

B R A S I L



**ABC** Agência Brasileira  
de Cooperação

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES

Cooperação Técnica entre  
Países em Desenvolvimento  
BRA/04/043

**Embrapa**

*Semi-Árido*

Instituição coordenadora: Agência Brasileira de Cooperação - ABC  
Responsável Técnico: Patrícia Canuto

Instituição implementadora: Embrapa Semi-Árido  
Responsável Técnico: Aderaldo de Souza Silva

Relatório Técnico Final

# CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DOMICILIARES NO HAITI

“A experiência do semi-árido brasileiro  
ao povo haitiano”

Petrolina-PE, julho de 2008



Agência Brasileira de Cooperação (ABC) -  
Ministério das Relações Exteriores (MRE)  
Cooperação técnica entre países em desenvolvimento

Embrapa Semi-Árido

<BRA/04/043>

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

# **CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DOMICILIARES NO HAITI**

BRASIL - HAITI - ARGENTINA

(Período: outubro de 2006 a outubro de 2008)

Petrolina-PE, julho de 2008

## **Participantes do Projeto tripartite Brasil/Argentina/Haiti, pertencente ao Projeto Pro-huerta**

### **Responsável Técnico:**

**Aderaldo de Souza Silva**

### **Editores Técnicos:**

**Aderaldo de Souza Silva** – Engenheiro Agrônomo, Ph. D., Pesquisador em Impacto Ambiental, Embrapa Semi-Árido, Petrolina\_PE – [aderaldo@cpatsa.embrapa.br](mailto:aderaldo@cpatsa.embrapa.br)

**Célia Maria M. de Souza Silva** - Ph.D. em Microbiologia Aplicada, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente – [Celia@cnpma.embrapa.br](mailto:Celia@cnpma.embrapa.br)

**Elisabeth Francisconi Fay** – Mestrado em Ciências Biológicas – Resíduos de Pesticidas, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente –

**Luiza Teixeira de Lima Brito** - Engenharia Agrícola, Dra. em Recursos Hídricos Pesquisadora em Recursos Hídricos, Embrapa Semi-Árido, Petrolina\_PE – [luizatlb@cpatsa.embrapa.br](mailto:luizatlb@cpatsa.embrapa.br)

### **Participantes brasileiros em missões no Haiti:**

**Aderaldo de Souza Silva**

**Dario Nunes dos Santos** - Graduado em Biologia; técnico do Instituto Regional de Pesquisa Agropecuária Apropriada, Juazeiro BA – [dario@irpaa.org](mailto:dario@irpaa.org)

**Elizabete de Oliveira Costa** - Graduada em Pedagogia, Instituto Regional de Pesquisa Agropecuária Apropriada; Juazeiro BA– [bete@irpaa.org](mailto:bete@irpaa.org)

**Luiza Teixeira de Lima Brito** - Engenharia Agrícola, Dra. em Recursos Hídricos Pesquisadora em Recursos Hídricos, Embrapa Semi-Árido, Petrolina\_PE – [luizatlb@cpatsa.embrapa.br](mailto:luizatlb@cpatsa.embrapa.br)

**José Aparecido** – Ex-Técnico do Instituto Regional de Pesquisa Agropecuária Apropriada, Juazeiro BA.

### **Colaboradores no Haiti:**

**Wesly Jeune** – Engenheiro Agrônomo (Consultor Autônomo/IICA) – [weslyjeune@yahoo.com.fr](mailto:weslyjeune@yahoo.com.fr)

**Paul Nanphy** – Núcleo Técnico da Embaixada Brasileira no Haiti – [paul@yahoo.com.fr](mailto:paul@yahoo.com.fr)

### **Colaboradores no Brasil:**

**Patrícia Canuto** – Agencia Brasileira de Cooperação Internacional – [patriciacanuto@abc.gov.br](mailto:patriciacanuto@abc.gov.br)

**José da Silva Madeira Neto** – Coordenador de Cooperação Internacional, Assessoria de Relações Internacionais – ARI, Empresa de Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, [j.madeira@embrapa.br](mailto:j.madeira@embrapa.br).

**Lúcio Alberto Pereira** – Bacharel em Ecologia, Dr. Em Geociências e Meio Ambiente, Pesquisador em Manejo de Bacias Hidrográficas, Embrapa Semi-Árido, Petrolina\_PE – [lucio.ap@cpatsa.embrapa.br](mailto:lucio.ap@cpatsa.embrapa.br)

**Paulo Pereira da Silva Filho** – Especialização em Gestão Ambiental; Técnico em Geoprocessamento, Embrapa Semi-Árido, Petrolina\_PE – [ppsfilho@cpatsa.embrapa.br](mailto:ppsfilho@cpatsa.embrapa.br)

**Jussara Soares Amorim** - Graduação em Secretariado Executivo; Gestora de Projetos – [jussara@cpatsa.embrapa.br](mailto:jussara@cpatsa.embrapa.br).

## **Apresentação**

A Embrapa Semi-Árido, em parceria com o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada, divulga com esta publicação a Experiência sobre construção de cisternas piloto de alambrado, como resultados de três missões ao Haiti, realizadas em julho de 2006, outubro de 2006 e outubro de 2007.

A missão brasileira de prospecção, constituída pelo conselheiro da ABC-MRE e de pesquisadores da Embrapa Hortaliças ([www.cnph.embrapa.br](http://www.cnph.embrapa.br)) e da Embrapa Semi-Árido ([www.cpatsa.embrapa.br](http://www.cpatsa.embrapa.br)), ocorrida no mês de julho de 2006, consolidou o interesse das áreas pretendidas na cooperação: transferências de tecnologias para a produção de hortaliças e validação social pelas famílias haitianas, construção de cisternas domiciliares pluviais, com dupla finalidade, consumo humano e micro-irrigação, e a avaliação da sustentabilidade ambiental do uso das águas superficiais e subterrâneas, utilizada para uso doméstico.

Assim, o Governo Brasileiro firmou parcerias com instituições haitianas com o intuito de desenvolver juntos, programas de captação e armazenamento de água de chuva, para tentar minimizar a intensa problemática que o Haiti enfrenta neste setor. As atividades do Projeto “CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DOMICILIARES NO HAITI” tiveram como pressuposto as afirmativas anteriores e, foram realizadas sob a coordenação e supervisão da ABC-MRE, no marco do Programa BRA/04/043.

O presente Relatório Técnico Analítico, em sua primeira edição, focaliza pela primeira vez a questão de transferência de tecnologia socioambiental, representada pela cisterna domiciliar, no marco da segurança alimentar, objetivando o suprimento vital de água para consumo humano, em uma das regiões com alto índice de escassez de água para as populações mais necessitadas.

Trata-se de um conjunto de experiências vivenciadas, diretamente, com o povo haitiano, onde as entidades mencionadas sob a coordenação da Agencia Brasileira de Cooperação – ABC, vinculada ao Ministério de Relações Exteriores, realizou, conjuntamente, com mais de cinquenta (50) haitianos, no âmbito das comunidades, a adaptação da cisterna domiciliar, desenvolvida para o semi-árido brasileiro, as condições socioambientais do país haitiano.

Este Relatório Técnico Analítico apresenta além da experiência haitiana, um breve histórico da experiência brasileira sobre a construção de cisternas, outras tecnologias socioambientais, passíveis de transferência e, no capítulo final uma proposta de Programa Piloto de Construção de 1.014 Cisternas Domiciliares para consumo humano e produção de alimentos básicos, em 78 comunidades distribuídas estrategicamente, no país com orçamento global de US\$ 1,776,130.16 (Hum milhão, setecentos e setenta e seis mil, cento e trinta dólares americanos e dezesseis centavos).

**Natoniel Franklin de Melo**

Chefe Geral da Embrapa Semi-Árido

# Sumário

<b>1 - O NORDESTE E A CONVIVÊNCIA COM O SEMI-ÁRIDO</b>	<b>7</b>
1.1 - O Nordeste Brasileiro	8
1.2 - Importância da captação de água de chuva	10
1.3 - Importância do programa um milhão de cisternas – P1MC/ASA	13
1.4 - O acervo tecnológico brasileiro para regiões com recursos hídricos escassos	15
1.5 – Literatura Consultada	20
<b>2 - COOPERAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA EM REGIÕES COM ESCASSEZ DE ÁGUA PARA BEBER E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS</b>	<b>21</b>
2.1 - Introdução	22
2.2 - Cooperação técnica entre países em desenvolvimento	23
2.2.1 - Primeira missão (Embrapa/Semi-Árido-Hortaliças)/ABC-MRE - 23/07 a 01/08/06	23
2.3 - Localização da área de estudo	26
2.4 - Tecnologias do Semi-Árido Brasileiro, selecionadas para serem transferidas as condições socioambientais haitianas	29
2.5 – Literatura Consultada	33
<b>3 - TECNOLOGIA BRASILEIRA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA POR MEIO DE CISTERNAS DOMICILIARES PARA USO DOMÉSTICO</b>	<b>34</b>
3.1 - Introdução	35
3.2 - Curso Prático de Construção de Cisterna de Alambrado	36
3.3 - Curso Prático de Construção de Cisterna de Alambrado para Promotores (Multiplicadores) no Haiti	36
3.3.1 - Construção da Cisterna:	38
3.3.2 - Kit dos materiais necessários à construção da cisterna de alambrado	47
3.3.3 - Dimensionamento da cisterna	48
3.3.4 - Necessidades de água para diferentes espécies	49
3.3.5 - Necessidade de água para 3, 5 e 8 pessoas, em função do período sem chuvas	49
3.3.6 - Necessidade de áreas de captação em função das chuvas ocorrentes	49
3.3.7 - Elementos Essenciais ao sistema de captação de água de chuva	50
3.3.8 - Tratamento da água pelas companhias de abastecimento	51
3.4 - Agradecimentos	52
3.5 – Literatura Consultada	53
<b>4 - A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA NO HAITI NA CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DOMICILIARES PILOTO</b>	<b>54</b>
4.1 - Introdução	55
4.2 - Segunda missão	55
4.3 - Ressalvas técnicas à tecnologia de captação de água de chuva	56
4.4 - Treinamento dos promotores do “Pro-Huerta” em construção de cisternas	57
4.4.1. Material necessário para construção de uma cisterna de 10m <sup>3</sup> .	59
4.5 - Passo a Passo à construção das cisternas em Balan-Ganthier e Beaugé	60
4.6 - Pontos positivos e críticos da segunda missão ao Haiti	64
4.7 - Terceira missão de cooperação técnica brasileira - 02 a 27/10/07	65
4.8 – Literatura Consultada	78

<b>5 - GESTÃO DAS ÁGUAS DE USO DOMÉSTICO PROVENIENTES DE CISTERNAS DOMICILIARES</b>	<b>79</b>
5.1 - Introdução	80
5.2 - Avaliação de qualidade das águas das fontes hídricas	80
5.2.1. Parâmetros Físicos	80
5.2.2. Parâmetros Químicos	85
5.2.3. Parâmetros biológicos	87
5.3. Análises de qualidade das águas	90
5.4. Literatura Consultada	97
<b>6 - AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA O PROGRAMA PILOTO DE CISTERNAS NO HAITI – PROPOSTA</b>	<b>98</b>
6.1. Introdução	99
6.2. Parcerias	100
6.3. Entidades Responsáveis	100
6.4. Entidades co-participes	101
6.5. A concepção do Programa Cisternas Brasil-Haiti	102
6.6. Capacidade de água útil em cisternas domiciliares de 6 m <sup>3</sup> , 8 m <sup>3</sup> , 10 m <sup>3</sup> e 16 m <sup>3</sup> .	103
6.7. Dimensões de telas de arame galvanizadas a serem adquiridas para construção das cisternas (reservatórios) e das placas de cobertura.	104
6.8. Custo de implantação de cada cisterna com capacidade para 6 m <sup>3</sup> , 8 m <sup>3</sup> , 10 m <sup>3</sup> e 16 m <sup>3</sup> , bem como a Mão-de-Obra necessária para sua execução.	105
6.9. Distribuição de cisternas piloto em função da forma de uso e de onde construir.	107
6.10. Relação das Comunidades Haitianas prioritárias	109
6.11. Orçamento Global	111
6.12. Equipe técnica	116
6.13. Literatura Consultada	118
<b>7 - Anexo: Bomba Bola de Gude</b>	<b>119</b>



# 1

## O NORDESTE E A CONVIVÊNCIA COM O SEMI-ÁRIDO

---

Aderaldo de Souza Silva  
Dario Nunes dos Santos  
Luiza Teixeira de Lima Brito

## 1.1 - O Nordeste Brasileiro

O nordeste brasileiro abrange uma área de 1,54 milhões de km<sup>2</sup>, que corresponde a 18% do território nacional, e abriga 44,8 milhões de habitantes, que representam 28% da população brasileira. Nesta região, está inserido o Semi-Árido brasileiro, que se estende do Norte do Piauí ao Norte de Minas Gerais (Figura 1), ocupa uma área de aproximadamente 1.083.790 km<sup>2</sup> com uma população de 28,6 milhões de habitantes.

O principal critério para delimitação física deste espaço foi estabelecido considerando a isoleta de 800 mm, ou seja, todos os municípios que apresentaram, numa série histórica de, pelo menos 30 anos, precipitação média anual de até 800 mm, estão incluídos no Semi-Árido brasileiro. Com a aplicação deste critério, a região atualmente comporta 1305 municípios.



Figura 1. Mapa da região Nordeste com a delimitação do Semi-Árido.

Trata-se de uma região caracterizada por uma grande diversidade de quadros naturais e socioeconômicos. A compreensão sobre a diversidade do Semi-Árido, no que se refere aos seus recursos naturais e agrossocioeconômicos, tem sido objeto de estudos da Embrapa, que identificaram



172 unidades geoambientais na região Nordeste, das quais 110 estão dentro do Semi-Árido (Silva et al. 1993).

As características edafoclimáticas e hidrológicas da região semi-árida são semelhantes às de outros semi-áridos quentes e secos do mundo, apresentando de forma constante longos períodos de secas intercalados com as cheias nos rios temporários; elevadas taxas evapotranspirométricas, em média 2000 mm/ano, proporcionando déficit de umidade no solo durante a maioria dos meses do ano.

Os solos da região semi-árida em sua maioria são rasos, com baixa fertilidade natural e uma vegetação rala, denominada de caatinga, que apresenta grande diversidade de espécies adaptadas, com alto potencial de exploração, fornecendo frutas nativas frescas e, ou matéria-prima para transformação de alimentos para consumo humano e forragens para o consumo animal. Ademais, no domínio do substrato cristalino, os aquíferos são de baixa produtividade, com vazões inferiores a  $3,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , elevados teores de sólidos dissolvidos totais, em média,  $3,0 \text{ g l}^{-1}$ , com predominância de cloretos (Leal, 1999).

A região estudada não se caracteriza como um espaço homogêneo. Segundo a Embrapa, existem 132 Semi-Áridos diferentes, ou seja, um "grande mosaico", representado por 132 Unidades Geoambientais (UGs) diferenciadas. Nos estudos recentes da Embrapa Semi-Árido, se utiliza a Unidade Geoambiental como conceito de território.

Do total de água existente no país, apenas 3% encontram-se na região Nordeste, dos quais 2/3 localizados na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. Segundo dados da Rede Marinho-Costeira e Hídrica do Brasil (RMCH-BR), a bacia do rio Parnaíba (Piauí/Maranhão) detém 15% da água disponível na região Nordeste. Essas duas bacias dispõem de 78 % da água da região, enquanto as bacias dos rios intermitentes nordestinos detêm apenas 22% da água disponível, as quais se concentram em 450 açudes de grande porte e em aquíferos profundos pontuais, que suprem ao redor de 100 mil poços tubulares perfurados.

Por outro lado, ao redor de 50% dos poços profundos existentes na região, cuja água poderia ser utilizada para consumo humano, em sua maioria é salobra ou salgada, não sendo apropriada para o consumo *in natura*. A utilização dessas águas subterrâneas, por falta de opção, pelas comunidades dispersas na região, pode provocar doenças e aumentar a mortalidade infantil.

Portanto, o recurso natural crítico é a água. O uso incorreto na agricultura irrigada, a precariedade do seu gerenciamento e a poluição das fontes de armazenamento, são problemas crescentes, ainda pouco estudados. Mesmo possuindo reservas hídricas, são mais de 70 mil açudes, dos quais 450 com capacidade com mais de um milhão de metros cúbicos, devido a alta evaporação e ao mal gerenciamento, tem apenas 25% da sua capacidade total aproveitada. Além disso, dos mais de 50 mil poços perfurados, há um terço sem uso.

O acesso à água é importante. Técnicas simples, baratas e descentralizadas de captação e armazenamento da água (barragens subterrâneas, cisternas, tanques de pedra) já existem e contribuem para a convivência com as condições naturais da região (Barbosa, 2005).

## **1.2 - Importância da captação de água de chuva**

As evidências mais remotas sobre este tipo de captação de água datam de 3.700 A.C., no centro de Creta, no Palácio de Knossos. As alas do palácio tinham aberturas que possibilitavam a penetração da luz e, ao mesmo tempo, coletavam a água da chuva. A água era drenada através de canais de pedra que a conduziam a seis cisternas.

Evidências posteriores foram observadas em várias outras civilizações antigas da Europa. Nesse caso, os desenhos arquitetônicos dos telhados das casas apresentavam várias formas de captação de água de chuva. Toda a água coletada era armazenada em cisternas para uso posterior, provavelmente tendo como principal utilização o uso doméstico (United Nations Environment Program, 1983).

O Império Romano utilizou a coleta de água de chuva em grande escala, não somente para uso doméstico, mas também para apoio aos tempos de escassez. Na época, os engenheiros construíam grandes e profundas cisternas, que armazenavam a água captada do telhado, proveniente de grandes áreas e de vários prédios. Assim, uma das cidades romanas cresceu e expandiu sua habilidade de captação de água de chuva, produzindo um sistema central de suprimento de água (United Nations Environment Program, 1983). Na localidade de Arberolus, os italianos construíram uma cisterna, com o objetivo de fornecer água para as locomotivas a vapor. Quando este uso foi encerrado, o povo de Arberolus passou a utilizar esta água para o suprimento doméstico. Ainda hoje 500 famílias utilizam água de cisternas (Mariam, 2005).

Acredita-se que no século IX ou X, a tecnologia de captação de água foi amplamente difundida no mundo. A captação via telhado e as várias técnicas de manejo de umidade para agricultura, foram praticadas no México, no leste Europeu, norte da África, China e Índia. Próximo ao início do século XX, a demanda por água tornou-se muito alta e este tipo de captação de água de chuva perdeu a sua importância (United Nations Environment Program, 1983). No entanto, ainda é usada em muitas partes do mundo, mas não é uma prática aceita nas grandes cidades devido a maior disponibilidade de fontes centralizadas.

Hoje áreas como a África, Israel e Índia, praticam amplamente a captação de água de chuva para a obtenção de água para vários propósitos. A captação via telhado é muito usada para propósitos domésticos, enquanto a captação no solo é destinada para uso agrícola. Em Eritrea, país da África com clima árido e semi-árido, esta tecnologia é muito usada, principalmente em Semenawi Bahri. Este país com poucos recursos hídricos e predominantemente dependentes da agricultura de sequeiro, tem sido vítima de secas recorrentes e devastadoras. A maior fonte de suprimento de água para a

população é a água subterrânea e a recarga depende da precipitação anual e lixiviação. Com o aumento na frequência das situações de secas recorrentes e com o prolongamento destes períodos, a escassez da água subterrânea tem piorado atualmente. Portanto, há necessidade urgente de reter diretamente a água da chuva, captada nos telhados, para uso doméstico e da comunidade. O departamento de recursos hídricos do Ministério de Manejo de Água e Ambiente, em colaboração com outros Ministérios, prepararam o Protocolo & Diretivas Nacional para Captação de Água de Chuva de Telhados, por meio da participação ativa de engenheiros, ambientalistas e tomadores de decisão. Considerando os contrastes topográficos de Eritrea, bem como a sua condição climática, foi possível assumir que 40% da população residente no país será beneficiada com esta tecnologia (Mariam, 2005).

A agricultura de sequeiro constitui a base agropecuária no do sul da Ásia, com população equivalente a 75 % dos pobres. A Índia, país do sul da Ásia, adota a estratégia de captação de água em microbacias, para a redução da pobreza e para o desenvolvimento sustentável das áreas secas. A média de chuva na Índia é de 1.170 mm, variando de 100 mm no deserto ao Oeste da Índia, para 15.000 mm nas áreas de mais alta precipitação do nordeste. Cerca de 12 % do país recebe uma precipitação média menor que 610 mm, enquanto 8 % recebe mais que 2.500 mm. No entanto, mais de 50% desta chuva, cai em cerca de 15 dias e em menos que 100 horas, do total de 8760 horas no ano. O número total de dias chuvosos pode variar de menos de cinco dias por ano nas regiões desérticas de Gujarat e Rajasthan –chuvas com alta densidade – para 150 dias no nordeste. Portanto, é importante captar essa precipitação que cai em poucas horas. Reconhecendo este fato a Índia capta água de várias formas, sendo uma delas via telhado. Esta tecnologia rudimentar possibilitou a habitação no deserto de Thar. Hoje ele é o mais denso povoado do mundo.

Alguns países dependem quase que totalmente da água de chuva como fonte primária da água de beber, por exemplo, nas Bermudas, a ação governamental ajuda a assegurar um suprimento adequado de água. Mesmo com 1.430 mm de precipitação média anual, essa pequena ilha tem pouca área e base natural para ser usada como reservatório. Assim, o governo assegura que os telhados, calhas e tanques de armazenamento sejam apropriadamente construídos, para a captação eficiente de água em cada moradia. Os sistemas de captação são capazes de suprir uma demanda média de 80 litros por dia/moradia. Somente durante os períodos de seca, o governo desta ilha busca água externamente (United Nations Environment Program, 1983).

Áreas de captação em solo são usadas para coletar água via armadilhas de argila e barreiros, mas, normalmente, visando propósitos agrícolas. A água coletada desta forma contém altos níveis de sedimentos e contaminantes que, podem causar riscos à saúde se usada para beber. Por outro lado a captação via telhado reduz drasticamente a carga de sedimento e o problema da contaminação e é mais barata.

Poeira e contaminantes também podem ser captados na superfície dos telhados, mas a sua maioria é lavada após a primeira chuva. Portanto, deve-se descartar esta primeira água, e há métodos simples para isso. A Austrália introduziu o chamado *swing funnel*. O funil inicialmente enche mais rápido do que pode ser perdido através de um pequeno furo. Uma vez que o funil já alcançou certo ponto, ele se move para outro lado e permite que o resto do fluxo seja captado. Outro dispositivo é chamado de *baffe tank*. O primeiro fluxo e todo o fluxo posterior vão para um tanque onde ele é filtrado por *baffles* verticais. O sedimento então precipita para o fundo do tanque e a água limpa continua a fluir para o sistema de armazenamento. A desvantagem de usar este método é que o sedimento precisa ser periodicamente limpo (Grant et al., 2002).

Uma vez passada a fase de captação, a água pode ser filtrada ou não, e então armazenada. Há inúmeras opções para o armazenamento da água, sendo que serão apenas comentados os principais pontos a serem considerados no desenvolvimento do potencial de armazenagem. O primeiro é que o recipiente seja fechado para prevenir a perda por evaporação e a contaminação por poeira e poluentes. A localização do armazenamento é importante. O armazenamento no subsolo manterá a água numa temperatura fria, otimizará o espaço do solo e manterá a qualidade da construção. No subsolo, a construção será mais barata porque as paredes serão reforçadas pelo solo circundante. Terceiro, há normalmente capacidade limitada para armazenamento a longo-prazo e a água não tratada degradará com o tempo. O tempo de armazenamento deverá ser mínimo, a menos que a complexidade do sistema seja maior para tratar a água coletada.

Após o armazenamento, a água será distribuída para diferentes sistemas de acordo com o uso. Se for residencial, ela será bombeada para a casa para o uso doméstico. Se, for um sistema de larga escala, então a água será distribuída para os diferentes sistemas de aplicação. Por exemplo, se a água for usada para irrigação, ela poderia ser simplesmente bombeada do armazenamento para o armazenamento da irrigação ou diretamente para os tubos do sistema de irrigação. Nesse caso, para conectar os dois sistemas seriam necessários uma bomba, os tubos conectores e o sistema regulador (manual ou automático).

No Brasil, deve-se destacar o Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semi-Árido: Um milhão de Cisternas Domiciliares - P1MC, da ASA, em parceria com o governo federal. Este tem 66,45% financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) ([www.asabrasil.org.br](http://www.asabrasil.org.br) - dados atualizados de 31.12.2005) e, possibilitou a construção de cisternas familiares e comunitárias, em larga escala, por todo o Semi-Árido brasileiro. É um exemplo concreto da existência de milhares de cisternas domiciliares, de placas e de alambrado (tela de arame, mais argamassa de areia e cimento), nas áreas secas do Nordeste, para captação de água de chuva provendo com água potável as famílias localizadas em áreas com recursos hídricos extremamente escassos.

As cisternas de placas utilizadas pelo MDS/P1MC-ASA têm sua origem na experiência de um pedreiro do semi-árido, enquanto a cisterna de alamedado é originária do IRPAA. Cumpre salientar que a Embrapa Semi-Árido é pioneira em termos de pesquisa de cisternas na região, tendo sido reconhecida pela Associação Internacional de Captação de Água de Chuva.

### **1.3 - Importância do programa hum milhão de cisternas – P1MC/ASA**

O enfoque da demanda responsável é o ponto fundamental para encontrar sistemas sustentáveis de água no nível de comunidades. Em outras palavras, a sustentabilidade pode ser alcançada pelo entendimento e responsabilidade da demanda efetiva de água pelos usuários.

Nas áreas rurais, as fontes de água são usadas para necessidades básicas e propósitos produtivos. O primeiro refere-se à água usada para consumo humano (beber, cozinhar, higiene pessoal e limpeza) e o segundo para atividades de agricultura familiar que são dependentes da disponibilidade de água com suprimentos seguros e confiáveis. A produção de hortaliças, criação de animais, olarias, são alguns exemplos de uso de água para geração de renda.

A maioria das pesquisas para o meio rural doméstico focaliza a água para o consumo humano, excluindo a água relacionada às atividades econômicas. Os sistemas têm sido desenhados para fornecer água de qualidade para beber e, em muitos casos, o custo é alto. Portanto, há necessidade de preencher as lacunas de informações relacionadas aos modelos de uso doméstico da água, objetivo prioritário, por pelo menos duas razões:

- O entendimento dos modelos de uso e demanda doméstica de água, sob uma perspectiva ampla (tanto para as necessidades básicas quanto para as atividades econômicas), melhorará a capacidade de responder a demanda, sendo um passo importante em direção à sustentabilidade.

