado en el 1º Seminario Internacional de Convivencia com el Semiárido. 15 y 16 de Septiembre, Piranhas, Alagoas.
- Brito, L., y Porto, E. (2005). Avaliação das características físico-químicas e bacteriológicas das águas de cisternas da comunidade de Atalho, Petrolina-PE. 5º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo da água de chuva.
- Carvalho, L. A., y da Silva, D. D. (2014). Avaliação da qualidade da águas de cisternas da zona rural e urbana do município de Cuité-PB. Educação, Ciência e Saúde, 1(1), 17.
- Friese, S. Qualitative data analysis with ATLAS.ti. Sage, 2014.
- Freitas dos Santos, M., Angelico Araújo, R., y Silvio Roberto, M. (2012). Qualidade da água de chuva armazenada em cisternas rurais na região de Serrinha/BA. 8º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva.
- Fundação Banco do Brasil –FBB. (2004): Tecnología social. Uma estratégia para o desenvolvimento. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro.
- FUNDER, FAO, EMBRAPA SEMIÁRIDO, SAGI, DAM. (2009). Avaliação da sustentabilidade do programa cisternas do MDS em parceria com a ASA (Água-Vida).
- Gnadlinger, J. (2007). Rumo a um padrão elevado de qualidade da água de chu-



va coletada em cisternas no Semi-árido brasileiro. 6º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva.

Gomes, U. A. F., de Miranda, P. C., Pena, J. L., de Sousa, C. M., y de Ceballos, B. S. O. (2014). Elementos para una evaluación crítica del programa brasileño un millón de cisternas rurales-P1MC. *Agua y Territorio*, 1(2), 67-75.

Jones, N. y Sumner, A. (2009). Does mixed methods research matter to understanding childhood wellbeing? *Social Indicators Research*, 2009: 33-50.

Luna, C. F., Brito, A. M. D., Costa, A. M., Lapa, T. M., Flint, J. A., y Marcynuk, P. (2011). Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarréicos na população rural do agreste central de Pernambuco, Brasil. *Rev Bras Saúde Mater Infant*, 11(3), 283-92. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbsmi/v11n3/a09v11n3.pdf>

MDS. 2006. Avaliação dos Processos de Seleção e Capacitação do Programa Cisternas do MDS/P1MC – ASA: Impacto Socioambiental no Semiárido Brasileiro.

Neto, C. O. (2012). O descarte das primeiras águas e a qualidade da água. Simposio brasileiro de Captação e Manejo da água.

OCDE. (2013). Evaluating development activities. 12 Lessons from the OECD DAC, DAC/CAD. OECD Publications, París. Disponible en: <http://www.oecd.org/dac/peer-reviews/12%20Less%20eval%20web%20pdf.pdf>

Organización Panamericana de la Salud y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – OPS y CEPIS. (1996). Control de Calidad del Agua: Métodos de Análisis para la Evaluación de la Calidad del Agua. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031279/031279.pdf>

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la salud – OPS y OMS. (2009). Medición del cloro residual. Disponible en: <http://preparativosyrespuesta.cridlac.org/XML/spa/doc18189/doc18189-contenido.pdf>

Orquín, J. M., y Macebo, J. A. (2013). Análisis estructural de depósitos de agua realizados en escuelas de Brasil. *DisTecD. Diseño y Tecnología para el Desarrollo* 2013, 1, desde pág. 88 - hasta pág.96

Praag, N. (2011). Aid agencies must listen to the people they're helping. *The Guardian*, Marzo de 2011.

Silva, R. M. A. (2003). Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o Semiárido. *Sociedade e Estado*, Brasília, DF, v. 18, n. 1/2, p. 361-385, jan./



dez. 2003.

- Souza, S. H. B., Montenegro, S. M. G. L., dos Santos, S. M., dos Santos Pessoa, S. G., y Nóbrega, R. L. (2011). Avaliação da Qualidade da Água e da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Sistemas para Aproveitamento de Águas de Chuva. Diretoria da ABRH, 81.
- Spinks, A. T., Coombes, P., Dunstan, R., & Kuczera, G. (2003). Water Quality Treatment Processes in Domestic Rainwater Harvesting Systems. 28th International Hydrology and Water Resources.
- Tavares, A. C. (2009). Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no Semi-árido Paraibano. Campina Grande, Paraíba.
- Texas Water Development Board. (2005). The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Austin.
- Thomas, D. B. (2003). Improving water quality by design. XI IRCSA CONFERENCE -- PROCEEDINGS.
- Ventura, A. C., Fernández, L. y Andrade, J. C. S. (2013). Tecnologias Sociais para Enfrentamento das Mudanças Climáticas no Semiárido: Caracterização e Contribuições. Rev. Econ. NE, Fortaleza, v. 44, n. especial, p. 213-238, jun. 2013
- Ventura da Silva, C. (2006). Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de cas: Aracuaí, MG. Belo Horizonte. Tesis Doctoral. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)–Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- World Health Organization. (2011). Guidelines for drinking quality water: 4th Edition.
- 3IE. (2009). Water sanitation and hygiene interventions to combat childhood diarrhoea in developing countries. International Initiative for Impact Evaluation. Delhi.