A constituição da Comissão Água, dentro da ASA Paraibana, levou em consideração o acúmulo do trabalho das organizações da sociedade civil, bem como das experiências validadas socialmente por agricultores, dissemina desde 1993, a cisterna de placas para captação de água de chuva (Grupo Água Viva, 2005). A cisterna busca resolver um dos principais problemas para as famílias do semi-árido, a escassez de água para consumo humano, que leva as famílias a percorrerem grandes distâncias, em sua busca. Nesse processo, mulheres e crianças são as maiores vítimas: a mulher porque é responsável pelo transporte e uso racional da água e as crianças por serem mais sensíveis às doenças de veiculação hídrica. Com água limpa é possível diminuir muitas doenças bem como reduzir o número de internações hospitalares (Grupo Água Viva, 2005).

A existência de centenas de cisternas de placas, nas áreas secas do Nordeste, para captação de água de chuva, inspirou a construção do Programa Um Milhão de Cisternas - P1MC para famílias do Semi-Árido brasileiro. A proposta da ASA foi que o programa fosse executado em cinco anos sob a gestão de organizações da sociedade civil.

Segundo a ASA, o trabalho com cisternas envolve a mobilização e a capacitação das pessoas da comunidade rural, teve início em 1993 sob a lógica do “aprender fazendo”. Na época, foram capacitados 128 agricultores/pedreiros, sendo construída uma cisterna para cada grupo de 5 ou 10 pessoas. No geral, foram 18 comunidades rurais beneficiadas com 38 cisternas construídas, fornecendo água de qualidade para, aproximadamente, 300 pessoas.

O trabalho, realizado a partir dessas pequenas ações familiares e/ou comunitárias, criou uma referência que inspirou outras experiências similares, especialmente com relação às políticas públicas no semi-árido brasileiro. Na atualidade existem ao redor de 250 mil cisternas de placas construídas na região e 97,3% das famílias beneficiadas, estão satisfeitas com o Programa Cisternas do MDS/P1MC-ASA (Figura 2).

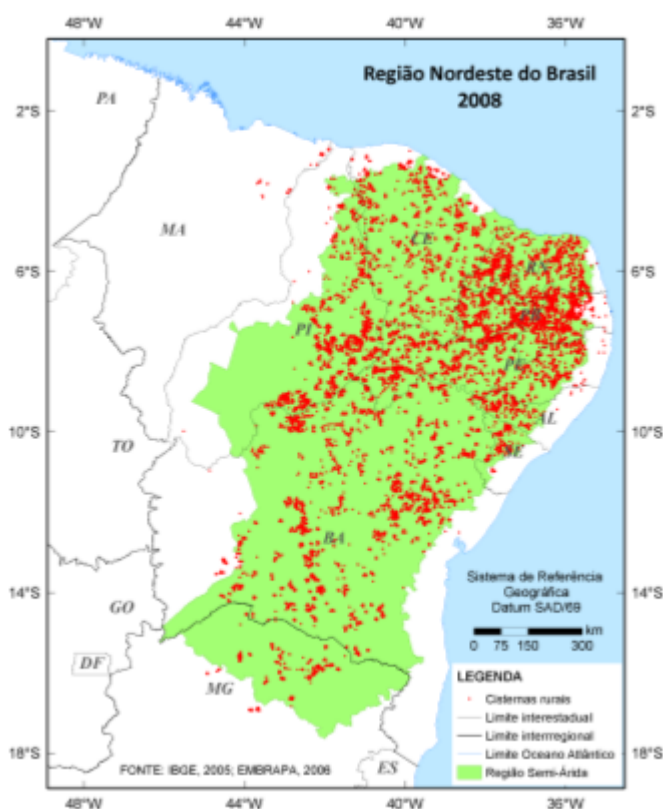


Figura 2. Espacialização dos municípios da região semi-árida, contendo as 42.345 mil cisternas rurais construídas no período de meados de 2003 a 31 de dezembro de 2004.

## 1.4 - O acervo tecnológico brasileiro para regiões com recursos hídricos escassos

Por ocasião do “Projeto de Implantação do CPATSA”, os projetos previstos para execução – Inventários dos Recursos Naturais, Desenvolvimento de Sistemas de Produção para Áreas Irrigadas, Sequeiro e Manejo da Caatinga – estavam fortemente influenciados pelas diretrizes do Governo Federal que, pela primeira vez, estabelecia prioridades de pesquisas para o semi-árido. Desde a sua criação, datado de 02 de julho de 1975, a Embrapa Semi-Árido estabeleceu linhas de pesquisa que geraram tecnologias e informações que possibilitam auxiliar na viabilização do desenvolvimento sustentável da região. A seguir relacionam-se as principais tecnologias apropriadas ao semi-árido:

- Barragem subterrânea;
- Barramento de água de estradas e caminhos;
- Barreiro trincheira (Caxio);
- Barreiros para irrigação de salvação;
- Cacimbas ou poços rasos;
- Caldeirão (Tanque de pedra);
- Cisterna adaptada para a roça;
- Cisternas domiciliares rurais;
- Pequenos açudes;
- Sulcos em nível (Captação de água de chuva in situ).

O ambiente semi-árido do nordeste brasileiro é diversificado nos seus recursos naturais e complexo na convivência do homem com o seu clima seco e quente, constituindo-se num fator limitante para a produção agropecuária dependente de chuvas, daí a necessidade de alternativas tecnológicas que aumentem a disponibilidade de água para o consumo humano, animal e produção de alimentos, como preconizado no programa P1+2, onde “1” é a terra e o “2” é traduzido como uma água para consumo humano e a outra para produção de alimentos.

O acervo tecnológico, hoje existente, de convivência com a adversidade agroecológica do semi-árido brasileiro é uma realidade, especialmente face ao êxito dos programas sociais dos governos federal, estaduais e municipais, a partir do Programa Cisternas do Ministério de Desenvolvimento Social, em parceria com a “Articulação do Semi-Árido - ASA”, Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Agronegócio Brasileiro – FAGRO, Embrapa Semi-Árido; Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, 2006.

Este acervo tem como princípio básico quatro linhas de gestão das águas. A primeira trata da água potável para cada família, a segunda considera a água comunitária, enquanto a terceira preocupa-se com a água utilizada na agricultura e a quarta estrategicamente objetiva a água emergencial. Esses princípios visam à segurança alimentar, por meio do acesso e manejo sustentável da terra e das águas de usos múltiplos, como preconizado no programa P1+2.

Diferentes alternativas tecnológicas foram desenvolvidas e/ou adaptadas às condições semi-áridas brasileiras, visando o armazenamento e uso das águas de chuva. Entre elas estão:

**1) Cisterna domiciliares rurais** – reservatório fechado, para armazenar água de chuva captada de telhados dos domicílios ou do próprio solo, revestido com materiais impermeáveis, que objetiva aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade das águas para consumo humano. O sistema é formado por um tanque de armazenamento, em geral, cilíndrico, área de captação e um dispositivo de bombeamento. Na atualidade, as ONGs estão implementando a captação, armazenamento e uso da água pluvial para fins domésticos, atividade esta sem precedentes no semi-árido brasileiro (Figura 3) (ASA, 2005).

Antes do MDS/P1MC-ASA, a maioria das famílias do Semi-Árido era atendida por meio de carros-pipa, ou buscando água a longas distâncias, sem garantia tanto da disponibilidade e, muitas vezes sem qualidade adequada ao consumo humano.



**Figura 3. Cisterna para garantir água para o consumo familiar, Tremedal-BA.**

**2) Barragem subterrânea** – estrutura hídrica que visa interceptar o fluxo de água superficial e subterrâneo por meio de um septo impermeável (lona plástica, muro de pedras ou de argila compactada, etc.), a qual serve como alternativa tecnológica para o aproveitamento das águas pluviais, evitando-se que escoem na superfície do solo, onde podem causar erosão, além de não poderem ser utilizadas posteriormente.

As águas pluviais nas barragens subterrâneas (Figura 4) são armazenadas no perfil do solo, de forma a permitir a criação ou a elevação do lençol freáticos existente, possibilitando a exploração de uma agricultura de vazante, prática comum nos leitos dos rios secos e nas vazantes dos açudes existentes nos sertões, seridós e cariris nordestinos. Os custos de implantação variam em função de fatores tais como comprimento da parede, material utilizado, profundidade da camada impermeável e disponibilidade de mão-de-obra na família (Brito, 1989). O manejo da água e do solo pode ser efetuado em curva de nível à medida que a água vai baixando no perfil do solo.



No início dos anos 80, a Embrapa Semi-Árido introduziu novos materiais na construção da parede da barragem, também conhecida como septo impermeável. Também procurou a utilização de novas culturas, como milho, feijão, sorgo e espécies frutícolas, como manga, goiaba, acerola e limão. A barragem subterrânea é uma tecnologia simples, porém requer um manejo adequado para sua operação e manutenção.



Figura 4. Barragem subterrânea.

**3) Sistemas de captação *in situ*** - A captação de água de chuva *in situ* é uma técnica simples e apresenta baixos custos de implantação. No entanto, estes custos são muito variáveis e dependem, principalmente, do equipamento, seja a tração animal ou mecânica, como também do método utilizado.

Essa técnica de preparo do solo é a mais recomendável, porque além de aumentar a disponibilidade de água no perfil do solo, conserva tanto o solo quanto os fertilizantes no próprio local de plantio. O método tradicional de cultivo, que consiste da semeadura em covas, é capaz de armazenar pequena quantidade de água de chuva e é um sistema aparentemente pouco agressivo ao ambiente. No entanto, como o solo não foi preparado (arado) antes, sua superfície apresenta-se ligeiramente compactada, dificultando a infiltração da água no solo e, assim, possibilitando o escoamento superficial, que contribui para o processo erosivo do solo.

Existem vários métodos de captação de água de chuva *in situ*, tanto usando tração mecânica quanto animal (Anjos, 1985). Entre eles:

- Aração e plantio no plano: aração total da área e semeadura no plano - forma pequenas ondulações no perfil do solo. Este sistema consiste da utilização de arados a tração animal ou a tração motora;
- Sulco barrado: consiste de uma aração e sulcamento do solo no espaçamento de 0,75m, seguido da operação de barramento, que são pequenas barreiras que têm por finalidade impedir o escoamento da água de chuva. Para isto, foi desenvolvido um barrador de sulco tracionado por um só animal, viabilizando a adoção da tecnologia pelos pequenos agricultores;
- Guimarães Duque: consiste na formação de sulcos, seguidos por camalhões altos e largos, formados por meio de cortes efetuados no solo em curva de nível, usando um arado de disco

reversível com 3 discos. Para confecção dos sulcos, recomenda-se retirar o disco que fica mais próximo dos pneus traseiros do trator.

**4) Irrigação de salvação** - O barreiro para uso da irrigação de salvação constitui-se de uma pequena barragem de terra, formada por uma área de captação (Ac), um tanque de armazenamento (Ta) e uma área de plantio (Ap) (Figura 5). A água é aplicada por gravidade na área irrigada, sendo os sulcos abertos com pequena declividade.

No semi-árido brasileiro o plantio ocorre após as primeiras chuvas e é muito comum a ocorrência de veranicos, isto é, períodos de 20 a 30 dias sem a ocorrência de novas chuvas, o que pode comprometer seriamente as culturas nas suas fases de desenvolvimento vegetativo e produção. Daí, a necessidade da aplicação de lâminas de água adequadas para atender às necessidades hídricas das culturas a serem exploradas nos períodos de veranicos (Silva e Porto, 1982).

Nas condições climáticas de Petrolina-PE, um reservatório com capacidade para 3.000 m<sup>3</sup> de água é suficiente para atender as necessidades de água das culturas de milho e caupi em uma área de 2,0 ha, onde os veranicos normalmente ocorrem.



**5) Caldeirão (Tanque de pedra)** – tecnologia que aproveita as águas pluviais nas fendas dos afloramentos do embasamento cristalino, no semi-árido brasileiro, denominado de caldeirões segundo Schistek (1999). Normalmente, nas fendas, a parte mais profunda está sempre cheia de terra e cascalho. Para formar um reservatório de água basta desobstruir essas cavidades. Os caldeirões em forma de trincheiras, com pequena largura, e grande comprimento e profundidade, são os que têm melhores condições de eficiência de estocagem da água por longo período, em decorrência da reduzida área de evaporação (Figura 6). Ribeiro (2005) ressalta que, o uso de caldeirões tem limitações decorrentes dos condicionantes geológicos. A sua localização natural, muitas vezes é distante dos domicílios e praticamente não podem ser ampliados. E por serem descobertos, são vulneráveis a poluição e contaminação microbológica.

**6) Caxio (Barreiro trincheira)** – é um reservatório aberto (Schistek, 1999), de forma prismática, com profundidade variável, escavado manualmente na proximidade de uma baixada, ou de uma vertente natural, em locais onde existe uma camada de rocha em decomposição, denominada de piçarra. Deve-se evitar o curso principal das águas, por causa do assoreamento. A construção de um caxio é uma tarefa de vários anos. Possuindo um septo no meio, utiliza-se a água da parte mais rasa e prossegue o aprofundamento da outra parte durante toda a época de estiagem. São cercados, para evitar acidentes e a competição com animais. Muitas vezes são encontrados caxios separados para uso de água pelos animais. A qualidade da água costuma ser barrenta, mas translúcida.

Por outro lado, existe no semi-árido brasileiro, desde a década de 80, uma experiência de captação de água de chuva em pedra. Este sistema foi primordial para o abastecimento de água de beber da cidade de Pocinhos-PB, com aproximadamente oito mil habitantes, durante toda a década.

Na Figura 6, pode-se observar a experiência mencionada anteriormente, na qual se faz o armazenamento de água pluvial aproveitando a forma natural da rocha granítica. Ela também permite observar (à esquerda) um reservatório construído para armazenamento de água de beber, proveniente do escoamento superficial na própria rocha. A parede de contenção em forma semicircular foi construída com pedras rejuntadas com argamassa, cimento e areia. À direita pode-se observar reservatório de captação e armazenamento de água pluvial, que aproveita a depressão natural da rocha. Foi construída uma pequena parede de pedra rejuntada com argamassa, cimento e areia, com a finalidade de barramento das águas pluviais.



**Figura 6. Captação de água de chuva em pedra, município de Pocinhos, Estado da Paraíba.**

As tecnologias mencionadas foram aperfeiçoadas e adequadas em função das diversas unidades geoambientais (territórios) existentes no âmbito regional, onde as Organizações Não-Governamentais co-participes da sociedade civil organizada, representadas pela Articulação do Semi-Árido (ASA), agregaram inúmeras inovações, sobretudo na última década, à semelhança do Programa Cisternas do MDS/P1MC-ASA, FAGRO-Embrapa Semi-Árido; FAO, 2006.

## 1.5 – Literatura Consultada

BARBOSA, E.M. Crítica ao modelo atual de desenvolvimento agrícola e à transação agroecológica no semi-árido. Disponível em <http://www.planetaorganico.com.br/TrabBarbosa.htm> > Consultado em agosto, 2005.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Nova delimitação do Semi-Árido brasileiro. Brasília, DF, 2005. 32p.

CISTERNAS. Disponível em < [http://www.mds.gov.br/secretarias/secretaria01\\_02.asp](http://www.mds.gov.br/secretarias/secretaria01_02.asp) > Consultado em setembro, 2005.

DEMANDA em água potável. Disponível em <<http://revista-theomai.unq.edu.ar/numero6/artjandirferrera6.htm> > Consultado em agosto, 2005.

GRUPO Água Viva – Trabalho em grupo. Disponível em <<http://www.lead.org.br/article/view/213/90>> Consultado em agosto, 2005

MALVEZZI, R. Water and Human rights. Disponível em < <http://www.social.org.br/relatorio2004ingles/relatorio013.htm> > Consultado em setembro, 2005.

PROGRAMA DE FORMAÇÃO e mobilização social para a convivência com o semi-árido:um milhão de cisternas rurais-P1M. Disponível em < <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos/arqs/P1MC.doc> > Consultado em agosto, 2005.

PROGRAMA DE FORMAÇÃO e mobilização social para a convivência com o semi-árido:um milhão de cisternas rurais-P1MC. Disponível em < <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos/arqs/P1MC.doc> > Consultado em agosto 2005

PROGRAMA um Milhão de Cisternas (P1MC) – Região do Semi-Árido Brasileiro. Disponível em [http://www.fomezero.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?from\\_info\\_index=11&infoid=2774&sid=36&tpl=view\\_am](http://www.fomezero.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?from_info_index=11&infoid=2774&sid=36&tpl=view_am) > Consultado em agosto, 2005.



## 2

# COOPERAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA EM REGIÕES COM ESCASSEZ DE ÁGUA PARA BEBER E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

---

Aderaldo de Souza Silva  
Luiza Teixeira de Lima Brito  
Patrícia Canuto  
José da Silva Madeira Neto

## 2.1 - Introdução

*Segundo o Embaixador Celso Amorim ([www.abc.mre.gov.br](http://www.abc.mre.gov.br)) a cooperação é um instrumento fundamental para a política externa brasileira. A Agência Brasileira de Cooperação integra a estrutura organizacional do Ministério das Relações Exteriores e tem desempenhado uma tarefa de extrema relevância para a aproximação entre o Brasil e outros países, em especial os em desenvolvimento.*

*Ao oferecer oportunidades de cooperação, o Brasil não almeja o lucro ou o ganho comercial. Tampouco há “condicionalidades” envolvidas. O Brasil busca tornar realidade uma visão nova das relações entre os países em desenvolvimento, inspirados na comunhão de interesses e na ajuda mútua, encerra o Embaixador.*

*Ainda, segundo o próprio Embaixador, o Haiti ocupa posição singular nesse sentido. E afirma, a nossa presença ali, no contexto da Minustah, tem contribuído para dar maior densidade ao relacionamento bilateral. Neste sentido a ABC-MRE desenvolve projetos de cooperação em áreas como agricultura, saúde, recursos hídricos, esportes, treinamento profissional e defesa civil.*

A República do Haiti tem uma superfície ao redor de 27.000 km<sup>2</sup>, onde dois terços das terras são montanhosas, com 95% dos solos descobertos e facilmente erosionáveis (calcários) e um terço de planície, associado a vales férteis (aluviões). A densidade demográfica de 287 hab./km<sup>2</sup>, sendo que a pressão demográfica está presente em nove Departamentos e 82 Comunidades.

No Haiti, segundo Panayotou (1990), citado nas atas do Congresso Internacional sobre a Gestão da Água no Haiti (Actes du Colloque International – réalisé Port-au-Price, les 26, 27, 28 juin 2002), há duas classes significativas de causas econômicas de deterioração ambiental. A primeira é atribuída às causas naturais ou a escassez de água e a segunda se refere à gestão deficiente e a falta de infraestrutura.

Portanto, o Haiti enfrenta graves problemas como a falta de água potável, alto índice de contaminação tanto nas áreas urbanas como rurais, falta de coleta de lixo e de serviços elementares, como saúde e educação, inclusive em sua capital, Porto Príncipe. Ele está entre os países considerados prioritários para cooperação externa do Governo Brasileiro.

A degradação ambiental devido à gestão inadequada do uso da água no Haiti, também está associada ao inadequado manejo de sua distribuição, inadimplência no pagamento, influência de fatores geológicos, aumento da população, deficiência no sistema de drenagem, inexistência de estações de tratamento e de estabilização (depuração), entre outros.

## **2.2 - Cooperação técnica entre países em desenvolvimento**

O Governo Argentino já vem prestando cooperação no Haiti em tecnologias de produção de hortas domésticas e comunitárias. Em fevereiro de 2006, estiveram na Embrapa Hortaliças e na Embrapa Semi-Árido dois técnicos do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária – INTA, Argentina, com o objetivo de discutir os mecanismos de envolvimento da Embrapa na implementação de uma cooperação tripartite com o Haiti, nas áreas de transferência de tecnologia para produção familiar de hortaliças com variedades de clima tropical e de construção de cisternas para captação e armazenamento de água visando o consumo humano. Nesta oportunidade foi apresentado o Projeto “Pro-Huerta”, como uma experiência piloto do governo argentino no Haiti, iniciado em maio de 2005.

No marco da iniciativa internacional de Cooperação tripartite no Haiti, o Brasil por meio da Embrapa Hortaliças (Brasília-DF) e da Embrapa Semi-Árido (Petrolina-PE), associou-se ao Projeto “Autoproducción de Alimentos Frescos – “Pro-Huerta”, que vem sendo implantado em diversas localidades do Haiti. O Projeto de Pesquisa Conjunta (PRO\_HUERTA\_ÁGUA), está sob a supervisão das áreas de cooperação externa de ambos os países.

A missão brasileira de prospecção, constituída pelo conselheiro da ABC-MRE e de pesquisadores da Embrapa Hortaliças ([www.cnph.embrapa.br](http://www.cnph.embrapa.br)) e da Embrapa Semi-Árido ([www.cpsa.embrapa.br](http://www.cpsa.embrapa.br)), ocorrida no mês de julho de 2006, consolidou o interesse das áreas pretendidas na cooperação: transferências de tecnologias para a produção de hortaliças e validação social pelas famílias haitianas, construção de cisternas domiciliares pluviais, com dupla finalidade, consumo humano e micro-irrigação, e a avaliação da sustentabilidade ambiental do uso das águas superficiais e subterrâneas, utilizada para uso doméstico.

Assim, o Governo Brasileiro firmou parcerias com instituições haitianas com o intuito de desenvolver juntos, programas de captação e armazenamento de água de chuva, para tentar minimizar a intensa problemática que o Haiti enfrenta neste setor. As atividades do Projeto “CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DOMICILIARES NO HAITI” tiveram como pressuposto as afirmativas anteriores e, foram realizadas sob a coordenação e supervisão da ABC-MRE, no marco do Programa BRA/04/043.

### **2.2.1 - Primeira missão (Embrapa/Semi-Árido-Hortaliças)/ABC-MRE - 23/07 a 01/08/06**

No período de 23/07 a 01/08/06 dois técnicos da Embrapa, sendo um da Embrapa Hortaliças e o outro da Embrapa Semi-Árido, foram ao Haiti com objetivo de realizar um diagnóstico nas áreas de atuação de Projeto “Pro-Huerta”, para subsidiar a elaboração de um projeto de cooperação tripartite Brasil/Argentina/Haiti. Esse contemplaria a construção de cisternas para captação e armazenamento de água e a disponibilização de cultivares brasileiras de hortaliças.

Durante a visita de prospecção da primeira missão, os técnicos brasileiros acompanhados pela equipe de técnicos do INTA (Argentina) e assessorados por técnicos haitianos, verificaram, exploratoriamente, os problemas socioambientais do Haiti. Além disso, participaram da seleção das comunidades interessadas em abrigarem o Projeto Piloto de “Construção de Cisternas Domiciliares e Validação Social de Cultivares de Hortaliças no Haiti”. Esse projeto foi elaborado pela Embrapa e custeado pela Cooperação Técnica entre Países em Desenvolvimento (BRA/04/043), sob a gestão da Agência Brasileira de Cooperação - ABC, vinculada ao Ministério das Relações Exteriores – MRE.

O deslocamento até as comunidades foi por via terrestre e o percurso foi georreferenciado por meio de GPS (Sistema de Posicionamento por Satélite). O percurso e o número de hortas visitadas foram mapeados (Figura 1). A Missão de expertos Brasileiros e Argentinos se deslocou a partir de Porto Príncipe, num percurso de aproximadamente 100 km, em direção às seguintes localidades:

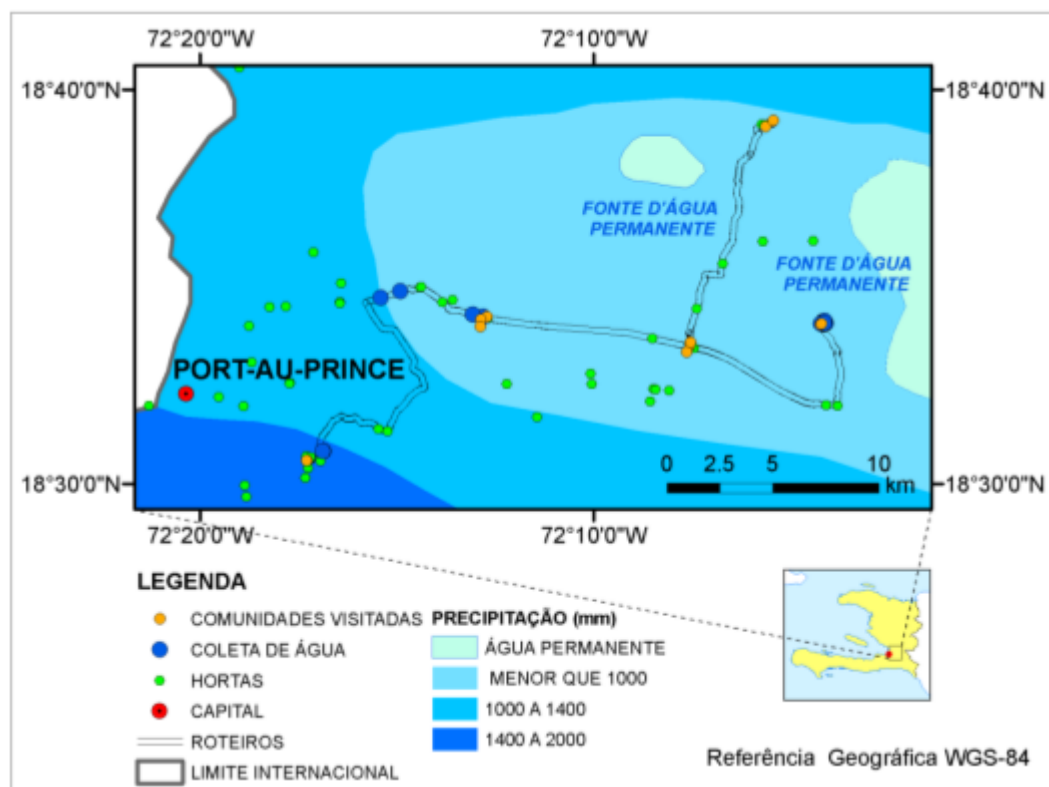


Figura 1. Localização georreferenciada das hortas familiares e demonstrativas do Projeto Pro-Huerta, coordenado pelo INTA-Argentina, produto da visita técnica de prospecção da missão tripartite (Brasil/Argentina/Haiti), com a finalidade de compatibilizar a proposta brasileira de cisternas e disponibilização de cultivares de hortaliças, desenvolvidas pela EMBRAPA HORTALIÇAS.



## Croix de Bouquet

Foram visitados 4 locais diferentes com hortas demonstrativas e familiares em áreas peri urbanas. A área visitada apresenta um relevo plano com altitude inferior a 50m do nível médio do mar, pluviosidade entre 1500 e 2000 mm e solos aluviais. Também foi observado áreas irrigadas desativadas com sistema de drenagem precário e deficiência no fornecimento e abastecimento de água para uso doméstico.

As atividades do Pro-Huerta nas localidades visitadas são recentes (Figuras 2 e 3), e não foi possível visualizar o potencial de produção das hortas. Por outro lado, constatou-se que a implementação de tecnologias de captação de água de chuva, associadas a implantação de hortas domésticas e comunitárias com variedades adaptadas pela Embrapa Hortaliças, não alcançariam o impacto socioambiental desejado, principalmente no curto espaço de tempo disponível para execução do Projeto (60 dias).



**Figura 2. Famílias em Croix de Bouquet, abastecendo-se de água proveniente de um Chafariz (Poço tubular).**

## Beaugé

Nesta localidade foram observadas as mesmas condições de Croix de Bouquet.



**Figura 3. Crianças pertencentes às famílias do Pro-Huerta em Beaugé, Haiti.**

## **Thomazeau**

Em Thomazeau, a visita também foi dirigida às áreas urbanas e peri-urbanas, com características agroecológicas similares. Nessa localidade, o projeto Pro-Huerta está sendo desenvolvido com o apoio da igreja evangélica local. Esta característica fortalece as atividades de organização comunitária, de acordo com agrônomos haitianos do Projeto Pro-Huerta, que trabalham diretamente com as comunidades. Cabe destacar que em Thomazeau existe uma feira de porte médio que serve de atrativo para que as famílias produtoras de hortaliças possam comercializar o pequeno excedente.

## **Ballan**

A comunidade de Ballan, a última a ser visitada, é diferente do padrão até então observado. Trata-se de uma comunidade isolada, de difícil acesso (estrada em estado precário) e com indicativos claros de baixa pluviosidade. O relevo apresenta altitude ao redor de 96m acima do nível médio do mar, pluviosidade inferior a 1000 mm, podendo em alguns anos chegar a aproximadamente 500 mm. Além disso, é uma zona de transição entre os solos aluviais e calcários.

A comunidade é extremamente pobre e enfrenta dificuldades em relação ao acesso a alimentos, não havendo uma estrutura produtiva no local. O projeto Pro Huerta está iniciando as atividades em Ballan, com a previsão de implantar uma horta demonstrativa e outras duas familiares.

Nessa localidade, partes das moradias são cobertas com telhas de zinco, fato que possibilita a captação de água da chuva, além de existir espaços disponíveis para a construção de cisternas próximas às casas. O chafariz existente fica afastado da maioria das moradias, e segundo os moradores, a água é potável. No entanto, apenas com uma criteriosa avaliação físico-química e biológica pode-se confirmar a potabilidade da água consumida pela comunidade.

Em uma avaliação preliminar foi estimado que 100 famílias poderiam utilizar a água do chafariz para abastecimento doméstico (beber, cozinhar e banho) e outras finalidades, como a lavagem de roupas.

## **2.3 - Localização da área de estudo**

Após as visitas às diferentes comunidades, ficou evidente que Ballan deveria ser escolhida como a *Comunidade Piloto* para uma proposta de projeto de cooperação tripartite (Figura 4 e Figura 5). A missão de prospecção considerou as características socioeconômicas e ecológicas de Ballan satisfatórias para a construção de cisternas e avaliação e disponibilização de cultivares brasileiras de hortaliças para o projeto Pro-Huerta.



Figura 4. Comunidade Ballan, selecionada como Comunidade Piloto da participação brasileira no Pro-Huerta, por meio da introdução de cisternas de tela e arame e cultivares de hortaliças adaptadas aos trópicos pelo CNPH/Embrapa.

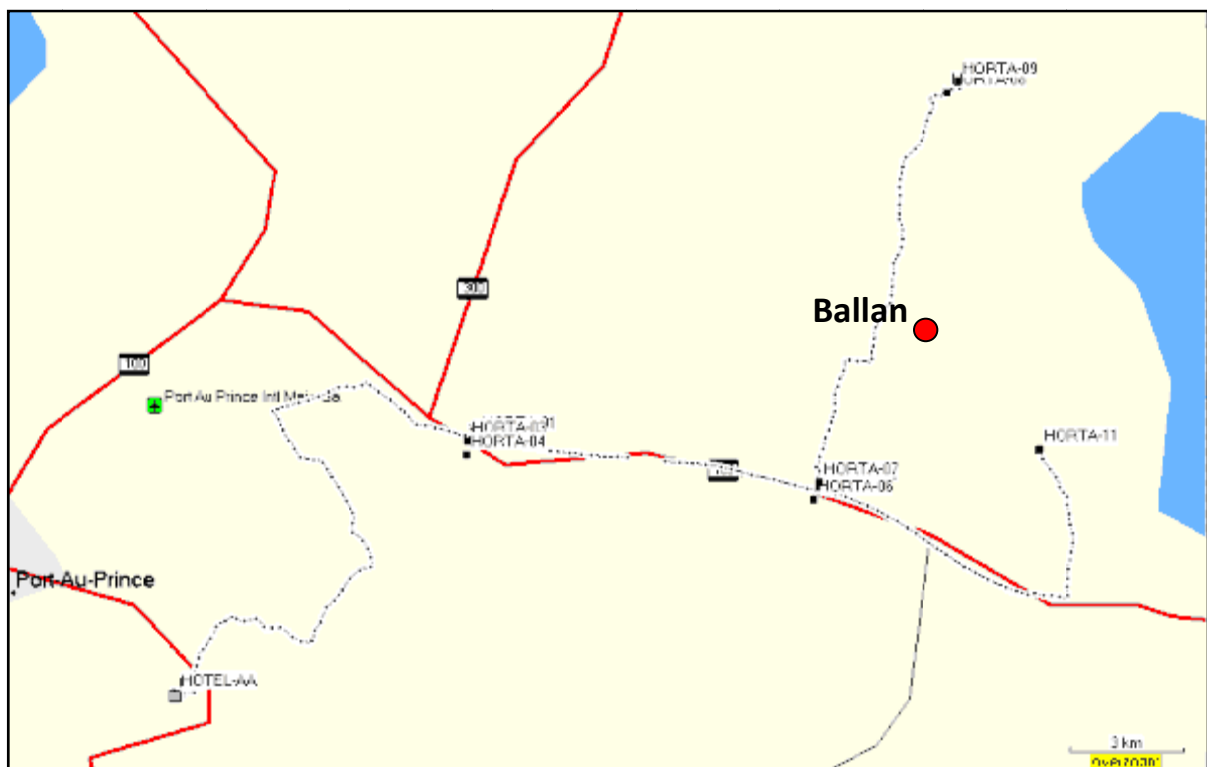


Figura 5. Localização georreferenciada da área de estudo selecionada para implantação das tecnologias socioambientais da Embrapa (Semi-Árido e Hortaliças), junto ao Programa Pro-Huerta (cooperação tripartite Brasil/ Argentina/ Haiti) – Comunidade Piloto de Ballan, Haiti.

Nas Figuras 6 e 7 a Embrapa Semi-Árido sistematizou as informações de precipitação média anual e das regiões hidrográficas, coletadas por ocasião da primeira missão, objetivando sua utilização no dimensionamento das áreas de captação das cisternas domiciliares e no georreferenciamento das fontes superficiais e subterrâneas de abastecimento de água, de usos múltiplos no país haitiano.

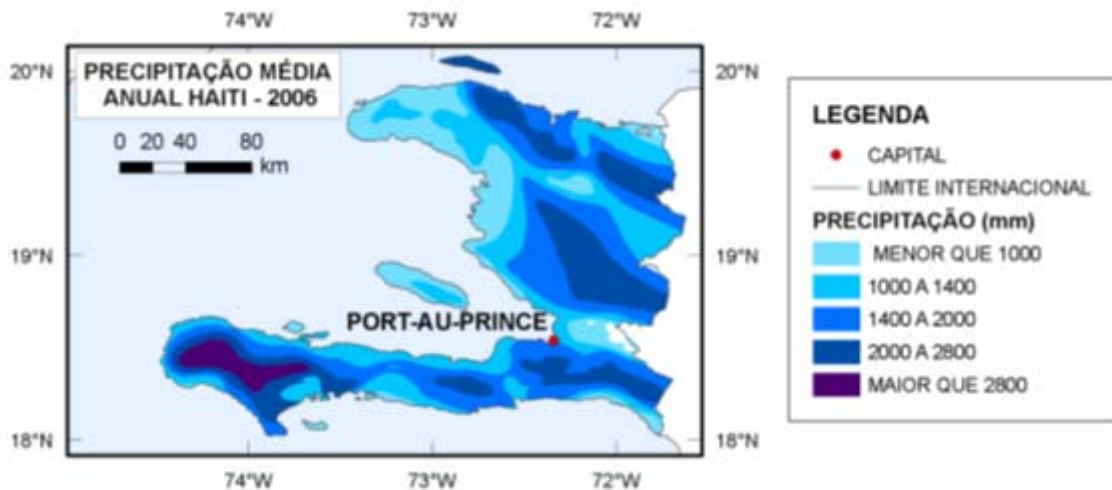


Figura 6. Mapa da precipitação média anual do Haiti (EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2006).

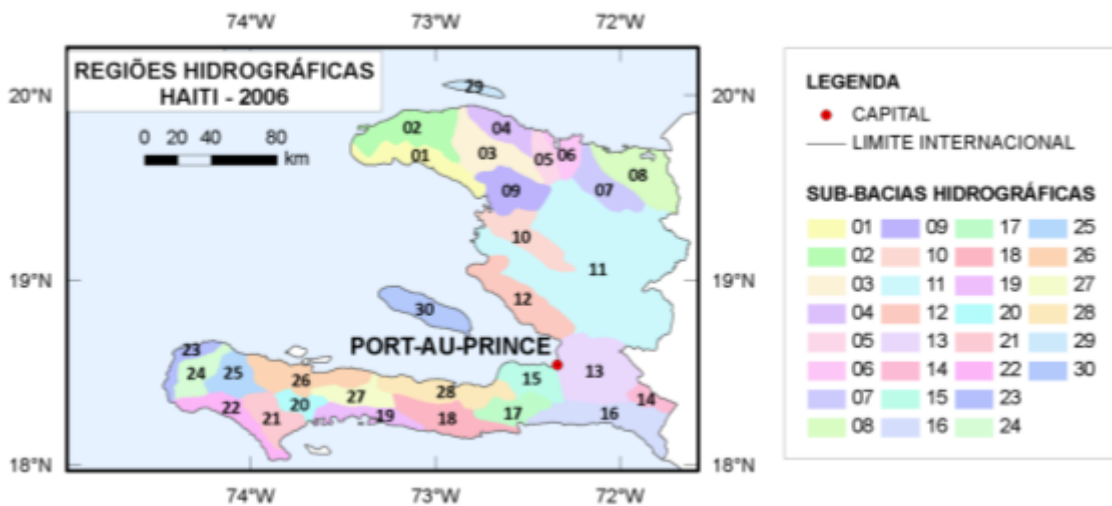


Figura 7. Mapa das regiões hidrográficas do Haiti (EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2006).

Ficou acordado entre as partes (Brasil/Argentina e Haiti) que haveria necessidade de alguns técnicos haitianos virem ao Brasil. Assim, foram selecionados dois técnicos do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e dois do Ministério de Agricultura para serem capacitados na Embrapa Semi-Árido, em Petrolina, PE, para a construção de cisternas. Na oportunidade conheceriam os materiais necessários para, posteriormente, no Haiti, os identificarem ou então buscar materiais alternativos e levantar custos.

Também foi solicitado à Missão Brasileira pelo Sr. Paulo Fernando Piza Teixeira, da Organização Pan-Americana de Saúde – OPS, urgência para um trabalho de pesquisa sobre a qualidade física, química e biológica da água, nas comunidades contempladas pelo projeto Pro-Huerta. Essa atividade ficou definida para a próxima missão.

## 2.4 - Tecnologias do Semi-Árido Brasileiro, selecionadas para serem transferidas as condições socioambientais haitianas

Em função da prospecção tecnológica anteriormente mencionada, optou-se por implantar na Comunidade de Ballan-Ganthier em caráter experimental, um conjunto de tecnologias de convivência com recursos hídricos escassos e em condições de extrema pobreza. São elas:

- **Sistema comunitário de captação de água chuva** – Sistema de coleta e armazenamento de água pluvial em cisterna de alambrado, utilizando a cobertura de galpão de zinco (Centro Comunitário, Figura 8). A água deve ser utilizada na micro-irrigação das hortas demonstrativas. As variedades de hortaliças, adaptadas pela Embrapa Hortaliças para regiões tropicais, serão disponibilizadas para o Projeto Pro-Huerta.

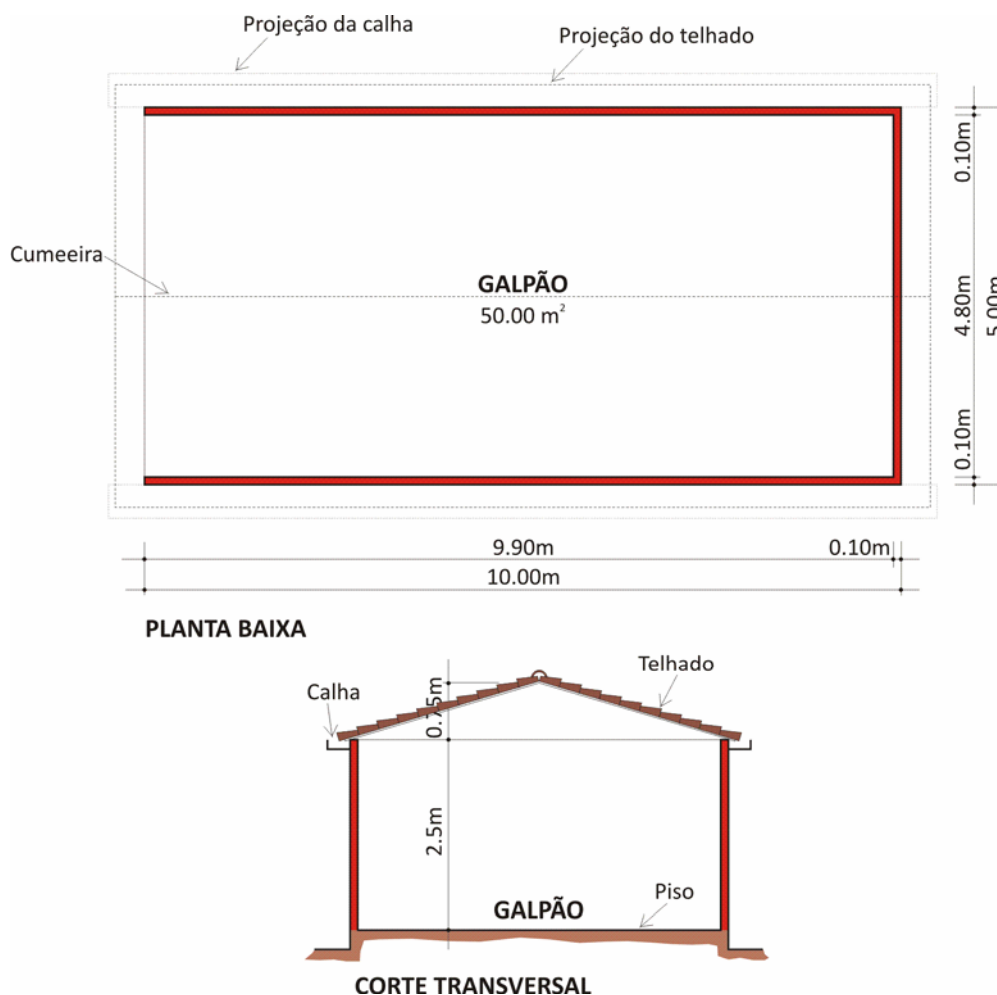


Figura 8. Galpão comunitário a ser construído com a finalidade de servir de acolhida para a realização dos treinamentos de cisternas e confecção de bombas manuais, na Comunidade Piloto de Ballan-Ganthier, Haiti.

- **Sistema simples de captação de água chuva** – Sistema de coleta e armazenamento de água pluvial em cisterna de tela e arame (Figura 9), utilizando o escoamento superficial proveniente dos telhados dos imóveis. A finalidade é o suprimento de água potável para as famílias, individualmente.



**Figura 9.** Cisternas de alambrado (tela de arame (+) argamassa (cimento e areia) construídas na Estação Experimental do *Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada - IRRPA*, em Juazeiro – BA. E na segunda foto a esquerda bomba manual, utilizada para bombear água de reservatórios com profundidade de até  $\leq 5,0\text{m}$ .

- **Bomba manual** – Equipamento de baixo custo e de fácil confecção (Figura 10) com a finalidade de bombeamento de água do tanque da cisterna para uso doméstico (beber, cozinhar e asseio bucal), evitando o contato das famílias com a água armazenada para evitar contaminação microbiológica.



Figura 10. Bomba manual construída no Haiti utilizada para bombear água da cisterna domiciliar, de fácil manejo e de baixo custo, podendo ser construída por pessoas da própria comunidade, desenvolvida pelo IRRPA, Juazeiro – BA.

- **Horta familiar** – Exploração de variedades de hortaliças brasileiras, adaptadas às condições tropicais, validadas no Haiti por meio da disponibilização e validação social dos materiais no âmbito das comunidades (Figura 11).



Figura 11. Horta familiar implantada na comunidade de Thomazeau, Haiti pela equipe do ITA-Argentina.

- **Horta demonstrativa** – Disponibilização de variedades de hortaliças brasileiras, desenvolvidas e adaptadas pela Embrapa Hortaliças, à comunidade Haitiana, por meio da validação social *in loco* (Figura 12).



Figura 12. Horta demonstrativa em instalação na comunidade de Beaugé, Haiti pela equipe de investigadores do ITA-Argentina.



## 2.5 – Literatura Consultada

AGARWAL, A. Drought? Try capturing the rain. New Delhi: Centre for Science and Environment, 2005. 16pp.

Asabrazil. **Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido: um milhão de cisternas**. Disponível em <<http://www.asabrazil.org.br/p1mc.htm>> Acesso em 9 dez. 2004.

BARBOSA, E.M. Crítica ao modelo atual de desenvolvimento agrícola e à transação agroecológica no semi-árido. Disponível em <http://www.planetaorganico.com.br/TrabBarbosa.htm>> Consultado em agosto, 2005.

GRANT, M; HILL, G.; HOLBROOK, C.; LYMBURNER, P.; McTAVISH, A.; SUNDBY, A. Water management and waste water treatment at the university of British Columbia : a study for sustainable alternatives. Columbia: The University of British Columbia, 2002. (Thesis Bachelor of Science in Environmental Science).

GRUPO Água Viva – Trabalho em grupo. Disponível em <<http://www.lead.org.br/article/view/213/90>> Consultado em agosto, 2005

Herculano S. A qualidade de vida e seus indicadores. **Ambiente Social**. 1998;1(2):77–100.

INSTITUTO ETHOS. O que as empresas podem fazer pela erradicação da pobreza.

MALVEZZI, R. Water and Human rights. Disponível em <<http://www.social.org.br/relatorio2004ingles/relatorio013.htm>> Consultado em setembro, 2005.

MARIAM, W.G. Strategic approach of rain water harvesting using roof catchments: the Eritrean Experience. África: Ministry of land Water and Environment, 2005.

SAKAMOTO, L. A seca pode ser vencida. Disponível em <[http://www.anbio.org.br/bio/diodiver\\_entr7.htm](http://www.anbio.org.br/bio/diodiver_entr7.htm)> Consultado em agosto, 2005.

Silva. A. de S.; Brito, L. T. de L. & Rocha, H.M. **Captação e conservação de água de chuva no semi-árido brasileiro: cisternas rurais II; água para consumo humano**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1988. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 16).

Silva. A. de S.; Porto, E. R. Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semi-Árido do Brasil; tecnologias de baixo custo. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1982. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14).

United Nations Environment Program. Rain and Stormwater Harvesting in Rural Areas: A Report by the United Nations Environment Programme. 1st ed. Dublin. 1983.

PROGRAMA um Milhão de Cisternas (P1MC) – Região do Semi-Árido Brasileiro. Disponível em [http://www.fomezero.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?from\\_info\\_index=11&infoid=2774&sid=36&tpl=view\\_am](http://www.fomezero.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?from_info_index=11&infoid=2774&sid=36&tpl=view_am) > Consultado em agosto, 2005.



# 3

## **TECNOLOGIA BRASILEIRA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA POR MEIO DE CISTERNAS DOMICILIARES PARA USO DOMÉSTICO**

---

Dario Nunes dos Santos

Luiza Teixeira de Lima Brito

Elizabete de Oliveira Costa

José Aparecido

Aderaldo de Souza Silva

### 3.1 - Introdução

A população haitiana, ao longo de sua história e, mais especificamente, na última década, tem convivido com uma situação de instabilidade política e social cujo resultado tem se manifestado na degradação contínua de sua qualidade de vida. Segundo a ONU (2006), o Haiti é hoje o país mais pobre das Américas, ocupando a posição 153º entre 177 países no que se refere ao Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.

A análise mais detalhada do IDH revela que 80% dos 8,4 milhões de haitianos vivem abaixo da linha de pobreza, 47% da população é analfabeta, 80% da população economicamente ativa está desempregada e a expectativa média de vida atinge meros 52 anos, quando a média da América Latina é de 69 anos (ONU, 2006).

Um dos problemas enfrentados pela maioria dos haitianos refere-se à dificuldade de acesso a água potável. A infra-estrutura deficiente e a má gestão dos recursos hídricos do país impossibilitam a captação, o tratamento, a disponibilização e a garantia da qualidade físico-química e microbiológica da água. Neste sentido, a contaminação e a recontaminação da população é muito freqüente, seja pela ingestão direta de água imprópria para o consumo, seja pela ingestão de alimentos contaminados pela água.

Para subsidiar a elaboração da proposta de cooperação técnica internacional, bem como selecionar localidades (comunidades) para possível execução de um projeto piloto de construção de cisternas domiciliares foi realizada uma viagem de prospecção. Como resultado dessa viagem, quatro técnicos haitianos vieram conhecer o Programa do Ministério do Desenvolvimento Social – MDS, em parceria com a Articulação do Semi-Árido – ASA, executado no âmbito das comunidades rurais da Bahia e de Pernambuco.

Os haitianos tomaram conhecimento das principais formas de captação e armazenamento de água das chuvas utilizadas no Semi-árido brasileiro. Receberam capacitação na Embrapa Semi-Árido (Ver Figura 1) e o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA. Conheceram algumas tecnologias que melhor se adéquam às condições de seu país, tais como: construção de cisterna de alambrado e sistema de captação de água dos telhados, bomba manual e retentor de sujeiras, juntamente com discussões teóricas sobre o manejo e a gestão da água pluvial para uso doméstico.



A Embrapa Semi-Árido está completando este semestre 33 anos de atuação, com o compromisso de promover o desenvolvimento rural regional, procurando conferir eficiência produtiva ao setor agropecuário, reduzindo custos de produção e ajudando-o a aumentar a oferta de água e de alimentos pelo uso de tecnologias que apresentem viabilidade econômica, equidade social e conservação ambiental ([www.cpatssa.embrapa.br](http://www.cpatssa.embrapa.br)).

**Figura 1. Vista aérea da Embrapa Semi-Árido localizada no município de Petrolina-PE na região do Brasil considerada muito árida (Precipitação média pluviométrica ao redor de 400 mm).**

### **3.2 - Curso Prático de Construção de Cisterna de Alambrado**

Considerando as dificuldades para a escavação nos solos haitianos, que são muito rasos e pedregosos, além de outros fenômenos naturais como temporais que freqüentemente ocorrem nestas regiões, foi adotado para o Curso, o modelo de cisterna de tela de alambrado. Esse é um modelo adaptado pelo IRPAA, que reúne, segundo a Instituição, simplicidade na construção, alta resistência e baixo custo. Este modelo se enquadra na tecnologia “ferro e cimento” já conhecidos no Semi-árido e em diversas regiões do mundo.

Durante o treinamento, ministrado pela Embrapa Semi-Árido e IRPAA, foi construída, passo a passo, uma cisterna de alambrado galvanizado, com o intuito de facilitar o entendimento do processo de construção para os técnicos haitianos. Com esse conhecimento é possível adotar a tecnologia para implementação de um projeto-piloto nas comunidades do Haiti.

### **3.3 - Curso Prático de Construção de Cisterna de Alambrado para Promotores (Multiplicadores) no Haiti**

Essa atividade foi considerada tanto pela Missão Brasileira como pelos participantes da capacitação, como primordial, considerando que a construção de cisternas no país ainda é de pouco domínio. Esse domínio se refere tanto a absorção de conhecimentos em torno da importância e necessidade de desenvolver programas de captação e armazenamento de água de chuva para consumo das

populações ou para a produção agropecuária, quanto no domínio das tecnologias utilizadas para este fim.

A seleção dos multiplicadores foi realizada pelas organizações locais, que levou em conta, principalmente o nível de compromisso que os mesmos possuem em suas organizações de base, nas comunidades mais carentes de Porto Príncipe, bem como a capacidade de continuar sendo um (a) multiplicador(a) da proposta em suas bases. Assim foram capacitadas 30 pessoas, as quais estão habilitadas para continuar trabalhando em torno da referida proposta em suas regiões.

Na capacitação foram trabalhadas algumas questões que são primordiais para a sustentabilidade da proposta: escolha do local para a construção da cisterna; a definição da tecnologia e materiais utilizados; desenvolvimento de métodos participativos; definição do tamanho do reservatório, em função da necessidade de consumo de cada família; e informações a respeito da gestão e qualidade da água. Também foram construídas as três primeiras cisternas de alambrado com capacidade para 10m<sup>3</sup> de água, as quais serviram para que os haitianos aprendessem fazendo, isto é, a capacitação se deu construindo as cisternas, *passo a passo*. A definição da capacidade de armazenamento foi determinada levando-se em consideração, sobretudo, dois aspectos: primeiro, a dimensão dos telhados nas casas das comunidades beneficiadas, que em geral, são muito pequenos, variando em média entre 12 e 20 m<sup>2</sup> e segundo a ocorrência de precipitações pluviométricas em praticamente todos os meses do ano.

As comunidades de Beaugé e Balan foram as primeiras a serem beneficiadas pelo Projeto Piloto, ambas consideradas mais carentes da região de Porto Príncipe nos aspectos econômico, social e educacional.

Destaca-se que a Embrapa Semi-Árido e o IRPPA já participaram de duas missões ao Haiti, para o treinamento de técnicos multiplicadores haitianos. Os resultados alcançados já apresentam efeitos benéficos àquele país, já que entidades internacionais já estão financiando a construção de novas cisternas.

À continuação, detalha-se passo a passo, a construção do modelo de cisterna, que serviu para treinamento dos haitianos na Embrapa Semi-Árido e no IRPPA e que foi adaptado para as condições agroecológicas do Haiti.

### 3.3.1 - Construção da Cisterna:

#### Etapa 1: Confeção do molde e das placas da cobertura

**1** - Na confecção do molde das placas deve-se utilizar o modelo apresentado na Figura 2, de acordo com o tamanho da cisterna a ser construída, utilizando cantoneira de ferro de 1/2";

**2** - Cortar a tela de alambrado usando um tesourão (tesoura de corte), conforme modelo apresentado na Figura 3;

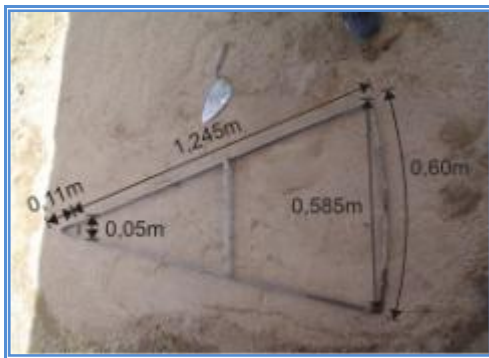


Figura 2

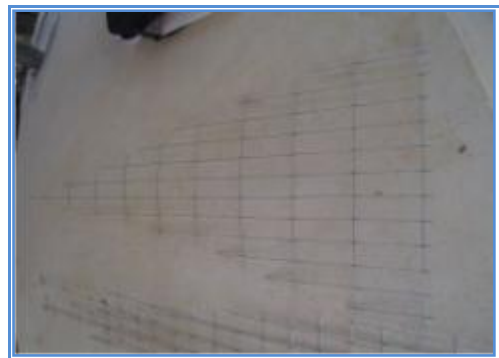


Figura 3

**3** - Nivelar o chão com uma camada de areia grossa, molhada e compactada, de forma que as placas fiquem planas para melhor ajuste da cobertura (Figura 4);

**4** - Argamassa: utilizar argamassa no traço 3:1, isto é, 3 latas de areia grossa para uma lata de cimento. A argamassa deve ser meio dura;



Figura 4



Figura 5

**5** - Colocar o molde de ferro (Figura 2) sobre a areia nivelada e preenchê-lo com a argamassa (Figuras 5 e 6);

**6** - Colocar a tela de alambrado sobre a argamassa, seguida pelo molde de ferro e, novamente preenchê-lo com argamassa Figuras 7 a 9;



Figura 6



Figura 7



Figura 8



Figura 9

**7** - Em duas das placas deve-se colocar um pedaço de tubo de PVC, 100mm (Figura 10) para entrada da água da área de captação e da tubulação da bomba manual;

**8** - Em outra placa deve se preencher somente a parte superior, ficando a parte inferior para a janela da cisterna (Figura 11 e 12);



Figura 10



Figura 11



Figura 12

**9** - Em duas placas da cobertura deve-se fazer saliências, sendo uma saliência na lateral de cada

placa, para evitar entrada de sujeiras na cisterna e permitir melhor encaixe da tampa da cisterna (Figuras 13 e 14);

**Observação:** Depois de todas as placas confeccionadas, estas devem ser cobertas com lona plástica para evitar ressecar rápido e molhar diariamente, para proporcionar melhor "cura".



Figura 13



Figura 14

## Etapa 2: Escolha da área, limpeza do terreno, demarcação e escavação de base

**1** - A área para construção da cisterna deve estar situada longe de lixões, currais, fossas ou outros pontos de poluição que possam colocar em risco a qualidade da água e/ou comprometer a estrutura da cisterna (Figura 15). Deve estar próxima a casa, para facilitar a captação da água do telhado;

**2** - Selecionada a área, deve-se fazer a limpeza do terreno de modo a retirar restos de cultura, raízes e outros materiais (Figura 16);



Figura 15



Figura 16

**3** - Coloca-se um piquete no centro da área e com um arame amarrado a este e fixado em um outro piquete, marca-se a área com um raio de 1,57 m (Figura 17);

**4** - Cava-se os primeiros 0,20m do solo para retirada desse material e nivelamento da base da cisterna (Figura 18);





Figura 17



Figura 18

### Etapa 3: Construção do contrapiso

- 1 - Coloca-se 0,05m (5 cm) de brita No.2 (ou seixo rolado) em toda área circular (Figura 19);
- 2 - Coloca-se 0,05m de areia grossa por cima da brita (ou seixo rolado), molha a areia e compacta (Figuras 20 e 21). A areia deve ser peneirada;



Figura 19



Figura 20

- 3 - Marca-se um outro raio de 1,27m, no centro da área, que corresponde ao raio final da cisterna;
- 4 - Coloca-se o concreto por cima da areia compactada. O concreto tem traço 4:3:1 (brita ou seixo rolado, areia, cimento), ou seja, quatro latas de brita ou seixo rolado, três latas de areia grossa e uma de cimento) (Figura 22);



Figura 21



Figura 22

#### Etapa 4: Colocação da tela de alambrado

1 - Existem telas galvanizadas de alambrado de diferentes características. A tela utilizada para a construção de cisterna deverá ter as dimensões próximas as apresentadas na Figura 23 (Tela: malha 0,15x0,05m, fio 0,003m);



Figura 23

2 - Corta-se a tela de alambrado com comprimento de 8,20m (Figura 24);

3 - Faz-se um cilindro, dobrando e prendendo as extremidades com arame fio 18, sobrepondo-se 0,15m a 0,20m nas extremidades para amarração (Figura 25);



Figura 24



Figura 25

4 - Coloca-se a tela circundando a base de concreto em forma ajustada, nivela-se a tela utilizando um nível de mangueira (Figuras 26 e 27);



Figura 26



Figura 27

**5** - Faz-se o contrapiso da parte externa da tela de alambrado utilizando-se o concreto com o mesmo traço do contrapiso da parte interna (Figura 28).



**Figura 28**

### **Etapa 5: Colocação da tela de fixação de argamassa**

**1** - Existem diferentes tipos de tela de fixação da argamassa. O sombrite é uma delas e tem como característica 50% de sombreamento (Figura 29). Também pode-se utilizar tela de arame com malha de 5mm fio 20;

**2** - Caso se utilize o sombrite este deverá ser fixado nas extremidades superior e inferior da tela de alambrado, de forma a cobri-la totalmente (Figura 30);



**Figura 29**



**Figura 30**

**3** - Deve-se fixar o sombrite na tela de alambrado para isso utilizar fitilho ou arame fio 18 espaçado de 0,10m em 0,10m (Figura 31).



**Figura 31**

**Observação:** Na ausência do sombrite, pode ser utilizada uma tela de arame com malha de 5mm, fio 20, que deve ser fixada também à tela de alambrado, utilizando-se arame fio 18, espaçado de 0,10 em 0,10 m, circulando toda tela de alambrado.

## Etapa 6: Revestimento com argamassa

**1** - A tela de alambrado mais o sombrite devem ser escorados com caibros e ripas em forma de alavanca na parte interna do alambrado para melhor fixação da argamassa sobre o sombrite (Figura 32);



Figura 32

### Primeira camada: parede externa

**2** - A argamassa utilizada na primeira camada deverá ter o traço 3:1; ou seja, 3 latas de areia; sendo duas latas de areia grossa e 1 lata de areia fina, para dar melhor "liga" a argamassa, e uma lata de cimento. Também, pode-se utilizar apenas ½ lata de areia fina (caso a areia grossa conter um maior percentual de argila, utilizar apenas ½ lata de areia fina), neste caso usa-se apenas 2,5 latas de areia grossa.

Antes de aplicar a argamassa, deve-se molhar a tela de alambrado mais sombrite para melhor aderência da argamassa.

**3** - A argamassa deve ser colocada de baixo para cima, começando na parte externa, utilizando-se uma desempenadeira ou espátula flexível de plástico (Figuras 33 e 34);



Figura 33



Figura 34

**4** - A argamassa deve ultrapassar o sombrite, fixando-se bem na tela de alambrado (Figuras 35 e 36). Ao final de cada dia, após a aplicação da argamassa, cobrir a cisterna com uma lona plástica, amarrando-a com uma corda, para permitir a "cura" da argamassa sem ressecamento;

**Observação 1:** No início desse processo ocorrem dificuldades de aderência da argamassa na tela de alambrado, mas, com a prática a argamassa vai aderindo a tela de alambrado.

**Observação 2:** Para permitir a execução das atividades internas da cisterna, deve-se colocar duas escadas, unidas na parte superior, como mostra a Figura 36, de forma a não tocar a parede da cisterna.

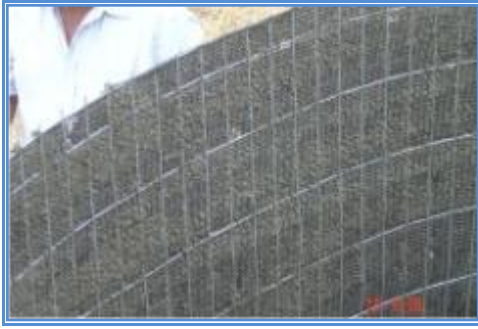


Figura 35



Figura 36

### Segunda camada: parede externa

**5** - Na segunda camada do revestimento deve-se utilizar a mesma argamassa da primeira (traço 3:1); ou seja, 3 latas areia; sendo duas latas de areia grossa e 1 lata de areia fina. A semelhança da primeira camada, também pode-se utilizar apenas  $\frac{1}{2}$  lata de areia fina, dependendo de suas características.

**6** - Nesta etapa se faz o acabamento da parte externa da parede da cisterna, utilizando uma desempenadeira lisa de aço e esponja úmida. Ao terminar esse processo cobrir a cisterna com lona no final de cada dia (Figuras 37 e 38).



Figura 37



Figura 38

### Primeira camada: parede interna

**7** - Na primeira camada interna usa-se a argamassa no mesmo traço das camadas da parede externa e utiliza-se a desempenadeira dentada de aço ou similar (Figura 39).



Figura 39

## Segunda camada: parede interna

**8** - Na segunda e última camada interna deve-se usar o mesmo traço 3:1 das camadas anteriores, utilizando a desempenadeira lisa de aço com esponja úmida.

## Etapa 7: Piso da Cisterna

**1** - Para o piso usa-se argamassa no mesmo traço 3:1, com uma camada de 0,04m;

**2** - Para melhor acabamento do piso fazer um formato de meia-lua na junção da parede com o piso

## Etapa 8: Acabamento

**1** - Aplicar nas paredes interna e externa uma nata de cimento (Figura 40).

**Observação 1:** no final de cada dia a cisterna deve ser coberta com lona plástica.

**Observação 2:** deixar sempre uma lâmina de 0,20m de água na cisterna.



Figura 40

## Etapa 9: Cobertura

**1** - Com a finalidade de fixar as placas da cobertura instala-se um suporte de madeira (2,20m) no centro do piso da cisterna, tendo em sua extremidade superior um disco de ferro ou madeira resistente suficiente para suportar o peso das treze placas, conforme figura 41.

**2** - A colocação das placas ocorrem um de cada vez em sentidos opostos. Tendo-se a precaução de se aferir com precisão, para que as mesmas fiquem equidistantes do centro da cisterna, e concomitantemente do centro do suporte para que as placas (Figura 42).



Figura 41



Figura 42

**3** - Cada placa deverá ser assentada na borda superior da cisterna intercalando as extremidades da tela da placa com as da cisterna, conforme figura 43.

**4** - A placa perfurada que irá permitir fixar o tubo de condução de água da área de captação deverá ficar mais próxima do telhado da moradia, visando minimizar os custos, como também a placa perfurada para colocação da bomba manual, conforme figura 44.



Figura 43



Figura 44

**5** - As placas confeccionadas para servir de suporte a porta da cisterna deverão ficar posicionadas de forma a permitir um melhor manejo da cisterna, conforme figura 45.

**6** - Após a instalação das treze placas da cobertura da cisterna inicia-se o rejuntamento usando-se concreto no traço 4:3:1 já definido, tendo sido colocado uma tela de arame fina enrolada entre os espaços vazios das placas para melhor vedação da cobertura da cisterna. Em seguida faz-se um reboco para acabamento final usando argamassa no traço do revestimento e pinta-se na cor branca para minimizar a temperatura nas paredes do reservatório, conforme figura 46.



Figura 45



Figura 46

### 3.3.2 - Kit dos materiais necessários à construção da cisterna de alambrado

Para maior eficiência no processo de construção da cisterna de alambrado, alguns materiais e equipamentos são essenciais:

**Escada:** facilita a execução dos serviços internos da cisterna. Para isto, 'e necessário que seja dupla, isto 'e, em forma de "V", como mostrado no corpo do documento.

**Ripa:** escorar a parede interna da cisterna para facilitar a aplicação da primeira camada de argamassa.

**Caixa de água:** ou outro tipo de depósito para armazenar água para a construção.

**Molde de ferro:** para confecção das placas da cobertura, conforme modelo apresentado no texto.

**Outros materiais:** Enxada, Martelo, Picareta, Malho, Tesoura de Corte, Alicates, Peneira, Carro-de-mão, Pá, Balde, Serrote, Espátula, Colher de pedreiro, Brocha, Esponja, Nível de pedreiro, Trena, Desempenadeira (Régua de madeira 2,0 m) e Regador.

**Ferramentas para construção da bomba:** Furadeira, Arco de serra, Fogão, Ponteiro, Lixa, Torno ou prensa e Martelo.

Finalmente, destaca-se que a Embrapa Semi-Árido em parceria com o IRPPA já participaram de duas missões ao Haiti, com a finalidade de treinar técnicos multiplicadores haitianos, cujos resultados alcançados, já começam a surtir efeitos benéficos a aquele país, já que os primeiros financiamentos de construção de novas cisternas, começaram a acontecer por meio de entidades internacionais.

### 3.3.3 - Dimensionamento da cisterna

**Volume de água ( $V_{NEC}$ ) para consumo da família:**

$$V_{NEC} = n * c * p \quad (m^3)$$

$$V_{NEC} = 10,0 \quad (m^3)$$

$V_{NEC}$  – volume de água necessário à família ( $m^3$ )  
 $n$  – número total de pessoas da família ( $n=8$  pessoas em Ballan, Haiti)  
 $c$  – consumo médio de água por pessoa ( $c=14$  litros)  
 $p$  – período sem chuvas, considerado de 90 dias por ano (dias)

**Área de Captação ( $A_c$ ) da água de chuva**

$$A_c = V_{NEC} / P_{MED} * C = 9,30 \text{ m}^2$$

$V_{NEC}$  – volume de água necessário à família ( $m^3$ ) = 10,0  $m^3$   
 $P_{MED}$  – precipitação média (mm) = 1.353,00 mm  
 $C$  – coeficiente de escoamento superficial = 0,8.  
 3.3.4 - Precipitações médias mensais do Haiti

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total anual	Média mensal
33,0	50,0	86,0	160,0	231,0	103,0	74,0	145,0	175,0	170,0	86,0	33,0	1.353,0	112,8



### 3.3.4 - Necessidades de água para diferentes espécies

Descrição	Diário		30 dias sem chuvas		60 dias sem chuvas		90 dias sem chuvas	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Homem	4	28	420	840	840	1680	1260	2520
Bovino	53	83	1590	2490	3180	4980	4770	7470
Equino	41	68	1230	2040	2460	4080	3690	6120
Caprino	6	11	180	330	360	660	540	990
Ovino	6	11	180	330	360	660	540	990
Suíno	6	16	180	480	360	960	540	1440
Aves	0,2	0,38	6	11,4	12	22,8	18	34,2

### 3.3.5 - Necessidade de água para 3, 5 e 8 pessoas, em função do período sem chuvas

No. de Pessoas	Consumo médio c (litro/dia)	Volume médio VNEC (litro/dia)	Período Seco p (dias)	VNEC = n°c°p	
				(litro)	(m3)
3	14	42	30	1.260	1,26
	14	42	60	2.520	2,52
	14	42	90	3.780	3,78
3	14	70	30	2.100	2,10
	14	70	60	4.200	4,20
	14	70	90	6.300	6,30
8	14	112	30	3.360	3,36
	14	112	60	6.720	6,72
	14	112	90	10.080	10,08

### 3.3.6 - Necessidade de áreas de captação em função das chuvas ocorrentes

VNEC (m3)	Área de Captação em função da Pm (mm) e do VNEC (m3)						
	300	450	600	750	900	1.100	1.300
1,26	6,00	4,00	3,00	2,40	2,00	1,64	1,38
2,52	12,00	8,00	6,00	4,80	4,00	3,27	2,77
3,78	18,00	12,00	9,00	7,20	6,00	4,91	4,15
2,10	10,00	6,67	5,00	4,00	3,33	2,73	2,31
4,20	20,00	13,33	10,00	8,00	6,67	5,45	4,62
6,30	30,00	20,00	15,00	12,00	10,00	8,18	6,92
3,36	16,00	10,67	8,00	6,40	5,33	4,36	3,69
6,72	32,00	21,33	16,00	12,80	10,67	8,73	7,38
10,08	48,00	32,00	24,00	19,20	16,00	13,09	11,08

### 3.3.7 - Elementos Essenciais ao sistema de captação de água de chuva

**Localização:** o local para construção da cisterna deve ser situado longe de lixões, currais, fossas ou outros pontos de poluição que possam colocar em risco a qualidade da água e/ou comprometer a estrutura da cisterna;

**Tanque de armazenamento:** é o reservatório de armazenamento da água da chuva, que pode ser construído utilizando diferentes materiais. Atualmente o modelo que é mais utilizado é o de placas pré-moldadas, mas outros, como o cimento alambrado já está tendo boa aceitação por apresentar menor custo e flexibilidade no tamanho;

**Área de captação:** é essencial para captar a chuva precipitada e permitir seu escoamento para o tanque por meio de calhas e tubos. Normalmente é utilizado como área de captação o próprio telhado das moradias, porém é necessário que além do tamanho, o telhado seja uniforme para captar toda água da chuva;

**Cerca de arame:** a cisterna deve ser cercada para evitar que pequenos animais (galinhas, cabritos) subam na cobertura e levem sujeiras para dentro da cisterna, como também evitar acidentes com crianças;

**Calhas:** toda cisterna deve contar com calhas para conduzir a água da área de captação, normalmente o telhado das casas, para o tanque de armazenamento. Devem-se ter alguns cuidados com as calhas para que estas colem toda água sem provocar desperdícios. Com as elevadas temperaturas comuns na região, geralmente as calhas de tubos de PVC se deformam dificultando a captação da água, principalmente quando as chuvas são de maior intensidade;

**Calçada:** a cisterna deve conter uma calçada para evitar infiltrações da água de chuva nas laterais do tanque de armazenamento e comprometer sua estrutura;

**Sangradouro:** é essencial a colocação de sangradouro no tanque para permitir o escoamento do excedente da água armazenada;

**Aeradores:** a cisterna deve conter em suas paredes tubos para permitir a renovação do oxigênio dissolvido na água. Um desses aeradores pode ser o próprio sangradouro. Na extremidade desses tubos deve existir um ralo ou uma tela para evitar a entrada de pequenos animais e materiais grosseiros;

**Bomba:** para evitar o contato direto com a água, e, em alguns casos o uso de vasilhas não adequadas para retirar a água, a cisterna deve conter uma bomba manual. Esta água pode ser bombeada diretamente para um reservatório menor localizado na cozinha da casa;

**Porta:** a cisterna deve conter uma porta para permitir sua limpeza, mas que deve ser mantida fechada para evitar a entrada de sujeiras e acidentes com crianças e animais.

**Tubo:** para desviar as primeiras águas da chuva, permitindo a lavagem do telhado. São necessárias 2 garrafas pet e tubo de PVC.

### 3.3.8 - Tratamento da água pelas companhias de abastecimento

**Floculação:** é o processo em que a água recebe uma substância química denominada de "sulfato de alumínio" com objetivo de aglutinar as impurezas maiores, facilitando sua remoção.

**Decantação:** é o processo no qual os flocos de impurezas formados durante a floculação decantam ou sedimentam em tanques apropriados.

Observação - não necessárias para água de chuva armazenada em cisternas.

**Filtração:** a água passa por várias camadas de materiais filtrantes, geralmente areia, para reter as partículas menores.

**Desinfecção:** destruir os microorganismos presentes na água.

Métodos físicos – ebulição e raios ultravioletas;

Métodos químicos – utilização de produtos desinfectantes.

Os desinfectantes mais comuns são o cloro e seus derivados e o ozônio junto com dióxido de cloro.

#### 3.3.10 - Métodos simples de tratamento da água

**Fervura da água e exposição ao sol:** práticas pouco comuns;

**Filtragem:** filtro doméstico;



**Desinfecção:** cloro

Quantidade de cloro para desinfecção de água destinada ao consumo:

Produto	Quantidade	Volume de água (litros)	Tempo mínimo de espera (min)
Hipoclorito de sódio (2,5%)	20 ml ou 2 colheres de sopa	1.000	30
	10 ml ou 1 colher de sopa	500	30
	02 gotas	1	30

Variáveis que influenciam na eficácia da desinfecção:

Turbidez	<0,5 NTU
pH	<8,0
Cloro residual livre	>0,5 mg/litro
Tempo de retenção	>30 minutos

### 3.4 - Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração inestimável das comunidades visitadas, tanto no Brasil como no Haiti. Também as instituições, nas pessoas dos seus representantes executivos, como ABC-MRE, Embrapa Semi-Árido, Embrapa Hortaliças, IRPAA, ASA/P1MC, que sem medir esforços disponibilizaram técnicos, materiais e equipamentos que permitiram realizar essa publicação para atender a Missão Tripartite Brasil x Argentina x Haiti



### 3.5 – Literatura Consultada

CISTERNAS. Disponível em < [http://www.mds.gov.br/secretarias/secretaria01\\_02.asp](http://www.mds.gov.br/secretarias/secretaria01_02.asp) > Consultado em setembro, 2005.

CNI – Qualidade e Produtividade. Disponível em <http://www.cni.org.br/premiocni/vencedores2004.htm> > Consultado em agosto, 2005).

COEP – Seminário Internacional. Disponível em < <http://www.coepbrasil.org.br/seminario/documentos/p-jeronimo.html> > Consultado em agosto, 2005.

DEMANDA em água potável. Disponível em <<http://revista-theomai.unq.edu.ar/numero6/artjandirferrera6.htm> > Consultado em agosto, 2005.

Ministério do Desenvolvimento Social – MDS. **Cisternas**. Disponível em <[http://www.mds.gov.br/secretarias/secretaria01\\_02.asp](http://www.mds.gov.br/secretarias/secretaria01_02.asp)> Acesso em 10 set. 2005.

SILVA, A. de S.; MOURA, M. L. G. de; OLIVEIRA, E. de; BRITO, L. T. de L.; GUIDUCCI, E.; SILVA FILHO, P. P. da; FENNELON, E.; MAILLET, A.; JUSTE, J. C. S.; JEUNE, W.; SILVA, J. S. A.; SILVA FILHO, E. da; LEITE, W. de M.; ARAÚJO, J. A. de; SANTOS, M. L. dos. **Cisterna de tela de alambrado**: missão Tripartite (Brasil/Argentina/Haiti). Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. 32 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 193).



# 4

## A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA NO HAITI NA CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DOMICILIARES PILOTO

---

Elizabete de Oliveira Costa  
Luiza Teixeira de Lima Brito  
Aderaldo de Souza Silva  
Dario Nunes dos Santos  
José Aparecido

## 4.1 - Introdução

Consolidado os interesses dos haitianos foi realizada a segunda e terceira Missão Tripartite (Argentina/Brasil/Haiti), visando o desenvolvimento de comunidades do Haiti, na área de produção de alimentos e de abastecimento de água potável. Desse modo, foram incorporados ao grupo de técnicos brasileiros da Embrapa, os técnicos do Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA (Juazeiro-BA), dada sua larga experiência na mobilização e capacitação de comunidades rurais no Brasil. O IRPAA participa do Programa Cisternas, do governo brasileiro, em parceria com a Articulação do Semi-Árido – ASA.

Técnicos do IRPAA e da Embrapa capacitaram uma equipe de técnicos haitianos. A capacitação consistiu no treinamento de técnicos multiplicadores (aprender construindo cisternas) e de organizações de comunidades, no entorno de sua capital Porto Príncipe. Os técnicos brasileiros, também, se responsabilizaram pela avaliação da qualidade das águas, utilizadas para abastecimento doméstico, implantação de um programa de piloto de construção de cisternas, associado a gestão da água de chuva para consumo humano e produção de alimentos em algumas comunidades.

## 4.2 - Segunda missão

(Embrapa Semi-Árido - Hortaliças) - IRRPA/ABC-MRE) - 01 a 17/10/06

A segunda missão teve como objetivo capacitar técnicos do projeto “Pro-Huerta” na construção de cisternas de alambrado (tela de arame galvanizada (+) argamassa de areia e cimento), visando à captação e armazenamento da água de chuva para consumo humano em comunidades do Haiti, a gestão da água de chuva e a avaliação da qualidade das águas das fontes principais.

O modelo de cisterna adotado foi o resultado da análise de custo-benefício, facilidade de construção e durabilidade, entre os diversos modelos de construção de cisternas existentes no Semi-Árido brasileiro. A experiência na comunidade de Balan-Ganthier, durante o período dessa missão no Haiti, considerando o modelo de cisterna que atende as três exigências citadas, corrobora a experiência brasileira nos programas dos governos federal, estaduais e municipais, em mais de 250 mil cisternas domiciliares construídas.

Nessa missão deu-se início a participação de técnicos especializados, pertencentes ao Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA, vinculado a Articulação do Semi-Árido (ASA), convidados pela Embrapa Semi-Árido para participar do Projeto Cisternas no Haiti. Os técnicos envolvidos foram Elisabeth de Oliveira Costa, na segunda missão, e Dario Nunes dos Santos na terceira. Ambos foram co-responsáveis pelas atividades de construção de duas cisternas piloto, pelo treinamento sobre manejo das águas armazenadas em cisternas domiciliares e pela construção de sistemas de eliminação das primeiras águas de chuva.

Destaca-se também a participação da Dra. Luiza Teixeira de Lima Brito (Embrapa Semi-Árido) como responsável pela avaliação da qualidade das águas das fontes superficiais e subterrâneas, usadas normalmente, pelos haitianos, para abastecimento doméstico.



Figura 1. Entrega do material de construção da cisterna nas comunidades de Beaugé e Balan-Ganthier, efetuada pelo Exército Brasileiro.

### 4.3 - Ressalvas técnicas à tecnologia de captação de água de chuva

Os projetos de captação de água de chuva devem ser implementados por uma equipe multidisciplinar de profissionais para garantir que os aspectos técnicos, sociais, econômicos e ambientais sejam considerados de forma adequada. Há necessidade de se aplicar técnicas de captação de água de chuva desenvolvidas em escala experimental em condições reais, avaliar sua viabilidade e efeitos para em seguida se lançar em escala operacional.

Um aspecto relevante para captação de água de chuva é a estrutura física construída para armazenar a água captada. Existem várias técnicas de construção e uma infinidade de materiais empregados nesse tipo de construção.

Há cisternas que são construídas em forma de círculo, quadrado e retangular. Em relação ao nível do solo, têm cisternas construídas na superfície do solo, totalmente enterradas e semi-enterradas. Alguns especialistas no assunto afirmam que toda cisterna tem vantagens e desvantagens quando se avalia de maneira mais específica, levando em consideração que a realidade das comunidades é bastante diversificada. Desse modo o que pode ser ideal para uma comunidade, pode apresentar desvantagens para outras. Entretanto, há questões que na atualidade já estão superadas e precisam-se evitar, tais como:



- A construção de cisternas em formato quadrado favorece fissuras nos cantos, ocasionando perda de água por vazamento;
- Cisternas sem tampas propiciam a evaporação, além de favorecer a poluição da água e a ocorrência de acidentes com crianças e pequenos animais;

Quanto aos materiais empregados, existem cisternas construídas de pedra, alvenaria, blocos, placas de cimento, ferro e cimento, etc. Há problemas de perda de água por vazamentos em muitos modelos de cisternas, por isso diversas pesquisas já foram desenvolvidas buscando alternativas para resolução desses problemas.

Para o acesso de água para o uso familiar, é necessário dispor de tecnologias que reúnam simplicidade de construção, alta resistência e baixo custo.

No dimensionamento da cisterna alguns parâmetros devem ser considerados, como o número de pessoas que consumirão a água, o período que não chove na região e o consumo de água por pessoa por dia. Além disso, também no dimensionamento da área de captação deve-se considerar a precipitação pluviométrica ocorrente.

#### **4.4 - Treinamento dos promotores do “Pro-Huerta” em construção de cisternas**

O primeiro treinamento de técnicos realizado no Haiti foi à Comunidade de Beaugé. Os participantes foram: Emmanuel Fenelon, Wesly Jeune, Jean Claude, Antony Maillet (técnicos treinados no Brasil em construção de cisternas de alambrado), Paul Namphy, a equipe brasileira e 30 (trinta) promotores do Programa Pro-Huerta (Figura 2).

O treinamento foi coordenado por Emmanuel Fenelon com auxílio do Paul Namphy. E abordou os seguintes tópicos:

- Apresentação da equipe;
- Apresentação da Missão;
- Exposição da experiência dos técnicos haitianos treinados no Brasil sobre a construção de cisternas de placas pré-moldadas (argamassa de cimento e areia) e de alambrado (tela de arame galvanizado e argamassa de cimento e areia);
- Discussão técnica: ocorreram muitas discussões entre os promotores e as equipes, relativas à seleção da(s) família(s) beneficiária(s) da cisterna e, principalmente, sobre a continuidade do programa. Houve inclusive o seguinte posicionamento por parte dos promotores: “se o objetivo da missão for só o treinamento, esse poderia acabar naquele momento”.



Figura 2. Treinamento dos promotores do Pro-Huerta na comunidade de Beaugé

#### 4.4.1. Material necessário para construção de uma cisterna de 10m<sup>3</sup>.

Material	Unidade	Qde.
<b>1. Cisterna</b>		<b>(10 m<sup>3</sup>)</b>
Tela galvanizada ( 0.9 m x 25 m), malha (0,15 x 0,05), arame de 0,003m	m	16
Tela de arame de 0.9 m x 10 m, malha 5,0 mm, fio 20	m	16
Arame galvanizado, fio n <sup>o</sup> .18, 100 m	rolo	3
Cimento	(40 kg)	13
Areia grossa (lavada)	m <sup>3</sup>	1.8
Areia media (lavada)	m <sup>3</sup>	0.3
Brita n <sup>o</sup> . 2	m <sup>3</sup>	1
<b>2. Calhas e tubulações</b>		
Calha zinco: 0,50 m largura	m	10
Tubo esgoto 100 mm	Tubo 6 m	2
Sangradouro	m	1
Curva esgoto 100 mm	unid.	3
Tela fina para suspiro	m	0.5
<b>3. Filtro:desviar primeiras águas</b>		
Tubo esgoto 100 mm	m	3
Garrafa pet (uma: 1 L, outra: 2 L)	unid.	2
Curva esgoto 100 mm	unid.	2
Cap esgoto 100 mm	unid.	1
Luva esgoto 100 mm	unid.	1
Te esgoto 100 mm	unid.	1
<b>4. Bomba manual</b>		
Tubo PVC, 50 mm	m	2
Tubo esgoto, 40 mm	m	2
Flange 50 x 1 1/2	unid.	1
Te PVC, 40 mm	unid.	1
Joelho PVC, 40 mm	unid.	1
Cap PVC, 40 mm	unid.	1
Bolas de gude	unid.	2
Redução PVC, 50 x 25 mm longa	unid.	1
Redução PVC, 40 x 25 mm longa	Unid.	1
Tubo PVC, 40 mm	m	0.4
Cola PVC	tubo	1
<b>5. Pintura</b>		
Cal	Saco 3 kg	1
<b>6. Mão-de-Obra</b>		
Pedreiro	Dia	8
Ajudante	Dia	8
Ajudante	Dia	8
<b>Custo total de cada unidade de cisterna domiciliar (US\$)</b>		

\* dependendo do tamanho da área do telhado e da distância da casa à cisterna.

\*\* observar se a casa tem uma ou duas águas (inclinações do telhado).

## 4.5 - Passo a Passo à construção das cisternas em Balan-Ganthier e Beaugé

Visita técnica à comunidade de Balan-Ganthier com a finalidade de selecionar os locais para construção de duas cisternas domiciliares.

### Atividades:

- Prática sobre os critérios de escolha do local da cisterna;
- Procedimento de escolha do local do Centro da Formação Social, associando-o a disponibilidade de terreno. A possibilidade de construção da horta demonstrativa e de área disponível propicia a realização de irrigações por gotejamento ou micro-aspersão;
- Demarcação do diâmetro externo da cisterna;
- Escavação da fundação.



Figura 3. Participação dos treinandos na demarcação e escavação da base do reservatório da cisterna cilíndrica de alambrado (tela de arame e argamassa) na comunidade de Beaugé



Figura 4. Cortes e emendas de telas fina e grossa de arame galvanizado para suporte do reservatório da cisterna propriamente dita. Corte da tela e início da confecção de 39 placas de cobertura de três cisternas, das quais, duas em Balan-Ganthier e uma na comunidade de Beaugé.

**Observação:** Para construção da cisterna, durante o treinamento dos promotores, foram contratados 02 pedreiros. No entanto, as demais atividades foram realizadas pelos próprios treinandos.



Figura 5. Detalhe da confecção das placas de cobertura das cisternas



Figura 6. Nivelamento da base do reservatório da cisterna com areia grossa, compactação com um malho e marcação da altura (espessura) do contrapiso (brita, areia grossa e cimento)



Figura 7. Demarcação do diâmetro interno do reservatório e concretagem do contrapiso



Figura 8. Escoramento e amarração das telas com fio de arame galvanizado.



Figura 9. Aplicação da primeira camada externa utilizando argamassa (cimento e areia). Observou-se uma participação ativa dos treinandos, até mesmo em atividades como fazer argamassa, transportar e rebocar o reservatório da cisterna.



Figura 10. Aplicação da segunda camada de argamassa interna e início da construção da escada de acesso ao reservatório.



Figura 11. Vista parcial da cobertura da cisterna por meio de placas pré-moldadas, confeccionadas no próprio local de construção da cisterna.



Figura 12. Início da construção do Centro de Formação Social por militares do Batalhão de Engenharia da Força de Paz Brasileira no Haiti.



Figura 13. Visita do Embaixador Paulo Cordeiro Pinto e equipe, e do Ministro da Habitação Dr. Frantz G. Verret. A presença do Embaixador aos trabalhos foi constante durante as três missões ao Haiti. À direita a equipe de técnicos da Embrapa Semi-Árido e IRPPA, bem como o Exmo Senhor Embaixador, Ministro e militares da Força de Paz Brasileira. Os últimos, presentes na Comunidade de Balan-Ganthier, onde trabalhavam na construção do Centro de Formação Social.



Figura 14. Vista parcial das duas cisternas domiciliares construídas na Comunidade de Balan-Ganthier, modelo brasileiro (IRPPA).

## 4.6 - Pontos positivos e críticos da segunda missão ao Haiti

### Pontos positivos

- Apoio irrestrito e atenção da Embaixada Brasileira no Haiti, particularmente na pessoa do Exmo. Senhor Embaixador Dr. Paulo Cordeiro Pinto;
- A Cartilha traduzida para o francês e creoli facilitou muito a comunicação entre a missão brasileira e os promotores, que em geral falavam em creoli;
- Disponibilidade diária de transporte à área de estudo;
- Disponibilização de telefonia celular, alimentação e transporte para os participantes do treinamento em serviço e de tradutor (português para francês e creoli) no início da missão. Também, destacaram-se a colaboração dos próprios participantes, principalmente os três técnicos do Instituto Democrático Nacional para Assuntos Internacionais (NDI), que falavam a língua espanhola;
- Atenção especial dispensada pelo Embaixador de Cuba, particularmente do Exmo. Senhor Embaixador Lic. Raúl Barzaga Navas, à missão.
- Disponibilidade no comércio local dos materiais utilizados na construção do modelo de cisterna adotado pelo projeto-piloto;
- Contribuição estratégica e indispensável da Missão de Paz do Exército brasileiro na realização das atividades do projeto-piloto;
- Interesse e compromisso dos promotores capacitados, tanto nas atividades de capacitação, quanto na preocupação sobre a continuidade do trabalho no Haiti;
- Capacitação de trinta promotores do programa "Pro-Huerta" e construção de duas cisternas de tela-cimento, durante o período da segunda missão, o que traz uma garantia de continuidade na construção de cisternas domiciliares no país, independente da presença de técnicos brasileiros;
- A capacitação poderá aumentar a compreensão dos haitianos sobre a necessidade de desenvolver no país, em parceria com o governo local e instituições afins, programa similar ao do Ministério de Desenvolvimento Social do Governo Federal, em parceria com a Articulação do Semi-Árido – ASA. Isso possibilitará o armazenamento de água de chuva, com qualidade, para o consumo humano.
- Construção do Centro Comunitário de Formação Social de Balan-Ganthier em parceria com o Exército brasileiro, com a finalidade principal de captação da água da chuva, abrigo temporário, área de treinamento de pessoas da própria comunidade e reuniões comunitárias.

### Pontos Críticos

- Necessidade de maior co-participação de entidades locais em atividades similares;
- Pesquisa antecipada de materiais locais (existentes na própria comunidade ou na localidade mais próxima) que poderão ser utilizados na construção tanto de cisternas domiciliares quanto na



confeção do sistema de eliminação das primeiras águas de chuva, e confeção de bombas manuais;

- Necessidade de projetos similares para a construção de cisternas, contemplando recursos financeiros específicos, para alimentação, transporte e hospedagem das pessoas e/ou técnicos, envolvidos diretamente nesta atividade, prioritariamente em regiões carentes, à semelhança da trabalhada no Haiti;
- Mobilização e capacitação prévia da comunidade sobre o processo de construção de cisternas, semelhante ao desenvolvido pela ASA no Programa brasileiro.

#### **4.7 - Terceira missão de cooperação técnica brasileira - 02 a 27/10/07**

Após a segunda missão, foi possível à equipe haitiana construir somente uma cisterna, do total de cinco programadas. Esse fato provocou a necessidade de mais uma missão brasileira ao Haiti no período de 02/10 a 27/10/2007, em atendimento ao processo de articulação realizado pela ABC/MRE, entre a Embrapa e o INTA-Argentina, para identificar os pontos críticos, concluir as metas programadas e sugerir as ações estratégicas para políticas públicas futuras, na área de cisternas rurais.

A missão foi composta por pesquisador da Embrapa Semi-Árido e de técnicos de ONGs. Nela foi consolidada a capacitação de técnicos haitianos e de pessoas provenientes de comunidades interioranas, sobre técnicas e métodos e processos de construção de cisternas com aproveitamento de águas pluviais, a semelhança do Programa "Um milhão de cisternas do governo federal brasileiro por meio do MDS", em parceria com a ASA (Articulação do Semi-Árido). Além disso, houve a consolidação da capacitação anterior dos técnicos promotores (multiplicadores) do projeto Pro-Huerta, nas atividades de transferência de tecnologias em captação e armazenamento de água de chuva para regiões com recursos hídricos escassos.

Foi, também, ensinada a confeção dos sistemas de eliminação de sujeiras e das bombas manuais a serem utilizadas nas cisternas rurais para evitar o contato direto com a água armazenada. A não introdução de vasilhames, possivelmente contaminados, consolida as atividades de gestão das águas, ministrada na missão anterior.

**Reunião na Embaixada do Brasil no Haiti:** Participantes: Exmo. Senhor Paulo Cordeiro Pinto - Embaixador do Brasil no Haiti (EB-Haiti); Paul Christian Namphy – Cooperação Internacional - Embaixada Brasileira; Aderaldo de Souza Silva - Embrapa Semi-Árido; Dario Santos e Jose Aparecido Souza – IRPAA; Remy Courcer – UT-PR- Comunidade Européia e Mikerlange Milton – EB-Haiti.

Na reunião com o Exmo. Sr. Embaixador do Brasil no Haiti, foram tratados diferentes assuntos sobre a missão cisterna. Inicialmente, o embaixador solicitou a apresentação dos presentes, considerando a

experiência em trabalhos comunitários, pois esta foi uma das grandes dificuldades encontradas na execução das cisternas, sobretudo na primeira fase. O embaixador destacou sua preocupação com a primeira fase da missão por ter gerado expectativas em três comunidades, mas somente ter construído duas (2) cisternas, quando a missão tinha o objetivo de construir 10. Além disso, a EB-Haiti e os Promotores do Pro-Huerta que foram capacitados na segunda missão, encontraram dificuldades em dar continuidade ao processo de construção como havia sido planejado.

Para o embaixador, nesta fase da missão deve-se trabalhar no sentido de alcançar todas as metas planejadas no programa, além de corrigir os pontos críticos da missão anterior. Para isso foi solicitada pelo Embaixador, a agenda de trabalho da equipe brasileira e a relação dos materiais e equipamentos a serem adquiridos para a construção das cisternas. Foi sugerida, também, uma reunião no Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, sede do Projeto Pro-Huertas, objetivando discutir a logística e a operacionalidade da missão.

**Reunião no Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura - IICA** - Participantes: Alfredo J. Mena Pantaleón – Representante do IICA; Paul Nanphy da Embaixada do Brasil; Aderaldo de Souza Silva (Embrapa Semi-Árido), Jose Aparecido e Dario Santos (IRPAA).

Após a apresentação do representante do IICA, os Srs. Aderaldo e Dario fizeram uma síntese do projeto cisterna e do objetivo da terceira missão.

Foi proposto ao representante do IICA, Sr. Mena, a possibilidade do IICA colaborar com a Missão, sobretudo na parte de transporte e instalações para realizar o curso sobre Bombas Manuais. O Sr. Mena, atendeu a missão muito bem e colocou o escritório do IICA à disposição para realização do curso de bombas manuais, bem como disponibilizou um carro (Pick-up) até o final da missão brasileira no Haiti.

Foram colocadas pelo Sr. Mena, algumas questões fundamentais para dar andamento as ações da Missão. A necessidade de uma reunião entre os Embaixadores brasileiro e argentino para que pessoas-chaves do projeto Pró-Huertas se integrassem à Missão Cisterna, a exemplo do Agrônomo Flenelon. Nesse caso, haveria maior disponibilidade para utilizar o carro do IICA durante a Missão Cisterna. Além disso, colocou o IICA como agência facilitadora da cooperação, entre os projetos do Brasil e do Haiti. Nesse sentido, se faz necessário uma coordenação conjunta, onde o IICA poderá colaborar com a sua experiência. Por exemplo, o IICA conta com um sistema de compras que facilitaria muito as ações dos projetos.

O Sr. Mena destacou ainda as dificuldades com os ministérios e a necessidade de fazer gestão junto a esses setores do governo, no sentido de envolvê-los para que assumam compromissos, além da necessidade de aperfeiçoar as relações institucionais entre os vários organismos que estão desenvolvendo ações no País.

**Reunião com a Organização ASSODLO (Associação Haitiana da Matriz Água e Solo – [assodlo@yahoo.fr](mailto:assodlo@yahoo.fr) ou [assodlo@hotmail.com](mailto:assodlo@hotmail.com)), no Hotel Kinam. Participantes:** Luc Pierre Jeean (Assodlo); Loubeau Fleurantiin (Assodlo); Paul Christian (Embaixada do Brasil); Jose Aparecido e Dario Nunes (IRPAA); Remir Coucier (Representante da União Européia) e Aderaldo de Souza Silva (Embrapa Semi-Árido).

*O senhor Luc Pierre, explicou: “sabe como se faz a gestão da água: cadeado na cinta do chefe da família para que a água não seja roubada”.*

A entidade ASSODLO, conta com financiamento da Comunidade Européia para execução do projeto de construção de cisternas de placas (modelo brasileiro – Projeto Pintadas (BA)) e de outros componentes. O projeto de cisterna desenvolvido no Haiti pela ASSODLO foi importado do Brasil por Remy Coucier (Ex-SUDENE, cooperação francesa). O projeto abrange a capacitação de pedreiros, atividade com produção de hortaliças, trabalha com mulheres e aquisição de mulas para transporte de materiais.

Em 1997 o Sr. Remy Curcier apresentou a tecnologia de cisternas de placas ao governo e entidades haitianas. Hoje, já existe cerca de 2500 cisternas construídas, principalmente para utilização na agricultura. Segundo os técnicos da ASSODLO existe uma demanda significativa de cisternas para iniciar o plantio de hortaliças, pois é dessa forma que se consegue os preços melhores com a produção precoce. Além disso, foi observada a fixação das famílias no campo, pois existe no Haiti uma cultura tradicional de rotação das famílias no meio rural.

### **Início da capacitação dos promotores (multiplicadores)**

Em 09 de outubro de 2007 teve início as primeiras atividades de formação dos promotores do Pro-Huerta, já capacitados em missões anteriores sobre construção de cisternas. Salienta-se que na terceira missão a coordenação do projeto, mudou a estratégia técnico-peracional da capacitação para:

- Divisão dos participantes em cinco grupos e, com cada grupo elegendo seu líder;
- Os líderes de grupo com suas respectivas equipes eram responsáveis pela construção de duas cisternas em um período máximo de quinze dias, cujos trabalhos se iniciaram por Croix-des-Bouquets (Michaud).
- Os técnicos da missão brasileira, apenas supervisionavam e ministravam novos conhecimentos, tais como: construção de bombas manuais e confecção de sistema de eliminação automática das primeiras águas de chuva.



INICIO DAS PRIMEIRAS  
ATIVIDADES DE  
CAPACITAÇÃO SOBRE A  
CONSTRUÇÃO DE  
CISTERNAS DOMICILIARES  
EM CROIX-DES-BOUQUETS  
(MICHAUD),



**Figura 15. Grupo de líderes na primeira foto e início dos trabalhos de locação das cisternas no domicílio**

Esta nova estratégia foi um êxito, porque permitiu que os treinandos adquirissem confiança em si e se responsabilizassem pela construção de uma cisterna domiciliar. O único ponto negativo foi a falta de materiais em tempo hábil, disponibilizados nos locais em que as equipes se encontravam trabalhando.

Dado o êxito desta nova estratégia de treinamento em cisternas domiciliares recomenda-se seu uso generalizado, corrigindo-se, entretanto, a distribuição e disponibilização, em tempo hábil, de materiais e equipamentos às equipes, em seus locais de trabalho.

Foram construídas duas cisternas em Croix des Bouquets (Michaud), no Centro d'Études Professionnelles de la CX-DES-BQTS. A água proveniente da chuva, armazenada na primeira cisterna, teria a finalidade de ser utilizada para consumo humano, enquanto a água da segunda cisterna poderá ser usada na produção de hortaliças, ou seja, irrigação de uma horta caseira ou de jardins nutritivos com fins demonstrativos. As atividades consistiram da locação das duas cisternas, escavação das bases dos reservatórios, preparação do local para confecção dos moldes e corte das telas para serem usadas nas placas da cobertura das cisternas.

Com a participação de 11 promotores do NDI foi dado início aos trabalhos. As cisternas selecionadas, segundo os moradores do imóvel, seriam de grande utilidade para o Centro de Formação, pois o mesmo tem dificuldades em providenciar água para o exercício das atividades laborais. O centro conta com a presença diária de 15 a 20 alunos nos dias úteis frequentando, no momento, as aulas de Corte e Costura e Culinária.

Em entrevista com a dona de casa, Senhora Yslande, sobre as dificuldades com o fornecimento de água na localidade, foi informado que a água é transportada dos poços que são equipados com bombas manuais existentes na Comuna. Esses poços são localizados a mais ou menos 100 metros de distância entre eles. Mas em algumas ocasiões é necessária a compra de água, a um custo de US\$ 45,00 (quarenta e cinco dólares americanos).

Já existe no Centro de Capacitação um tanque subterrâneo, que recolhe parte da água do telhado da casa (área de captação de água de chuva). Essa água é utilizada para os serviços da casa como limpeza, banho, etc. No caso de falta, o tanque é complementado com água de caminhão pipa e a mesma não é potável. Por essa razão, a água armazenada no tanque não é utilizada para consumo humano.

### **A segunda experiência de construção de *cisternas pilotos* no Haiti**

Seguindo-se recomendações da EB-Haiti e do representante do IICA naquele país, optou-se por considerar na seleção das famílias beneficiárias do projeto cisternas piloto, os seguintes critérios:

- Representatividade local das famílias beneficiárias por comunidade, com prioridade às Escolas de ensino fundamental;
- Escassez de água para beber em quantidade e qualidade e;
- Facilidade de acesso às autoridades constituídas com ênfase aos representantes de países doadores.

A continuação apresenta-se breve descrição sobre as atividades executadas e o andamento passo a passo das cisternas pilotos construídas, durante o período da terceira missão de cooperação no Haiti.

É importante destacar que o início do Curso de Capacitação, como previsto ainda no Brasil, com a participação de aproximadamente 50 técnicos, somente ocorreu a partir do dia 16/10/08, quando técnicos (Promotores) do NDI foram autorizados para participar da capacitação em serviço pela Coordenação Nacional do Programa. Por esse motivo, foi necessário reorganizar as atividades de capacitação e contratar, temporariamente, novos pedreiros e ajudantes. Salienta-se que em função disso, a missão cisterna no Haiti, teve somente 10 dias úteis para construir seis cisternas, deixar duas em andamento e duas planejadas para serem construídas após seu retorno ao Brasil, o qual ocorreu no dia 26 de outubro de 2007.

### **Início da capacitação personalizada por grupos de promotores**

O grupo que assumiu a confecção de placas para cobertura das duas cisternas (26 placas), teve por companhia um pedreiro com mais experiência e mais dois treinandos. Esse é considerado um trabalho mais especializado que exige certa habilidade no manuseio da argamassa e da colher de pedreiro.

O segundo grupo de trabalho realizou o corte e a junção das telas de arame galvanizado, ou seja, preparação das malhas de 8,20 m de comprimento e 1,8 m de largura, para serem utilizadas na construção dos cilindros (reservatórios) das cisternas. Essa etapa se fez necessária porque no Haiti, não existe a malha nas dimensões brasileiras, por isso foi preciso fazer uma adaptação, unindo-se duas telas, para dar as dimensões planejadas. Essa tela tem 1" x 1" x 3' x 100' e foi utilizada em

substituição a tela de alambrado normalmente empregada na construção de cisternas no Brasil. Além disso, como o sombrite (malha de plástico) não foi encontrado, passou-se a utilizar, em sua substituição, uma malha galvanizada nas dimensões de ¼" x ¼" x 3' x 100'.

Essas adaptações causaram trabalho adicional excessivo no processo de construção das cisternas, exigindo mais tempo para se fazer as amarrações. Entretanto todas as condições técnicas ficaram asseguradas, pois os materiais utilizados são de excelente qualidade e as adaptações não diminuem a qualidade da obra. Na verdade, acredita-se que essas condições permitem uma melhora significativa e uma maior resistência ao surgimento de vazamentos de água, pois a malha que substitui o sombrite lhe dará um melhor desempenho evitando o surgimento de micro fissura com o passar dos anos.

O terceiro grupo deu continuidade aos trabalhos de nivelamento e compactação da base para a construção de seis cisternas.



MARCAÇÃO DAS BASES DOS RESERVATÓRIOS DAS CISTERNAS, NIVELAMENTO COM ÁGUA, COMPACTAÇÃO E CONCRETAGEM DO PISO COM AS MESMAS DIMENSÕES DA MALHA DE ARAME GALVANIZADO, ISTO É, 1,57 M DE RAIOS E 0,07M (7,0CM) DE ESPESSURA.



**Figura 16. Compactação e nivelamento com água da base do reservatório da cisterna (raio de 1,57 m), e na foto à direita início da concretagem do contra-piso com 7,0 cm de espessura.**

Em comum acordo com os coordenadores do NDI, foram criadas mais duas novas forças tarefas (grupos de trabalho), onde se iniciou de imediato duas novas construções de cisternas de alambrado em dois imóveis rurais na localidade de Beaugé em Ganthier. Assim sendo, a missão passou a atuar com três grupos distintos, nas seguintes localidades: a) Croix-des-Buquets (Michaud) – duas cisternas e Beaugé, em Ganthier (duas cisternas).



**Figura 17. Cisterna para uso com irrigação de salvação.**



**Figura 18. Duas cisternas (água de beber e produção).**



**Figura 19. Cisterna para água de beber.**

Os trabalhos de marcação e escavações da base em Beaugé foram adiantados nas novas localidades, uma vez que, ao término da semana (19/10) ocorreria uma visita da USAID (Estados Unidos), financiadores de projetos de cooperação com a Instituição NDI, a qual pertence a maioria dos técnicos que estavam sendo treinados pela Missão brasileira.

Na manhã do dia 18/10/07 concluiu-se a cobertura das duas primeiras cisternas, sob a responsabilidade da terceira missão no Haiti, ambas localizadas no CEPE (Michaud). Também, se construiu as escadas de acesso e confeccionaram-se cilindros de malhas de arame galvanizado para mais duas novas cisternas, a serem construídas na Escola Pública de Croix-des-Buguets, com seiscentos alunos regulares. Dessa forma, a missão até aquela data, em parceria com os treinados já tinham confeccionado seis (6) estruturas metálicas a serem utilizadas na construção de seis (6) novas cisternas no Haiti.



**Figura 20. Escola Pública de Croix-des-Buguets, com seiscentos alunos regulares.**

Após a visita da USAID, no dia 23/10/07 foram confeccionadas as placas de cobertura das cisternas da Escola em Croix-des-Bouquets. Foi aplicada a 2<sup>a</sup>. camada de argamassa na parte externa das mesmas e, confeccionados mais dois (2) cilindros de telas de arame galvanizado, com a finalidade de serem usados na construção de duas novas cisternas (as cisternas de N<sup>os</sup>.7 e 8). Portanto, já haviam 8 das dez pretendidas pela terceira missão.

No dia 24/10/07 deu-se prosseguimento ao curso de capacitação, com a continuação dos trabalhos de construção das cisternas da Escola por uma equipe, já na fase de acabamento interno.

Destaca-se a importância desta fase, devido à necessidade de peneiramento dos dois tipos de areia (fina e grossa), e dada às características do material disponível. Esse se constituiu em um trabalho lento, face à ausência de peneira adequada.

Por outro lado, os participantes apresentaram resistência na realização deste tipo de serviço. Talvez, devido à tradição de peneirar somente areia que apresenta excesso de pedras, com mais de um (1) centímetro de diâmetro, ou outros tipos de materiais indesejáveis. Entretanto, no caso do revestimento interno das cisternas de alambrado, os materiais usados devem ser cuidadosamente selecionados e peneirados para que a camada de argamassa a ser aplicada, seja fina e uniforme, aumentando assim a eficiência e a eficácia da impermeabilização, no processo de construção.

Segundo o técnico do IRPPA se ficar na argamassa restos de madeira ou de matéria orgânica, poderá surgir, com o tempo, pequenas infiltrações, com a conseqüente perda de água da cisterna por vazamento.

No dia 25/10/07 concluiu-se o acabamento interno das coberturas das duas cisternas construídas no CEPE (Michaud), as instalações das encanações (abastecimento e drenagem) e a construção das tampas de acesso ao reservatório, propriamente dito, para verificação e limpeza.

Na escola de Croix-des-Bouguets, ainda foi realizado a parte de cobertura das duas cisternas, e se fez as instalação das bombas manuais e das tubulações de abastecimento e drenagem.

O último dia da Missão foi reservado para instalação do sistema de condução das águas de chuva para as cisternas e avaliação dos trabalhos realizados pela missão e pelos participantes. Também foi dedicado um tempo para que os participantes pudessem tirar algumas dúvidas sobre as atividades realizadas, durante o período da terceira missão brasileira de cooperação no Haiti.

**Reunião na Embaixada do Brasil:** Na tarde de 18/10/07, ocorreu nova reunião na Embaixada Brasileira, a convite do Exmo Sr. Embaixador para tratar sobre o andamento dos trabalhos da terceira Missão (cisterna). Além disso, foi necessário elaborar um breve relatório executivo sobre a Missão, a ser apresentado no Brasil pelo Sr. Embaixador.

Nesta reunião tratou-se de algumas questões sobre os objetivos de uma futura Missão, tais como:

- Desmembrar o programa cisterna do Programa Pro-Huerta, em função da falta de apoio do projeto Pro-Huerta (Contraparte da Argentina) ao cisterna. Também, foi observado que as comunidades não tinham uma organização eficiente, similar a das comunidades brasileiras do P1MC. Além disso, o vínculo com os técnicos do NDI era informal, cuja experiência continua sendo um projeto piloto, que necessita ser concluído.
- Discutiu-se, também, na reunião a proposta do IICA-Haiti de transformar o atual projeto piloto de cisterna em um “Programa Piloto de Construção de 1000 cisternas domiciliares”.
- Finalmente o Senhor Embaixador retomou as preocupações em relação à proposta da FAO, que deve ser levada em consideração, mas destacou que, mesmo em uma futura continuidade, precisa-se de uma avaliação mais detalhada e aprofundada do processo de construção de cisternas.

#### **Visita da equipe da Agencia de Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos-USAID**

– A coordenação nacional e internacional do NDI visitou no dia 19/10/07 todas as localidades onde as cisternas domiciliares estavam sendo construídas. Na ocasião, a cooperação brasileira no Haiti foi bastante elogiada e houve interesse de ambas as partes (NDI-USAID) de continuidade, sendo a estratégia de utilização de duas águas (uma reservada para armazenamento de água para beber e



outra destinada para produção de hortaliças e dessedentação de pequenos animais domésticos), provenientes de cisternas piloto (captação de águas pluviais), bastante aceitas pelos técnicos visitantes.



**Figura 21. Visita da equipe da Agência de Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos-USAID e coordenadores e técnicos do Instituto Democrático Nacional para Assuntos Internacionais (NDI).**

Nesse dia, também, houve a visita e reunião com a Deputada Marie Clunie Dumay Perre-Jules, deputada pela comuna Croix des Buquets et Thomazeau, representante do Partido – UNION.

### **Cursos Intensivos sobre Bombas Manuais e Sistema de Eliminação das Primeiras Águas de Chuva (Aprender fazendo, personalizado).**

Os cursos sobre a confecção de bombas manuais e eliminador das primeiras águas pluviais, foram iniciados no dia 25/10/07 com exposição sobre as bases conceituais de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas. Houve apresentação de alguns critérios básicos para que o aproveitamento do escoamento superficial dos telhados seja feito de maneira correta e com qualidade.

Para possibilitar melhor compreensão pelos participantes foram utilizados materiais didáticos, incluindo cartazes que demonstrassem alguns elementos chaves para o sucesso da colheita de água de chuva de maneira segura e planejada.

Foram apresentadas as precipitações referentes aos últimos 30 anos, para demonstrar que se faz necessário o conhecimento do regime pluviométrico do território, sobretudo a quantidade máxima, média e mínima em cada localidade. Além disso, foram apresentados outros materiais didáticos para demonstrar os passos necessários ao dimensionamento da técnica de captação de água de chuva, desde o detalhamento da escolha do local da obra, instalações, manejo e uso da água.

Salienta-se que foram distribuídos aos participantes, publicações sobre a construção de cisternas nos idiomas francês e creoli.

Depois da exposição e discussão, foi realizada uma demonstração dos materiais utilizados na confecção das Bombas Manuais e do Sistema de Eliminação das Primeiras Águas.

Posteriormente, os participantes foram separados em grupos, para as aulas práticas de confecção das bombas manuais. De posse das explicações e de um prospecto, cada grupo confeccionou três bombas manuais e participou da construção de dois Sistemas Automáticos de Eliminação das Primeiras Águas de Chuva.



**Figura 22. Grupos de técnicos haitianos participantes dos cursos de confecção de bombas de água manuais e de sistema de eliminação das primeiras águas de chuva, na comunidade Croix de Bouquet.**

## Liste des Participants

	Nom	Prenom	Telephone	Adresse	Rôle dans le projet	# Photo
1	Jerôme	Resima	800-8238	Boucanchatte	Promoteur	43
2	Romelus	Jean Ricia	****	Boucanchatte	Promoteur	42
3	Charles	Benissoit	****	Oriani	Promoteur	37
4	Félix	Jean Thema	789-3329	Thomazeau	Promoteur	17
5	Baptiste	Yonal	732-7322	Thomazeau	Promoteur	16
6	Chiler	Joseph	712-8554	Ganthier	Promoteur	26
7	Félix	Jean Gilbert	472-5066	Thomazeau - Mèson	Promoteur	18
8	Cadet	Charlemagne	789-2312	Thomazeau - Mercero	Promoteur	32
9	Britus	Andrenor	725-9467	Thomazeau	Promoteur	41
10	Pierre Antoine	Nelio	799-8864	Fonds-Verrettes	Promoteur	25
11	Blanc	Jean Milot	491-8958	Ganthier	Promoteur	35
12	Liberon	Clotude Moricette	804-7556	Ganthier	Promoteur	33
13	Florus	Dufren	733-3760	Ganthier	Promoteur	13
14	Payen	Guilbert	759-4657	Kafours	Technicien (ASSODLO)	36
15	Simeon	Roc-Felet	472-3794	Port-au-Prince	Ingenieur (ASSODLO)	21
16	Dolcius	Eddy	787-9116	Galette Chambon	Promoteur	23
17	Gaston	Geremy	470-4448	Galette Chambon	Promoteur	24
18	Michel	Stanley	646-6949	Thomazeau	Promoteur	28
19	Pierre	Saint Jean	419-2005	Croix-des-Bouquets	Promoteur	29
20	Cham	Jean Max	647-4583	Croix-des-Bouquets	Promoteur	3
21	Marceau	KénoI	463-7875	Thomazeau	Promoteur	30
22	Compère	Antoine	729-7705	Ganthier	Promoteur	5
23	Jean Paul	Dieudonné	660-8369	Oriani	Promoteur	37
24	Zetrenne	Yves	460-5627	Ganthier	Promoteur	34
25	Salomon	Estère	747-8772	Thomazeau (source Sable)	Promoteur	
26	Joinice	Esau	448-5926	Santo Thomazeau	Promoteur	20
27	Darelus	Muracin	487-5638	Thomazeau (Trou d'eau)	Promoteur	19
28	Garçonvil	Enord	643-7067	Thomazeau	Promoteur	15
29	Etienne	Marie Ysselande	668-9826	Croix-des-Bouquets	Promoteur	9
30	Elie	Jean Labonté	446-4902	Croix-des-Bouquets	Promoteur	12
31	Néré	Pierre Garot	717-4703	Fonds-Parisien	Promoteur	11
32	Sttilus	P. Ramilus	475-3012	Belle-Fontaine	Promoteur (Maçon)	
33	Jonas	Yacinthe	787-8245	Marin	Promoteur	8
34	Cheriza	Romanès	684-0279	Marin	Promoteur	7
35	Blanc	Innocent	753-5618	Rte Frere (Petion-Ville)	Promoteur	46
36	Tunis	Jean Nixon	720-7394	Croix-des-Bouquets	Promoteur	2
37	Jean	Jean Abner	468-8391	Beaugé, Ganthier	Promoteur	4
38	Aristilde	Paule Marie	758-3353	Croix-des-Bouquets	Promoteur	14
39	Chéry	Raymond	740-8435	Rte Frere (Petion-Ville)		45
40	Fils-Aimé	Jean Omilet	736-5886	Turbé	Promoteur	6
41	Gaston	Yonald	674-7606	Michaud I	Promoteur	47
42	Louisgène	Francique	640-0379	Santo Thomazeau	Promoteur	40
43	Wesly	Jeune	443-0906	Delmas 33, rue jacques # 6	Ambassade Bresil	1 et 47
44	Ernest	Emmanuel			Maçon	



**Figura 23. Participantes dos cursos de construção de cisternas domiciliares de alambrado (tela de arame galvanizado mais argamassa de cimento e areia), confecção de bombas de água manuais, e de sistema de eliminação das primeiras águas de chuva na comunidade Croix-des-Bouguets.**

### **Recomendações na gestão das cisternas construídas**

Fazer o tratamento da água de beber sempre em uma vasilha menor, como pote, jarra ou filtro, dentro da moradia. Não fazer o tratamento da água armazenada, dentro do reservatório (cisterna), propriamente dito.

Revisar no período das chuvas o sistema de eliminação das primeiras águas e limpar a área de captação (telhado). O sistema instalado nos domicílios (eliminador de sujeiras) permite eliminar, aproximadamente, para cada metro quadrado de área de captação, dois litros de água suja, proveniente do escoamento superficial. Esta água pode ser utilizada para outros fins não potáveis. No caso específico de Michaud e Beaugé, onde existem duas cisternas piloto, sendo uma de água para beber e outra para produção de hortaliças irrigadas, o sistema instalado permite o aproveitamento das águas não potáveis para fins de irrigação, em forma automatizada.

A família usuária da cisterna deverá sempre usar a bomba manual, que foi instalada para retirada da água, substituindo vasilhame (balde) e evitando o contato direto com a água armazenada para beber.

A família deverá manter a cisterna sempre fechada para impedir a entrada de luz. Essa medida inibe o desenvolvimento de microrganismos.

Há necessidade de capacitar as famílias beneficiárias do projeto cisterna da ABC-MRE, quanto aos aspectos de gestão da água de beber.

Associar a captação de água de chuva por meio de cisternas familiares a outros programas sociais do governo haitiano: instalação de fossas sépticas, produção de alimentos para o consumo das famílias, entre outros, como forma de melhoria das condições das moradias rurais.

Todas as cisternas construídas pelo projeto cisternas da ABC-MRE no Haiti deveriam receber uma placa de identificação e ter uma pessoa da família, como responsável pela cisterna à semelhança do Programa Cisternas do MDS, em parceria com a ASA, no Brasil.

Fevereiro/Março2008, Encaminhamento do Relatório Final do Projeto Cisternas pela Embrapa Semi-Árido a ABC-MRE, Brasília-DF.

### **Pontos positivos e críticos da terceira missão ao Haiti**

#### **Pontos positivos:**

1. O apoio geral e irrestrito da ABC-MRE e EB-Haiti na viabilização das atividades de Captação de água de chuva para beber, a partir de 2006, dada as dificuldades de logísticas e segurança pessoal.
2. Capacitação de mais de 50 haitianos, entre pedreiros, agrônomos, engenheiros civis e pessoas da própria comunidade. Em sua maioria serão multiplicadores da experiência brasileira em cisternas, bombas manuais e sistemas de eliminação das águas provenientes das primeiras precipitações pluviométricas;
3. Ao término do projeto sobre construção de cisternas no Haiti, a equipe do projeto, após três missões, está convicta de que os haitianos treinados têm condições técnicas e administrativas de conduzirem atividades similares no país.

#### **Pontos críticos:**

Dado aos inúmeros projetos no Haiti sob a coordenação e supervisão da EB-Haiti, sugere-se a formulação de um Convênio de Cooperação Técnica com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA (<http://www.iica.org.mx/>). Esse convênio já iniciado pela ABC-MRE teria a finalidade de apoiar um Programa Piloto de Cisternas em âmbito nacional no Haiti, a semelhança do Projeto cisternas do governo federal no Brasil.

## 4.8 – Literatura Consultada

PROGRAMA DE FORMAÇÃO e mobilização social para a convivência com o semi-árido:um milhão de cisternas rurais-P1M. Disponível em <  
<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos/arqs/P1MC.doc>> Consultado em agosto, 2005.

PROGRAMA DE FORMAÇÃO e mobilização social para a convivência com o semi-árido:um milhão de cisternas rurais-P1MC. Disponível em <  
<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos/arqs/P1MC.doc>> Consultado em agosto 2005

SILVA, A. de S.; MOURA, M. L. G. de; OLIVEIRA, E. de; BRITO, L. T. de L.; GUIDUCCI, E.; SILVA FILHO, P. P. da; FENNELON, E.; MAILLET, A.; JUSTE, J. C. S.; JEUNE, W.; SILVA, J. S. A.; SILVA FILHO, E. da; LEITE, W. de M.; ARAÚJO, J. A. de; SANTOS, M. L. dos. **Cisterna de tela de alambrado**: missão Tripartite (Brasil/Argentina/Haiti). Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. 32 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 193).



## **5** GESTÃO DAS ÁGUAS DE USO DOMÉSTICO PROVENIENTES DE CISTERNAS DOMICILIARES

---

Aderaldo de Souza Silva  
Célia Maria M. de Souza Silva  
Dario Nunes dos Santos  
Elisabeth Francisconi Fay  
Luiza Teixeira de Lima Brito

## 5.1 - Introdução

Em relação às questões de gestão da água no âmbito doméstico, pouco ainda foi estudado. É imprescindível o entendimento e a descrição da situação dos corpos de água.

As águas representam sistemas complexos nos quais podem ser refletidos diversos efeitos isolados e, muitas vezes, os efeitos de ações antagônicas têm maior importância do que a grandeza absoluta de uma substância isolada. Também segundo alguns estudiosos, a dissolução de substâncias, possível em determinadas condições, não devem ser menosprezadas.

O conhecimento do efeito das substâncias lançadas à água é de grande importância nos casos de poluição e em situações de acidentes provocados pela entrada de sujeiras na cisterna, provenientes da área de captação (telhado). Em tais casos devem ser tomadas decisões rápidas por parte de não especialistas. Por exemplo, em casos de acidentes com produtos químicos, antes de seu consumo, a água deverá ser amostrada e imediatamente enviada ao laboratório especializado. Se possível deverão ser anexadas às características químicas do produto poluente.

É importante destacar que a água doce, utilizada diretamente pela família usuária da água armazenada na cisterna, é retirada do reservatório (cisterna) e armazenada em outro recipiente (filtro, pote ou jarra), onde recebe, em sua maioria, tratamento (cloração ou fervura). Isso permite a melhoria significativa da qualidade da água, quando comparada àquela retirada diretamente da cisterna.

Este capítulo contém instruções e sugestões de como interpretar as análises físicas, químicas e microbiológicas de amostras de água, considerando a sua adequabilidade para usos múltiplos, com ênfase no uso doméstico. Para a avaliação da qualidade das águas das cisternas do Projeto tripartite Brasil/Argentina/Haiti, pertencente ao Projeto Pro-huerta, o enfoque principal foi sobre os parâmetros físicos e químicos obtidos por meio da sonda multiparâmetros ([www.hydrolab.com](http://www.hydrolab.com)), enquanto os resultados das análises microbiológicas, usadas em forma complementar, foram mensuradas pelo Coliform Test Kit (LaMotte - Chestertown, Maryland 21620). As características relatadas são consideradas as mais importantes, no entanto, esta seleção foi acrescida das características de intensidade da coloração e odor.

## 5.2 - Avaliação de qualidade das águas das fontes hídricas

### 5.2.1. Parâmetros Físicos

**Temperatura:** A temperatura da água é relevante devido a influência na sua composição química. As taxas das reações químicas geralmente aumentam às altas temperaturas, o que por sua vez afeta a atividade biológica. Um exemplo importante é o efeito deste parâmetro sobre o oxigênio. A



concentração de oxigênio dissolvido pode influenciar a atividade bacteriana e os compostos tóxicos na água. Por este motivo, a água das cisternas deve ser mantida fria, com aeração adequada. Como a temperatura da água é um parâmetro que influencia quase todos os processos físicos, químicos e biológicos, torna-se necessário seu entendimento para a compreensão dos outros parâmetros de qualidade de água.

O método usual de amostragem para temperatura da água consiste na tomada da medida de temperatura em um ponto do corpo de água, ao mesmo tempo em que são coletadas amostras para análises laboratoriais. É importante obter estas medidas junto com as medidas de oxigênio dissolvido (OD) e de pH. Elas são fáceis de obter por meio dos sensores acoplados à sonda multiparâmetros de medição de qualidade da água. Após a sonda estar submersa, há o registro da temperatura da água antes da medida de DO. O problema com a leitura considerando apenas um ponto, deve-se às modificações diurnas (variação dentro de 24 horas) e de profundidade na temperatura.

A temperatura pode ser medida em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) ou Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) e seus limites nos suprimentos municipais devem variar entre 7 a  $10^{\circ}\text{C}$ . Porém, muitos municípios utilizam águas com temperaturas fora desta escala. Na água das comunidades analisadas a temperatura variou de 25,18 a  $35,0^{\circ}\text{C}$  (Tabela 4).

**pH:** o pH é uma medida da acidez ou alcalinidade da água. É principalmente função do gás carbônico dissolvido e da alcalinidade da água. Portanto, é influenciado pelas substâncias dissolvidas na água. Por exemplo, as águas naturais e as águas tratadas podem conter várias substâncias alcalinas dissolvidas, como carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos e, em menor quantidade, boratos, fosfatos e silicatos.

A água pura contém hidrogênio e íons hidroxila de forma balanceada, tendo assim um pH 7,0, portanto, neutro. Em alguns lugares, os compostos químicos que estão no ar, provenientes de processos industriais, e os que estão dissolvidos nas gotas de chuva, deslocam o pH para ligeiramente ácido. Da mesma forma, os ácidos orgânicos provenientes da decomposição de vegetais também o podem acidificar ligeiramente. Assim, as águas provenientes das encostas protegidas tendem a ter pH na faixa entre 6,0 e 7,5. Uma vez que o pH é representado ou expressado em escala logarítmica, cada unidade representa uma modificação de 10 vezes na concentração de íons hidroxila ou hidrogênio.

A faixa de pH apropriada para a vida em ambientes de água doce esta entre 5,0 e 9,0. Contudo, raramente os valores são encontrados fora da faixa de 6,0 a 8,0. Nesta faixa as águas podem ser utilizadas para irrigação ou para beber. Valores abaixo de 6,0 sugerem a entrada de substâncias ácidas. Valores acima de 8,0 podem indicar mistura com água salgada ou taxas mais altas de salinidade ou de alcalinidade. Na água das comunidades analisadas o pH variou de 7,34 a 8,71, indicativo de águas alcalinas.

O pH da água pode ser medido com um pHmetro, que é um dispositivo eletrônico com sensor. Esse contém solução aquosa ácida dentro de uma membrana de vidro que permite a migração de íons  $H^+$ . O potencial elétrico do eletrodo de vidro depende da diferença de  $[H^+]$  entre a solução referência e a solução na qual o eletrodo é mergulhado. O pH também pode ser medido com papel indicador ou pela adição de reagente (solução indicadora) à amostra de água, registrando a mudança de cor.

**Oxigênio dissolvido (DO):** esse parâmetro é considerado um indicador básico da saúde do ecossistema e sua análise mede a quantidade de oxigênio ( $O_2$ ) dissolvido em umas soluções aquosas, cuja concentração varia com a temperatura, salinidade, atividade biológica e a taxa de transferência de  $O_2$  da atmosfera. O estado de equilíbrio constitui a saturação, dependente de pressão e temperatura. Devido às interferências naturais e antropogênicas, as concentrações de oxigênio diferem deste equilíbrio.

Há um limite para a concentração de oxigênio na água, cuja quantidade é denominada valor de solubilidade do oxigênio ou saturação. O nível de saturação é a concentração máxima de oxigênio dissolvido que poderia estar presente na água em uma determinada temperatura. Este valor não é fixo, mas depende da pressão de oxigênio do ar, temperatura da água e da presença de sais dissolvidos. A solubilidade é maior em águas doces do que em águas salgadas e é maior em água fria do que em morna.

O adequado DO é necessário para uma boa qualidade de água. Os processos de purificação de um fluxo de água requerem níveis adequados de oxigênio para fornecer formas de vida aeróbica. Quando os níveis de oxigênio na água caem abaixo de  $5 \text{ mg L}^{-1}$  de água, a vida aquática fica sob estresse, e é letal para muitos organismos em níveis menores do que  $3 \text{ mg L}^{-1}$ . Também as concentrações muito baixas de DO podem, como resultado, mobilizar concentrações ínfimas (traços) de metais.

O DO pode ser medido com eletrodo acoplado a um equipamento ou com kit para teste em campo. O eletrodo mede a pressão parcial do oxigênio na água, a qual é convertida para a concentração do peso da massa do oxigênio. Os kits de campo envolvem a adição de uma solução de força iônica conhecida para o tratamento da amostra de água. A quantidade de solução necessária para modificar a cor reflete a concentração de DO na amostra.

**Turbidez:** é o parâmetro de qualidade de água que se refere à sua transparência. É importante porque mede a concentração de sólidos suspensos na água (são os mais comuns: argila, silte e areia do solo, fitoplânctons e outros microrganismos microscópicos, restos vegetais, resíduos industriais e lodo de esgoto). Nos Estados Unidos, a sedimentação excessiva (38%) dos corpos de água é a maior causa de poluição das águas superficiais; seguida por patógenos (36%) e nutrientes (28%).

O aumento da turbidez pode aumentar a temperatura da água porque as partículas suspensas absorvem mais calor do que a água pura. Além disso, este aumento limitará a quantidade de luz que

entra no corpo de água e pode, portanto, limitar a fotossíntese e, conseqüentemente, a produção de oxigênio. À turbidez, adiciona-se o efeito da urbanização como o aquecimento dos calçamentos e a remoção da vegetação.

Os sólidos suspensos e os sedimentos também fornecem superfícies de adsorção e rotas de transmissão de muitos contaminantes orgânicos, metais pesados e alguns nutrientes. Muitos dos compostos industriais tóxicos como as dioxinas, furanos, PCB's (bifenilas policloradas), PAH's (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos), muitos pesticidas e metais pesados como chumbo, zinco e cromo são moléculas que aderem às pequeníssimas partículas orgânicas e argilas.

A turbidez é levada em consideração em suprimentos de água, principalmente, por razões assépticas. Além disso, considere-se o custo real para o tratamento de águas para consumo humano, uma vez que a turbidez precisa ser absolutamente eliminada para uma desinfecção efetiva. Isso ocorre porque muitos microrganismos patogênicos se aderem às partículas e, como resultado, ficam menos expostos ao processo de desinfecção.

Há muitos métodos para medir a turbidez, sendo o mais direto a medida de atenuação da luz quando ela passa através de uma coluna de água. Em laboratório a turbidez pode ser medida pelo nefelômetro, que mede a quantidade de luz difundida pelas partículas na água, em unidades de turbidez nefelométricas (NTU's). Neste trabalho, nas águas armazenadas em cisternas. Na água das comunidades analisadas a turbidez atingiu valores na faixa de 1.099,1 NTU (Tabela 4).

**Condutividade e Salinidade:** são essencialmente medidas de sais dissolvidos na água. Geralmente estão relacionadas aos sólidos totais dissolvidos (TDS). A condutividade específica (CE) mede como a água conduz uma corrente elétrica, propriedade que é proporcional à concentração de íons na solução. Esses íons, que são produtos da transformação dos compostos químicos, conduzem a eletricidade por serem modificados negativamente ou positivamente quando dissolvidos na água.

Portanto, a condutividade específica é uma medida indireta de sólidos dissolvidos como cloretos, nitratos, sulfatos, fosfatos, sódio, magnésio, cálcio e ferro e pode ser usado como indicador da poluição da água. A condutividade é comumente utilizada para determinar a salinidade.

Vários poluentes podem ocasionar o aumento de CE, entre os quais se destacam os efluentes industriais e domésticos, escoamento superficial urbano proveniente dos calçamentos, escoamento superficial de áreas agrícolas e poluentes provenientes da atmosfera.

No caso das cisternas, se as áreas de captação não forem limpas com a eliminação das primeiras águas de chuva, todos os detritos (detritos de aves, material particulado, algas, entre outros) serão carregados para dentro das cisternas, sendo decomposto pelas bactérias na coluna de água, antes de sedimentar. Esse metabolismo libera a fonte de energia armazenada nas ligações químicas dos

compostos orgânicos, consome oxigênio na oxidação dos compostos e libera dióxido de carbono após a energia ter sido liberada (queimada). O  $\text{CO}_2$  é rapidamente dissolvido na água para a forma de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), íons bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e íons carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), cujas quantidades relativas dependem do pH da água. Estes novos ácidos criados diminuem gradualmente o pH da água e os novos íons aumentam os TDS e, portanto, a CE. A vantagem de usar a condutividade em lugar de TDS é a facilidade com que a medida pode ser realizada.

A condutividade específica é medida usando um sensor que mede a resistência. A unidade de condutância foi originalmente ohm (mho). O Sistema Internacional de Unidades utiliza o termo *siemen*. Assim, ambos mho e siemen são vistos em relatórios de qualidade de água. Um siemen é igual a um mho. Como CE em águas naturais é normalmente menor que 1 siemen  $\text{cm}^{-1}$ , a CE é normalmente relatada em microsiemens (1/1.000.000 siemen) por centímetro ou  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Como ela é afetada pela temperatura, para maior consistência dos dados, seus valores são corrigidos automaticamente para o valor padrão de 25°C. Na água das comunidades analisadas a condutividade elétrica variou de 0,04 a 12,34 mS/cm, sendo esse valor máximo no lago, próximo a comunidade de Balan. Este valor equivale a um total de sólidos dissolvidos correspondendo a 7,87 g/L (Tabela 4).

Teoricamente, a água pura teria um valor de CE igual a zero  $\mu\text{S cm}^{-1}$  a 25°C. No entanto, esta água é muito difícil de ser produzida. A água destilada ou deionizada tem um CE de pelo menos 1  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . A água de chuva tem um valor de CE mais alto do que a água destilada devido aos gases dissolvidos do ar e também das partículas de areia ou outro material particulado do ar. Águas correntes, com um teor aceitável de sais, apresentam CE abaixo de 1000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Valores de condutividade muito baixos (10-100  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) são medidos em águas provenientes de gnaisse, granito ou arenito colorido. Ao contrário, fontes de rochas calcárias, rocha calcária do triássico, freqüentemente apresentam valores iguais ou acima de 1000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

De acordo com as indicações mencionadas, águas correntes com condutividade  $>700 \mu\text{S cm}^{-1}$  são classificadas como ricas em minerais. Para comparação, a água do mar tem uma CE de aproximadamente 50.000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

Para os diversos usos da água corrente, as altas concentrações de sais somente têm efeitos negativos. Com respeito ao abastecimento de água, é importante ressaltar que os sais não são removíveis da água pelas técnicas comuns de tratamento, e que concentrações altas de sais promovem a corrosão e dificultam a formação de camadas protetoras superficiais.

**Sólidos totais:** o termo sólidos totais refere-se a matéria suspensa ou dissolvida na água e está relacionado à condutividade específica e turbidez. É o termo usado para o material deixado em um recipiente após a evaporação e/ou uso da água. Os sólidos totais incluem os sólidos totais suspensos (TSS) que são os sólidos que podem ser retidos em um filtro e, os sólidos totais dissolvidos (TDS) que são os sólidos que passam através do filtro.

Na medida dos STS, a amostra de água deve ser filtrada através de um filtro pré-pesado. O resíduo retido no filtro é seco em estufa a 103 -105°C até peso constante e é expresso por mg MS L<sup>-1</sup>. O aumento no peso do filtro representa os sólidos suspensos totais. A quantidade de STS deve ser zero ou aproximadamente zero para a água potável.

### 5.2.2. Parâmetros Químicos

**Nutrientes:** Este termo se refere aos vários elementos químicos essenciais à vida, mas no contexto de poluição da água, muito mais especificamente ao nitrogênio (N) e fósforo (P).

Os agricultores aplicam fertilizantes na forma de N, P e potássio (K), às vezes acompanhados de micronutrientes. Esses elementos se concentram nos efluentes dos criatórios de animais e sistemas sépticos e, principalmente N e P provenientes do escoamento superficial ou dos efluentes, podem alcançar os corpos de água e promover o crescimento de plantas aquáticas. As plantas aquáticas mais abundantes são as algas. Quando os nutrientes essenciais estão em grande quantidade, há a multiplicação das algas, que se forem fitoplânctons microscópicos, aumentam a turbidez da água.

**Nitrogênio:** o nitrogênio é o elemento mais abundante do ar, mas ocorre na forma de N<sub>2</sub> não utilizável pela maioria das formas de vida. Ele é prontamente utilizável pelas plantas aquáticas se está dissolvido na água em forma inorgânica, compostos que são combinações de nitrogênio e oxigênio (nitratos e nitritos) ou nitrogênio e hidrogênio (amônia).

Os compostos nitrogenados atuam como nutrientes nos corpos de água. As reações com nitrato na águas naturais causam depleção de oxigênio. Assim, os organismos aquáticos que dependem do suprimento de oxigênio morrem. As maiores rotas de entrada do nitrogênio nos corpos de água são os efluentes industriais e municipais, tanques sépticos, detritos animais (incluindo peixes e aves) e descargas de carro. Na água, as bactérias convertem prontamente o nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) para nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

**Nitritos:** os nitritos podem reagir diretamente com a hemoglobina no sangue humano e outros animais de sangue quente para produzir metahemoglobina. Essa por sua vez destrói a capacidade dos glóbulos vermelhos para transportar oxigênio. Esta condição é mais séria nos bebês até os três meses de vida. A doença é conhecida como metemoglobinemia ou bebe azul (cianose).

A leitura aceitável para o teste de nitrito é igual a zero. Caso contrário são necessárias ações corretivas. De modo algum a água com níveis de nitrito que excedem 1,0 mg L<sup>-1</sup>, deve ser utilizada para alimentação de bebês.

**Nitrato:** Os nitratos são produtos do ciclo do nitrogênio. As bactérias Nitrobacter convertem os nitritos para nitrato. Como regra os nitratos não são tóxicos aos peixes, mas altas concentrações contribuem para o crescimento de algas. Basicamente os nitratos são fertilizantes. As leituras

aceitáveis para este parâmetro estão entre 200 a 300 mg L<sup>-1</sup>. Caso a água contenha concentração maior do que 300 mg L<sup>-1</sup>, deverão ser tomadas ações corretivas. Elevados valores de nitrato foram obtidos nas águas do riacho de Beaugé, atingindo valores de até 18.938 g/L, quando comparados com os valores de referência estabelecidos por órgãos nacionais e mundiais (Tabelas 4 e 5).

**Amônia:** é outra forma inorgânica do nitrogênio, e é a mais estável em água. Ela é facilmente transformada para nitrato em águas que contém oxigênio e pode ser transformada para gás nitrogênio em águas com pouco oxigênio. A amônia é encontrada na água em duas formas – o íon amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e, dissolvido, não ionizado, gás amônia (NH<sub>3</sub>). A forma depende do pH e temperatura da água. A amônia total é a soma das duas formas.

É encontrada em efluentes domésticos e certos resíduos industriais. Ela é tóxica aos peixes e para outras formas de vida aquática e o seu nível precisa ser cuidadosamente controlado na água usada para criação de peixes em aquário.

Os testes de amônia são rotineiramente aplicados para o controle da poluição em efluentes e águas residuárias e para o monitoramento dos suprimentos de água para beber. A leitura aceitável para o teste de amônia é zero. Concentrações tóxicas de amônia em humanos podem causar perda de equilíbrio, convulsões, coma e morte.

**Fósforo:** o elemento fósforo pode ocorrer na natureza em diversas formas, mas a forma inorgânica mais abundante nos ambientes aquáticos é de ortofosfato (PO<sub>4</sub>). O P na forma elementar é mais tóxico e está sujeito a bioacumulação. Os ortofosfatos são produzidos por processos naturais e são encontrados em lodo de esgoto.

As chuvas podem carrear fosfatos dos solos agrícolas para as áreas de drenagem. Os fosfatos estimulam o crescimento de plâncton e plantas aquáticas que fornecem alimentos aos peixes. Contudo, se um excesso de fosfato entra no fluxo de água há um crescimento exagerado da vegetação e um maior uso de oxigênio. Esta condição é conhecida como eutrofização ou super fertilização das águas receptoras.

Os fosfatos não são tóxicos ao homem ou animais, a menos que esteja presente em níveis extremamente altos. Nestes casos podem ocorrer problemas digestivos.

Há muitas formas de fósforo que podem ser mensuradas. O fósforo total é a medida de todas as formas dissolvidas ou particuladas que são encontradas em uma amostra. O fósforo solúvel é a medida do ortofosfato, a fração filtrável do fósforo, a forma diretamente utilizada pelas plantas. Ambos, o fósforo e o ortofosfato são freqüentemente medidos usando o método colorimétrico.

**Cloretos:** O cloreto é um sal resultante da combinação de gás cloro e um metal. Entre os cloretos comuns estão cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>). O cloreto sozinho como Cl<sub>2</sub> é altamente tóxico e é freqüentemente usado como desinfetante. Em combinação com um metal como sódio, torna-se essencial para a vida, pois pequenas concentrações de cloretos são necessárias para o funcionamento normal das células vivas.

Os cloretos podem chegar às águas superficiais provenientes de várias fontes, incluindo: rochas que contém cloretos, escoamento superficial de áreas agrícolas, efluentes de indústrias, resíduos de óleo e efluentes de estações de tratamento de águas residuárias, podendo contaminar os corpos de água.

Eles podem corroer metais e afetar o sabor dos produtos alimentares. Portanto, a água usada na indústria ou processamento para algum uso tem um nível máximo recomendado para cloretos. Os padrões para as águas de beber requerem níveis de cloretos que não excedam 250 mg L<sup>-1</sup>. No Lago os valores de cloreto atingiram 1.843 m/L, água essa imprestável para atividades agrícolas e consumo doméstico (Tabela 4).

Os cloretos normalmente não são prejudiciais ao homem. O cloreto de sódio pode dar o sabor salgado na concentração de 250 mg L<sup>-1</sup>, enquanto o cloreto de cálcio ou magnésio não é normalmente detectado pelo gosto até alcançar concentrações de 1000 mg L<sup>-1</sup>.

### 5.2.3. Parâmetros biológicos

**Bactérias Coliformes Totais:** as bactérias coliformes consistem de muitos gêneros bacterianos pertencentes à família enterobacteriaceae. Estas bactérias praticamente inofensivas vivem no solo, águas e aparelho digestivo dos animais.

Um grupo específico importante, dentre estas bactérias, é o constituído pelas bactérias coliformes fecais que estão presentes em grande número nas fezes e no intestino do homem e de outros animais de sangue quente. São também denominados de termotolerantes devido a sua capacidade de suportar temperaturas mais elevadas. Esta é a característica que diferencia os coliformes totais dos fecais.

Podem entrar nos corpos de água via detritos humanos e animais e o seu membro mais comum é a *Escherichia coli*. A densidade do grupo coliforme é um critério significativo do grau de poluição e, assim, da qualidade sanitária. A detecção e enumeração do grupo coliforme têm sido usadas como base para o monitoramento padrão da qualidade bacteriológica do suprimento de água.

A presença de bactérias termotolerantes em ambientes aquáticos indica que a água foi contaminada com material fecal do homem ou de outros animais, funciona como alerta de que ocorreu contaminação sem identificar a origem e indicam que houve falhas no tratamento, na distribuição ou

nas próprias fontes domiciliares. Se um grande número destas bactérias (acima de 200 colônias/100 mililitros de água da amostra) é encontrado na água, é possível que também esteja ocorrendo a presença de organismos patogênicos que podem causar doenças como a febre tifóide, gastroenterites virais e bacterianas e hepatite.

As bactérias são organismos unicelulares que só podem ser vistos com a ajuda de um microscópio. No entanto, as bactérias coliformes formam colônias que podem crescer o bastante para serem vistas a olho nu. Em amostras de água, pelo crescimento e contagem dessas colônias, é possível determinar aproximadamente quantas bactérias estavam originalmente presentes.

Há muitos caminhos para esta avaliação. Métodos comumente usados incluem o método do Número Mais Provável (NMP) e o filtro de membrana (MF). No primeiro, o teste presuntivo é realizado antes e os resultados são relatados como número mais provável (NMP) de coliformes por 100 ml de água. O método MF é mais rápido, mas os resultados não são confiáveis para amostras de água que contenham muitas bactérias não coliformes, altas turbidez, e ou substâncias tóxicas como metais ou fenóis. Nesse caso a densidade dos coliformes é expressa como número de organismos por 100 mL de água.

Normalmente, os termotolerantes, por si só, não são patogênicos. A presença da contaminação fecal é um indicador de que podem existir outras bactérias patogênicas e, portanto, existir um risco potencial de doenças para os indivíduos expostos a estas águas. Tipicamente, os patógenos estão presentes em pequenas quantidades, o que torna impraticável o seu monitoramento diretamente.

As bactérias aeróbias heterótrofas não representam nenhum grupo de bactérias em particular, porém têm muita utilidade na avaliação da qualidade da água, uma vez que refletem a carga total microbiana. A contagem destes microrganismos é realizada a 22 e 37°C, mas a última temperatura tem maior interesse sanitário.

A Tabela 4 abaixo contém os valores dos parâmetros de qualidade das águas medidos em diversas fontes hídricas nas comunidades do pro-huertas no Haiti, ressaltando-se as seguintes observações:

- i. Coliform Test Kit ( LaMotte - Chestertown, Maryland 21620). Cada Kit contém cinco (5) testes. O resultado apresentado é ausência ou presença de coliformes totais. Foram usados os cinco testes/Kit/amostra analisada (Positive test = 1; Negative test = 0. Das 40 amostras analisadas quanto aos aspectos bacteriológicos, 11 (27,5%) amostras indicam contaminação por coliformes fecais. As fotos abaixo estão mostrando a simplicidade de realização dos testes.
- ii. A amostragem foi realizada em cada família do Projeto tripartite Brasil/Argentina/Haiti, pertencente ao Projeto Pro-huerta (Figura 1);



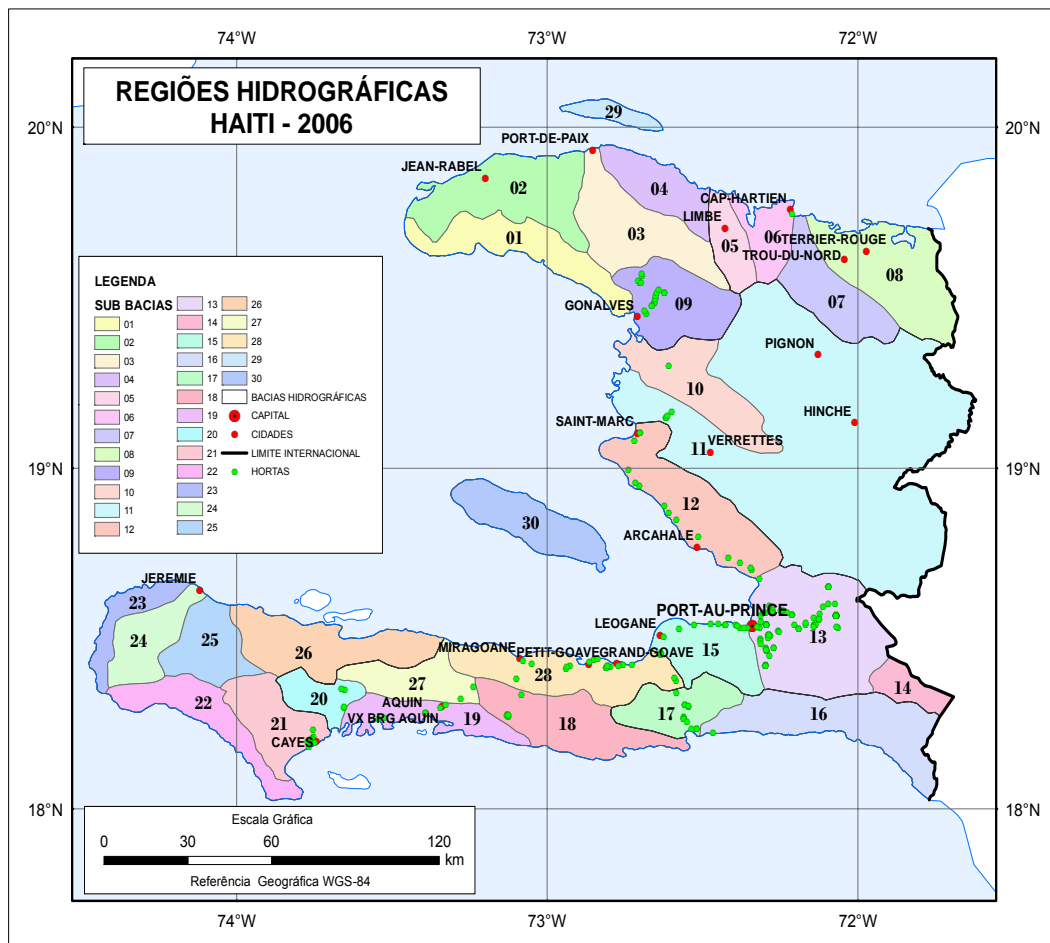


Figura 1. Distribuição georreferenciada no Haiti das hortas domésticas pertencentes ao Programa Argentino Pró-Huerta.

- iii. As coordenadas geográficas representam apenas um ponto específico de amostragem, isto é, um domicílio ou uma fonte de água pesquisada;
- iv. As famílias de Balan-Ganthier transportam, diariamente, a água de beber e armazenam em baldes de plástico. A fonte é uma cisterna que recebe água de uma fonte localizada na Serra. A equipe não teve acesso à fonte principal por questões de segurança;
- v. Tomou-se a decisão de se realizar análises físico-químicas e microbiológicas na água de beber de cada família, em função da variabilidade de sua potabilidade em relação ao uso de Boas Práticas de Higiene (BPHs) familiar.

A determinação dos parâmetros físicos e químicos de qualidade das águas das comunidades do Pro-huertas, no Haiti, foram medidas e, ou, determinadas a partir de sensores óticos, acoplados às sondas multiparâmetros, enquanto as análises microbiológicas por meio de Kits, recomendados pela Agencia Ambiental Americana.

### 5.3. Análises de qualidade das águas



**Tabela 1. Análise físico-químico e microbiológica da água de beber consumida no âmbito domiciliar por cada família beneficiária do Projeto tripartite Brasil/Argentina/Haiti, na comunidade de Balan-Ganthier, Baugé - Porto Príncipe e comunidade de Geandè - Kenscoff, no Haiti. Embrapa Semi-Árido - outubro de 2006.**

Amostra Geo	No. Kit	DateTime M/D/Y	Temp oC	Cond mS/cm	TDS g/L	Salinity ppt	DO Conc mg/L	pH -	NitrateN mg/L	AmmoniaN mg/L	Latitude DD.dddd	Longitude DD.dddd	Chloride mg/L	Turbidity NTU	Coliform Test
Haiti01	1	11/10/2006 08:56	26,59	0,31	0,20	0,14	11,44	7,97	1,283	0,01	18,51360	-72,28120	5,95	0,50	<b>1</b>
Haiti01	1	11/10/2006 08:56	26,58	0,31	0,20	0,14	10,97	7,96	1,264	0,01	18,51360	-72,28120	5,71	0,50	-
Haiti01	1	11/10/2006 08:57	26,58	0,31	0,20	0,14	10,84	7,96	1,26	0,01	18,51360	-72,28120	5,64	0,50	-
Haiti01	1	11/10/2006 08:57	26,58	0,31	0,20	0,14	10,78	7,96	1,254	0,01	18,51360	-72,28120	5,56	0,40	-
Haiti01	1	11/10/2006 08:58	26,58	0,31	0,20	0,14	10,75	7,96	1,243	0,01	18,51360	-72,28120	5,51	0,40	-
Haiti01	1	11/10/2006 08:58	26,57	0,31	0,20	0,14	10,64	7,96	1,252	0,01	18,51360	-72,28120	5,49	0,40	-
Haiti01	1	11/10/2006 08:59	26,57	0,31	0,20	0,14	10,67	7,95	1,237	0,01	18,51360	-72,28120	5,42	0,40	-
Haiti01	1	11/10/2006 09:03	26,56	0,31	0,20	0,14	10,39	7,93	1,193	0,01	18,51360	-72,28120	5,03	0,30	-
Haiti01	1	11/10/2006 09:04	26,56	0,31	0,20	0,14	10,35	7,93	1,183	0,01	18,51360	-72,28120	5,00	0,30	-
Haiti01	1	11/10/2006 09:04	26,57	0,31	0,20	0,14	10,35	7,93	1,185	0,01	18,51360	-72,28120	4,98	0,30	-
Haiti01	1	11/10/2006 09:05	26,57	0,31	0,20	0,14	10,36	7,89	1,104	0,01	18,51360	-72,28120	4,53	0,30	-
Haiti01	1	11/10/2006 09:05	26,57	0,31	0,20	0,14	10,44	7,91	1,105	0,01	18,51360	-72,28120	4,55	0,30	-
Haiti01	1	11/10/2006 09:06	26,58	0,31	0,20	0,14	10,54	7,90	1,065	0,00	18,51360	-72,28120	4,40	0,40	-
Haiti02	2	11/10/2006 09:22	25,18	0,30	0,19	0,14	14,57	7,89	1,219	0,00	18,51360	-72,28130	4,42	1,80	<b>1</b>
Haiti02	2	11/10/2006 09:23	25,18	0,30	0,19	0,14	11,00	7,88	1,222	0,00	18,51360	-72,28130	4,40	1,90	-
Haiti03	3	11/10/2006 12:16	28,83	0,27	0,16	0,12	13,88	8,35	0,974	0,02	18,58130	-72,24850	2,27	875,30	<b>1</b>
Haiti03	3	11/10/2006 12:18	28,85	0,27	0,16	0,12	12,27	8,34	0,953	0,01	18,58130	-72,24850	2,07	626,90	-
Haiti04	4	11/10/2006 12:54	26,68	0,68	0,43	0,32	13,33	7,57	0,801	0,01	18,57050	-72,21340	5,21	1,30	<b>1</b>
Haiti04	4	11/10/2006 12:55	26,69	0,68	0,43	0,32	12,77	7,57	0,817	0,01	18,57050	-72,21340	4,93	1,20	-
Haiti04	4	11/10/2006 12:55	26,68	0,68	0,43	0,32	12,57	7,56	0,822	0,01	18,57050	-72,21340	4,80	1,40	-
Haiti04	4	11/10/2006 12:56	26,70	0,68	0,43	0,32	12,42	7,55	0,846	0,01	18,57050	-72,21340	4,83	1,30	-
Haiti04	4	11/10/2006 12:56	26,69	0,68	0,43	0,32	12,32	7,55	0,842	0,01	18,57050	-72,21340	4,70	1,20	-
Haiti04	4	11/10/2006 12:57	26,69	0,68	0,43	0,32	12,25	7,54	0,848	0,01	18,57050	-72,21340	4,63	1,20	-
Haiti05	5	12/10/2006 08:34	26,77	0,53	0,33	0,24	16,99	7,84	0,785	0,00	18,57870	-72,25670	6,54	0,20	<b>0</b>
Haiti05	5	12/10/2006 08:34	26,67	0,53	0,33	0,24	12,87	7,75	0,82	0,00	18,57870	-72,25670	6,66	0,20	-
Haiti05	5	12/10/2006 08:35	26,69	0,53	0,33	0,24	12,36	7,74	0,824	0,00	18,57870	-72,25670	6,63	0,20	-
Haiti05	5	12/10/2006 08:35	26,69	0,53	0,33	0,25	12,19	7,73	0,805	0,00	18,57870	-72,25670	6,51	0,20	<b>0</b>
Haiti06	6	12/10/2006 08:54	26,07	0,54	0,34	0,25	16,80	7,95	0,904	0,01	18,57140	-72,21770	6,12	2,10	<b>0</b>

Continuação

Amostra Geo	No. Kit	DateTime M/D/Y	Temp oC	Cond mS/cm	TDS g/L	Salinity ppt	DO Conc mg/L	pH -	NitrateN mg/L	AmmoniaN mg/L	Latitude DD.dddd	Longitude DD.dddd	Chloride mg/L	Turbidity NTU	Coliform Test
Haiti06	6	12/10/2006 08:54	26,11	0,54	0,34	0,25	12,65	7,74	0,911	0,00	18,57140	-72,21770	5,01	1,40	-
Haiti06	6	12/10/2006 08:55	26,12	0,54	0,34	0,25	12,16	7,71	0,931	0,00	18,57140	-72,21770	4,80	1,40	-
Haiti06	6	12/10/2006 08:55	26,11	0,54	0,34	0,25	11,84	7,68	0,941	0,00	18,57140	-72,21770	4,59	1,40	-
Haiti07	7	12/10/2006 10:05	29,39	0,54	0,32	0,24	16,76	7,85	0,614	0,00	18,56810	-72,06930	7,14	0,00	0
Haiti07	7	12/10/2006 10:05	29,49	0,55	0,33	0,24	13,00	7,83	0,609	0,00	18,56810	-72,06930	7,03	0,10	-
Haiti07	7	12/10/2006 10:06	29,54	0,55	0,33	0,24	12,61	7,84	0,652	0,00	18,56810	-72,06930	6,95	0,10	-
Haiti08	8	12/10/2006 10:14	30,35	0,56	0,33	0,24	13,54	7,94	0,46	0,01	18,56830	-72,06930	6,61	0,10	0
Haiti08	8	12/10/2006 10:15	30,50	0,56	0,33	0,24	11,82	7,90	0,464	0,01	18,56820	-72,06930	6,23	0,10	-
Haiti09	9	12/10/2006 10:33	30,98	0,57	0,33	0,24	12,67	8,05	0,423	0,01	18,56810	-72,06920	5,72	-0,30	0
Haiti09	9	12/10/2006 10:33	31,03	0,57	0,33	0,24	11,61	8,04	0,423	0,01	18,56810	-72,06920	5,68	-0,10	-
Haiti10	10	12/10/2006 10:37	28,80	0,54	0,33	0,24	13,72	8,09	0,645	0,01	18,56800	-72,06930	8,01	-0,20	0
Haiti10	10	12/10/2006 10:38	28,89	0,54	0,33	0,24	11,68	8,06	0,653	0,01	18,56800	-72,06930	7,08	-0,20	-
Haiti11	11	12/10/2006 10:44	28,04	0,52	0,32	0,24	13,76	8,23	0,811	0,01	18,56780	-72,06960	7,35	0,00	0
Haiti11	11	12/10/2006 10:44	28,37	0,53	0,32	0,24	10,78	8,19	0,819	0,01	18,56780	-72,06960	6,76	-0,10	-
Haiti12	12	12/10/2006 10:50	29,21	0,54	0,32	0,24	13,06	8,14	0,79	0,01	18,56780	-72,06990	6,63	-0,50	0
Haiti12	12	12/10/2006 10:50	29,37	0,54	0,32	0,24	12,20	8,11	0,788	0,01	18,56780	-72,06990	6,24	-0,50	0
Haiti13	13	12/10/2006 10:55	27,79	0,51	0,31	0,23	12,75	7,85	0,739	0,00	18,56740	-72,06990	6,46	-0,30	0
Haiti13	13	12/10/2006 10:55	27,99	0,51	0,31	0,23	11,95	7,82	0,733	0,00	18,56740	-72,06980	6,11	-0,40	-
Haiti14	14	12/10/2006 11:02	28,65	0,53	0,32	0,24	11,98	8,10	0,89	0,01	18,56750	-72,06970	6,29	-0,20	0
Haiti14	14	12/10/2006 11:03	28,82	0,53	0,32	0,24	10,99	8,08	0,866	0,01	18,56750	-72,06970	5,94	-0,30	-
Haiti14	14	12/10/2006 11:03	28,99	0,54	0,32	0,24	10,61	8,06	0,838	0,01	18,56750	-72,06970	5,71	-0,30	-
Haiti14	14	12/10/2006 11:04	29,16	0,54	0,32	0,24	10,42	8,05	0,822	0,01	18,56750	-72,06970	5,59	-0,30	-
Haiti14	14	12/10/2006 11:04	29,32	0,54	0,32	0,24	10,35	8,04	0,811	0,01	18,56750	-72,06970	5,47	-0,40	-
Haiti15	15	12/10/2006 11:09	28,59	0,52	0,31	0,23	11,38	8,17	1,102	0,02	18,56750	-72,06960	6,62	-0,40	0
Haiti15	15	12/10/2006 11:10	28,72	0,52	0,31	0,23	11,06	8,14	1,051	0,02	18,56750	-72,06960	6,26	-0,40	-
Haiti15	15	12/10/2006 11:10	28,88	0,52	0,31	0,23	10,81	8,13	1,012	0,02	18,56750	-72,06960	6,06	-0,40	-
Haiti16	16	12/10/2006 11:17	28,38	0,05	0,03	0,02	14,71	8,70	1,38	0,02	18,56730	-72,06920	1,82	1,00	1
Haiti16	16	12/10/2006 11:17	28,70	0,05	0,03	0,02	12,06	8,66	0,98	0,02	0,00000	0,00000	1,44	0,90	-
Haiti16	16	12/10/2006 11:18	28,87	0,05	0,03	0,02	11,68	8,54	0,87	0,02	18,56730	-72,06920	1,27	1,00	-
Haiti17	17	12/10/2006 11:25	29,80	0,55	0,33	0,24	12,45	7,69	0,83	0,00	0,00000	0,00000	5,54	-0,50	0
Haiti17	17	12/10/2006 11:25	29,98	0,55	0,33	0,24	11,59	7,67	0,829	0,00	0,00000	0,00000	5,41	-0,30	-

Continua

Amostra Geo	No. Kit	DateTime M/D/Y	Temp oC	Cond mS/cm	TDS g/L	Salinity ppt	DO Conc mg/L	pH -	NitrateN mg/L	AmmoniaN mg/L	Latitude DD.dddd	Longitude DD.dddd	Chloride mg/L	Turbidity NTU	Coliform Test
Haiti18	18	12/10/2006 11:35	28,67	0,04	0,03	0,02	14,74	8,44	0,395	0,02	0,00000	0,00000	1,26	1,80	<b>0</b>
Haiti18	18	12/10/2006 11:36	29,01	0,04	0,03	0,02	12,18	8,17	0,413	0,01	0,00000	0,00000	0,99	0,60	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:36	29,31	0,05	0,03	0,02	11,75	8,11	0,401	0,01	0,00000	0,00000	0,90	0,70	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:37	29,55	0,05	0,03	0,02	11,48	8,05	0,375	0,01	0,00000	0,00000	0,83	0,60	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:37	29,76	0,05	0,03	0,02	11,34	8,00	0,347	0,01	0,00000	0,00000	0,79	0,60	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:38	29,98	0,05	0,03	0,02	11,16	7,94	0,315	0,01	0,00000	0,00000	0,72	0,60	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:38	30,17	0,05	0,03	0,02	11,07	7,89	0,289	0,01	0,00000	0,00000	0,67	0,50	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:39	30,35	0,05	0,03	0,02	10,99	7,85	0,263	0,01	0,00000	0,00000	0,61	0,50	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:39	30,53	0,05	0,03	0,02	10,89	7,83	0,247	0,01	0,00000	0,00000	0,58	0,60	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:40	30,70	0,05	0,03	0,02	10,88	7,81	0,236	0,01	0,00000	0,00000	0,55	0,40	-
Haiti18	18	12/10/2006 11:40	30,88	0,05	0,03	0,02	10,83	7,80	0,231	0,01	0,00000	0,00000	0,55	0,60	-
Haiti19	19	12/10/2006 11:47	29,94	0,46	0,27	0,20	10,07	7,78	1,021	0,01	0,00000	0,00000	4,93	0,70	<b>1</b>
Haiti19	19	12/10/2006 11:48	30,13	0,46	0,27	0,20	9,39	7,76	0,965	0,01	0,00000	0,00000	4,67	0,30	-
Haiti19f	19	12/10/2006 11:59	29,43	0,46	0,28	0,20	12,08	7,85	1,251	0,01	0,00000	0,00000	5,79	0,50	-
Haiti19f	19	12/10/2006 12:00	29,72	0,45	0,27	0,20	10,12	7,77	1,13	0,01	0,00000	0,00000	5,32	0,30	-
Haiti21	20	12/10/2006 11:54	28,97	0,54	0,33	0,24	12,10	7,40	0,948	0,00	0,00000	0,00000	5,67	-0,50	<b>0</b>
Haiti21	20	12/10/2006 11:54	29,09	0,54	0,33	0,24	11,94	7,36	0,917	0,00	0,00000	0,00000	5,39	-0,50	-
Haiti21	20	12/10/2006 11:55	29,18	0,54	0,33	0,24	11,93	7,34	0,888	0,00	0,00000	0,00000	5,24	-0,50	-
Haiti22	21	12/10/2006 12:32	29,59	0,54	0,32	0,23	10,85	8,08	2,629	0,01	0,00000	0,00000	8,03	-0,20	<b>0</b>
Haiti23	22	12/10/2006 12:32	29,88	0,54	0,32	0,23	10,43	8,06	2,678	0,01	0,00000	0,00000	7,61	-0,30	<b>0</b>
Haiti23	22	12/10/2006 12:33	30,09	0,54	0,32	0,23	10,31	8,04	2,688	0,01	0,00000	0,00000	7,32	-0,20	-
Haiti24	23	12/10/2006 12:55	31,54	0,58	0,33	0,24	14,21	7,58	2,283	0,00	18,56880	-72,06890	5,99	-0,40	<b>0</b>
Haiti24	23	12/10/2006 12:55	31,74	0,58	0,33	0,24	11,66	7,50	2,256	0,00	18,56880	-72,06890	5,82	-0,60	-
Haiti24	23	12/10/2006 12:56	31,88	0,58	0,33	0,24	11,43	7,49	2,248	0,00	18,56880	-72,06890	5,73	-0,50	-
Haiti2j	24	12/10/2006 13:04	30,04	0,55	0,33	0,24	12,18	7,67	2,856	0,00	18,56800	-72,06850	6,01	-0,50	<b>0</b>
Haiti2j	24	12/10/2006 13:05	30,17	0,55	0,33	0,24	11,79	7,64	2,784	0,00	18,56800	-72,06850	5,84	-0,50	-
Haiti2j	24	12/10/2006 13:05	30,27	0,55	0,33	0,24	11,59	7,63	2,345	0,00	18,56800	-72,06850	5,67	-0,60	-
Haiti2j	24	12/10/2006 13:06	30,36	0,55	0,33	0,24	11,54	7,63	2,296	0,00	18,56800	-72,06850	5,59	-0,50	-
Haiti26	25	12/10/2006 13:12	30,38	0,41	0,24	0,18	13,25	8,00	3,908	0,01	18,56780	-72,06820	6,15	-0,70	<b>0</b>
Haiti26	25	12/10/2006 13:13	30,53	0,41	0,24	0,17	11,88	7,90	3,799	0,01	18,56780	-72,06820	5,72	-0,80	-
Haiti26	25	12/10/2006 13:13	30,62	0,41	0,24	0,17	11,69	7,89	3,727	0,01	18,56780	-72,06820	5,58	-0,80	-
Haiti26	25	12/10/2006 13:14	30,68	0,41	0,24	0,17	11,54	7,89	3,736	0,01	18,56780	-72,06820	5,49	-0,80	-

Continua

Amostra Geo	No. Kit	DateTime M/D/Y	Temp oC	Cond mS/cm	TDS g/L	Salinity ppt	DO Conc mg/L	pH -	NitrateN mg/L	AmmoniaN mg/L	Latitude DD.dddd	Longitude DD.dddd	Chloride mg/L	Turbidity NTU	Coliform Test
Haiti27	26	12/10/2006 13:19	30,40	0,54	0,32	0,23	12,82	7,64	2,631	0,00	18,56790	-72,06820	5,87	-0,60	<b>0</b>
Haiti27	26	12/10/2006 13:19	30,46	0,54	0,32	0,23	11,65	7,57	2,675	0,00	18,56790	-72,06820	5,75	-0,60	-
Haiti27	26	12/10/2006 13:20	30,50	0,55	0,32	0,23	11,58	7,56	2,655	0,00	18,56790	-72,06820	5,69	-0,60	-
Haiti28	27	12/10/2006 13:26	34,60	0,59	0,33	0,24	11,72	7,93	1,92	0,01	18,56820	-72,06860	5,84	-0,50	<b>0</b>
Haiti28	27	12/10/2006 13:26	34,75	0,60	0,33	0,24	11,30	7,93	1,905	0,01	18,56820	-72,06860	5,85	-0,60	-
Haiti28	27	12/10/2006 13:27	34,95	0,61	0,33	0,24	11,04	7,93	1,914	0,01	18,56820	-72,06860	5,86	-0,60	-
Haiti28	27	12/10/2006 13:27	35,00	0,60	0,33	0,24	10,97	7,93	1,779	0,01	18,56820	-72,06860	5,82	-0,70	-
Haiti29	28	12/10/2006 13:33	29,48	0,55	0,33	0,24	13,93	7,85	2,241	0,01	18,56870	-72,06870	7,06	-0,80	<b>0</b>
Haiti29	28	12/10/2006 13:34	29,90	0,55	0,33	0,24	11,58	7,68	2,394	0,00	18,56870	-72,06870	6,13	-0,60	-
Haiti29	28	12/10/2006 13:34	30,03	0,55	0,33	0,24	11,51	7,67	2,364	0,00	18,56870	-72,06870	5,99	-0,60	-
Haiti29	28	12/10/2006 13:35	30,13	0,55	0,33	0,24	11,43	7,66	2,354	0,00	18,56870	-72,06870	5,90	-0,60	-
Haiti30	29	12/10/2006 13:48	30,76	0,56	0,33	0,24	12,14	7,59	1,934	0,00	18,56770	-72,06880	6,38	-0,60	<b>1</b>
Haiti30	29	12/10/2006 13:48	30,91	0,57	0,33	0,24	11,67	7,53	1,95	0,00	18,56770	-72,06880	6,07	-0,50	-
haiti31ft	30	12/10/2006 14:00	30,24	0,56	0,33	0,24	12,65	7,59	1,986	0,00	18,56770	-72,07040	6,20	-0,80	<b>0</b>
haiti31ft	30	12/10/2006 14:01	30,45	0,56	0,33	0,24	11,37	7,48	2,138	0,00	18,56770	-72,07040	5,72	-0,70	-
Haiti32ft	31	12/10/2006 14:05	29,94	0,55	0,32	0,24	13,17	7,52	2,279	0,00	18,56770	-72,07040	-0,60	5,87	<b>0</b>
Haiti32ft	31	12/10/2006 14:06	30,07	0,55	0,32	0,24	11,09	7,44	2,456	0,00	18,56770	-72,07040	-0,70	5,74	-
Haiti32ft	31	12/10/2006 14:06	30,08	0,55	0,32	0,24	10,96	7,43	2,451	0,00	18,56770	-72,07040	-0,70	5,69	-
Hai31ft	32	10/12/2006 14:00	30,24	0,56	0,33	0,24	12,65	7,59	1,986	0,00	18,56770	-72,07040	6,20	-0,80	<b>0</b>
Hai31ft	32	10/12/2006 14:01	30,45	0,56	0,33	0,24	11,37	7,48	2,138	0,00	18,56770	-72,07040	5,72	-0,70	<b>0</b>
Hai32ft	33	12/10/2006 14:05	29,94	0,55	0,32	0,24	13,17	7,52	2,279	0,00	18,56770	-72,07040	-0,60	5,87	<b>1</b>
Hai32ft	33	12/10/2006 14:06	30,07	0,55	0,32	0,24	11,09	7,44	2,456	0,00	18,56770	-72,07040	-0,70	5,74	-
Hai32ft	33	12/10/2006 14:06	30,08	0,55	0,32	0,24	10,96	7,43	2,451	0,00	18,56770	-72,07040	-0,70	5,69	-
Haiti33	34	12/10/2006 14:17	30,51	0,56	0,33	0,24	14,25	7,68	1,873	0,00	18,56780	-72,06900	6,19	-0,70	<b>0</b>
Haiti33	34	12/10/2006 14:18	30,58	0,56	0,33	0,24	12,01	7,57	1,895	0,00	0,00000	0,00000	5,83	-0,60	-
Haiti33	34	12/10/2006 14:18	30,62	0,56	0,33	0,24	11,93	7,55	1,88	0,00	18,56780	-72,06900	5,73	-0,60	-
H-Lago	0	15/10/2006 18:55	26,11	12,07	7,68	6,73	16,51	8,45	8,235	1,07	18,56954	-72,07021	1342,00	1,70	-
H-Lago	0	15/10/2006 18:55	26,11	12,25	7,80	6,84	14,42	8,67	6,286	1,74	18,56954	-72,07021	1757,00	1,80	-
H-Lago	0	15/10/2006 18:56	26,03	12,34	7,87	6,90	14,59	8,71	6,426	1,86	18,56954	-72,07021	1843,00	1,30	-
Bauge-riacho	35	15/10/2006 18:51	26,72	0,12	0,07	0,05	13,31	8,53	18,446	0,01	18,55600	-72,12609	2,32	1099,10	<b>1</b>
Bauge-riacho	36	15/10/2006 18:51	26,05	0,11	0,07	0,05	11,93	8,41	18,524	0,00	18,55600	-72,12609	1,65	732,10	-

Continua

Amostra Geo	No. Kit	DateTime M/D/Y	Temp oC	Cond mS/cm	TDS g/L	Salinity ppt	DO Conc mg/L	pH -	NitrateN mg/L	AmmoniaN mg/L	Latitude DD.dddd	Longitude DD.dddd	Chloride mg/L	Turbidity NTU	Coliform Test
Bauge-riacho	0	15/10/2006 18:52	26,02	0,11	0,07	0,05	11,82	8,41	18.938	0,00	18,55600	-72,12609	1,64	583,00	-
Ha-baugé	37	15/10/2006 18:36	26,16	0,33	0,21	0,15	31,09	8,55	11.146	0,02	18,55868	-72,12581	4,90	9,90	1
Ha-baugé	0	15/10/2006 18:36	25,83	0,33	0,21	0,15	14,16	8,55	14.455	0,02	18,55868	-72,12581	4,80	8,90	-
Ha-baugé	0	15/10/2006 18:37	25,77	0,33	0,21	0,15	14,02	8,55	16.023	0,01	18,55868	-72,12581	4,74	8,50	-
Ha-baugé	0	15/10/2006 18:37	25,74	0,33	0,21	0,15	14,26	8,54	16.766	0,01	18,55868	-72,12581	4,66	7,70	-
Ha-baugé	0	15/10/2006 18:38	25,67	0,33	0,21	0,15	14,33	8,54	17.148	0,01	18,55868	-72,12581	4,60	7,40	-
Ha-baugé	0	15/10/2006 18:38	25,61	0,31	0,20	0,15	14,02	8,53	17.228	0,01	18,55868	-72,12581	4,53	7,30	-
Ha-baugé	0	15/10/2006 18:39	25,55	0,32	0,21	0,15	14,84	8,53	17.402	0,01	18,55868	-72,12581	4,44	7,20	-
Ha-Reserv	38	15/10/2006 18:59	25,70	1,18	0,76	0,58	16,07	8,36	7.92	0,03	18,53150	-72,06181	91,63	0,00	1
Ha-Reserv	0	15/10/2006 19:00	25,64	0,77	0,49	0,37	13,87	7,82	6.841	0,00	18,53150	-72,06181	30,58	0,00	-
<b>TOTAL</b>	<b>132</b>														<b>40</b>
<b>MÁX.</b>		-	<b>35,00</b>	<b>12,34</b>	<b>7,87</b>	<b>6,90</b>	<b>31,09</b>	<b>8,71</b>	<b>1893.8</b>	<b>1,86</b>	-	-	<b>1843,00</b>	<b>1099,10</b>	-
<b>MÉD</b>		-	<b>28,78</b>	<b>0,71</b>	<b>0,44</b>	<b>0,35</b>	<b>12,31</b>	<b>7,91</b>	<b>275.323</b>	<b>0,04</b>	-	-	<b>42,96</b>	<b>30,46</b>	-
<b>MÍN.</b>		-	<b>25,18</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>9,39</b>	<b>7,34</b>	<b>23.12</b>	<b>0,00</b>	-	-	<b>-0,70</b>	<b>-0,80</b>	-

Tabela 2. Valores de referência de alguns parâmetros de qualidade de água estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1975) e pela Resolução n.º. 20/86 (CONAMA, 1986) para a classe 1.

Parâmetros	Unidade	Fonte de Referência		Parâmetros	Unidade	Fonte de Referência	
		OMS	CONAMA			OMS	CONAMA
<b>Parâmetros Físicos</b>							
Cor	Pt L <sup>-1</sup>	15	N.N.*	Materiais flutuantes	-		V.A.
Odor e sabor	-	Inofensivo	V.A.*	Óleos e graxas	mg L <sup>-1</sup>		V.A.
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	500	-	Corantes artificiais	mg L <sup>-1</sup>		V.A.
Turbidez	UNT	5	40	Sólidos sedimentáveis	mg L <sup>-1</sup>		V.A.
Temperatura	°C	-	-	Sólidos Dissolvidos Totais	mg L <sup>-1</sup>	1000	500
pH	-	6,5-8,5	6,0 - 9,0	Oxigênio dissolvido	mg L <sup>-1</sup>	-	6,0
<b>Parâmetros Inorgânicos</b>							
Alumínio	mg L <sup>-1</sup> Al	0,2	0,1	Fosfato total	mg L <sup>-1</sup> P	-	0,025
Arsênio	mg L <sup>-1</sup> As	0,05	0,05	Ferro solúvel	mg L <sup>-1</sup> Fe	0,3	0,3
Bário	mg L <sup>-1</sup> Ba	-	1,0	Fluoretos	mg L <sup>-1</sup> F	1,5	1,4
Belírio	mg L <sup>-1</sup> Be	-	0,1	Lítio	mg L <sup>-1</sup> Li		2,5
Boro	mg L <sup>-1</sup> B	-	0,75	Manganês	mg L <sup>-1</sup> Mn	0,1	0,1
Cádmio	mg L <sup>-1</sup> Cd	0,005	0,001	Mercúrio	mg L <sup>-1</sup> H	0,001	0,0002
<b>Parâmetros Inorgânicos</b>							
Chumbo	mg L <sup>-1</sup> Pb	0,05	0,03	Nitrato	mg L <sup>-1</sup> N	10	10
Cianetos	mg L <sup>-1</sup> CN	0,1	0,01	Nitrito	mg L <sup>-1</sup> N	-	1,0
Estanho	mg L <sup>-1</sup> Sn		2,0	Amônia	mg L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub>		0,02
Cloretos	mg L <sup>-1</sup> Cl	-	250	Amônia livre	mg L <sup>-1</sup> N		-
Sódio	mg L <sup>-1</sup> Na	200	-	Níquel	mg L <sup>-1</sup> Ni		0,025
Cloro residual	mg L <sup>-1</sup> Cl	-	0,01	Prata	mg L <sup>-1</sup> Ag	-	0,01

Fonte: Adaptado de Santos (1997) e Nascimento (1998); V.A. Virtualmente ausente; N.N. nível natural.



## 5.4. Literatura Consultada

ARAÚJO, V. de P. A.. **Relatório de treinamento intensivo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA: UFPB, Departamento de Engenharia Civil, 1984. Np.

COLLOQUE INTERNATIONAL GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU EN HAITI, 2002, Port-au-Prince. **Actes...** Port-au-Prince: Université Quisqueya: Université de Montréal, 2002. 310 p.

MAFRA, F. (Coord.). **Relatório de auditoria de natureza operacional na ação construção construção de cisternas para armazenamento de água**. Brasília, DF: Tribunal de Contas da União: Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo, 2005. 84 p.

MALLIN, M. A.; SHANK, G. C.; MCLVER, M. R.; MERRITT, J. F. Physical, chemical, and biological water parameters. In:\_\_\_ **Water quality in the lower cape river systems**. Wilmington: University of North Carolina, 1995/1996. Np. Disponível em: <<http://www.uncwil.edu/cmsr/aquaticceology/LCFRP/W%20Reports/95-96/Parameters.htm>>. Acesso em: 25 jan. 2006.

ORGANISATION PANAMERICAINE DE LA SANTE. **Systeme de suivi du SECTEUR eau potable et assainissement (WASAMS): sITUATION du SECTEUR AEPA au 31 DECEMBRE 2000**. Port-au-Prince: Republique d'Haiti : OPS, 2001. 56 p.

RIBEIRO, J. A. R. **Caracterização hidroquímica da água de chuva e estudo da viabilidade da captação e armazenamento em cisternas, para o atendimento de demandas de água doce para consumo humano na bacia dos rios Verde e Jacaré, Semi-Árido do Estado da Bahia** 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SILVA, A. de S.; LIMA, L. T. de; SOARES, J. M.; MACIEL, J. L. **Aproveitamento de recursos hídricos escassos no semi-árido brasileiro: tecnologias de baixo custo (versão preliminar)**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1984. 108 p.il.

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R.; LIMA, L. T. de; GOMES, P. C. F. **Captação e conservação de água de chuva para consumo humano: cisternas rurais; dimensionamento; construção e manejo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1984. 103 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 12).



# 6

## ACÇÕES ESTRATÉGICAS PARA O PROGRAMA PILOTO DE CISTERNAS NO HAITI - PROPOSTA

---

Aderaldo de Souza Silva

Dario Nunes dos Santos

Paul Nanphy

Wesly Jeune

## 6.1. Introdução

A missão brasileira de prospecção no Haiti, ocorrida em julho de 2006, consolidou o interesse na transferência de tecnologias para a produção de hortaliças, validação social pelas famílias haitianas de hortaliças adaptadas às condições tropicais e, de construção de cisternas domiciliares pluviais, com dupla finalidade (consumo humano e micro-irrigação) para a cooperação internacional.

Segundo Panayotou (1990), a degradação ambiental devido à gestão inadequada do uso da água no Haiti, também está associada ao inadequado manejo de sua distribuição, inadimplência no pagamento, influência de fatores geológicos, aumento da população, deficiência no sistema de drenagem, inexistência de estações de tratamento e de estabilização (depuração), entre outros.

Os resultados promissores alcançados com a construção de cisternas, associados à competência, entusiasmo e altruísmo dos 50 haitianos, que aprenderam a construí-las, levaram a Embrapa e instituições parceiras a apresentarem esta proposta de continuidade de construção de *Cisternas Piloto*. Nela é proposta a ampliação das ações já desenvolvidas no Haiti para outras Comunidades, com maior carência, principalmente em relação a água de beber e cozinhar.

Considerando que a República do Haiti tem uma densidade demográfica de 287 hab/km<sup>2</sup> e a pressão demográfica está presente em nove Departamentos e 82 Comunidades, a presente proposta foi elaborada para 78 (setenta e oito) Comunidades diferentes. As regiões escolhidas apresentam precipitações médias anuais inferiores a 2.800 mm, com carência significativa de água para consumo humano, em termos de quantidade e qualidade.

O Programa Piloto de Construção de 1.014 (Hum mil e quatorze) Cisternas Domiciliares, sugerido para o Haiti (*Programa Cisternas Brasil-Haiti*), orçado em US\$ 1,776,130.16 (Hum milhão, setecentos e setenta e seis mil, cento e trinta dólares americanos e dezesseis centavos), prevê alcançar os seguintes produtos:

1. **Construção de 1.014 cisternas piloto de alambrado (ferro e cimento)** – cisternas piloto, estrategicamente distribuídas no país, sendo 390 cisternas de 6 m<sup>3</sup>, 312 de 8 m<sup>3</sup>, 156 de 10 m<sup>3</sup> e 156 cisternas de 16 m<sup>3</sup>. A proposta foi dimensionada considerando que as cisternas de 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup> e 16 m<sup>3</sup>, deverão ser construídas para consumo humano, enquanto as de 10 m<sup>3</sup> terão uso exclusivo para produção de alimento. Em termos de localização, foi sugerido que as cisternas de 6 m<sup>3</sup> fossem construídas nas regiões de maior pluviosidade e, localizadas em domicílios individuais. Enquanto, as demais, deveriam ser construídas em escolas públicas, centros de capacitação e/ou associações;
2. **Capacitação e mobilização de, aproximadamente, mil famílias haitianas** – o Programa se propõe beneficiar, diretamente, no mínimo mil famílias e, capacitar e mobilizar milhares de haitianos sobre o tema cisternas familiares de água para beber e cozinhar em

âmbito nacional, uma vez que, a maioria das cisternas, estão previstas, para serem construídas em logradouros públicos, com prioridade às escolas de ensino fundamental;

3. **Disponibilizar 8.812.000 (oito milhões, oitocentos e doze mil) litros de água potável por ano