# ANEXO I. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como foi apresentada na introdução, a avaliação foi concebida como uma estratégia para fortalecer e contribuir na difusão dos espaços para a inovação social, criados pelas populações do Semiárido brasileiro, sob o novo paradigma da Convivência com o Semiárido.

Nesse sentido, o trabalho também pretende ajudar o esboço de qualquer outra avaliação futura, planejada no contexto de projetos baseados na reaplicação de tecnologias sociais; este capítulo apresenta as principais dificuldades encontradas para realizar as atividades de avaliação do modo como foram esboçadas. Além disso, conhecer as limitações é especialmente relevante para conseguir interpretar e valorizar todos os resultados apresentados ao longo deste livro.

De um modo geral, as principais limitações dos resultados deste estudo de avaliação se relacionam com o curto período de tempo no qual se realizou a coleta da informação relevante. Daí que, mesmo que a etapa de coleta da informação se estendesse de abril de 2013 a março de 2014, a maior parte das cisternas foi construída entre janeiro e março de 2014, fato que limitou a coleta de dados quanto aos efeitos referentes aos quatro últimos meses.

Por conseguinte, o componente de estudo mais afetado por estes atrasos, foi a avaliação dos efeitos do projeto, mesmo que os demais componentes também fossem afetados, como a continuação se explica.

## Limitações sobre os resultados das obras civis e hidráulicas:

A avaliação do projeto foi realizada na fase da sua implementação. Nesta fase é normal que existam incidências nas infraestruturas que posteriormente podem ser corrigidas. Por outro lado, podem existir “vícios ocultos” nas infraestruturas, difíceis de detectar e avaliar nesse momento. Assim, ainda que existam dados suficientes para extrair conclusões e propor algumas recomendações neste componente da avaliação, recomendasse realizar outra avaliação após a conclusão do período de implementação do projeto, durante seu período de vida útil.



### Limitações nos resultados da qualidade da água

A principal limitação dos resultados da análise da qualidade da água está relacionada com o fato de que o período de amostragem (outubro a março) não cobria o período chuvoso.

Além disso, comparando o período de amostragem com vários períodos de recesso (Natal e Carnaval) não foi possível coletar o mesmo número de amostras em todas as escolas.

Por fim, selecionaram-se as 8 cisternas nas quais se realizou o diagnóstico da qualidade da água, por serem as únicas em funcionamento por tempo mínimo de modo a poder extrair conclusões e recomendações relevantes, daí que não foi possível a aplicação de critérios de representatividade que pudessem ajudar a generalizar as conclusões obtidas.

### Limitações nos resultados da avaliação dos efeitos

O curto período transcorrido desde a instalação das cisternas até a realização das entrevistas e questionários, limitou as evidências encontradas para avaliar a maioria dos efeitos. Por exemplo, o fato de que muitas das escolas avaliadas não possuíssem cisterna construída no período anterior às chuvas, impediu chegar a conclusões sólidas quanto à relevância do projeto na melhoria da autonomia das escolas.

Também não foi possível realizar uma análise dos modelos de gestão da água nas escolas (devido aos atrasos nas construções), apesar de que esta gestão é um dos aspectos mais relevantes para garantir que os potenciais efeitos do projeto sejam materializados.

Como no caso da qualidade da água, a impossibilidade de selecionar as escolas objeto de estudo, impediu avaliar um conjunto de escolas que pode ser considerado como representativo, pois existem escolas mais isoladas e vulneráveis do que aquelas 9, as quais finalmente foram analisadas em profundidade.

Em resumo, e em vista da impossibilidade de eliminar os riscos de que haja atrasos na execução de um projeto de cooperação internacional, recomendasse prever um período mais amplo para a realização dos estudos de avaliação, maior à aquele esboçado na avaliação aqui apresentada.



Série Cooperação Brasil – Espanha  
Acesso à Água e Convivência com o  
Semiárido  
Programa Cisternas BRA 007-B

Nesta série estão previstas sete  
publicações que resumem e  
demonstram os resultados obtidos  
com a execução do Programa.

#### PUBLICAÇÕES DA SÉRIE:

- » Programa Cooperação Cisternas BRA 007-B: parcerias rumo à Convivência com o Semiárido
- » Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e Protagonismo Social
- » Estratégias de Convivência com o Semiárido Brasileiro: Textos e Artigos de Alunos (as) Participantes
- » Formação para a Convivência com o Semiárido Brasileiro: Processos e Resultados
- » Prêmio Mandacarú: projetos e práticas inovadoras de acesso à água e convivência com o semiárido
- » Avaliação de cisternas escolares no semiárido alagoano
- » Avaliação de impacto de cisternas domiciliares: qualidade da água, saúde e bem estar das famílias no semiárido brasileiro

#### Execução:



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

#### Realização:



FCAS  
Fondo de Cooperación  
para Agua y Saneamiento



Ministério do  
Desenvolvimento Social  
e Combate à Fome

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA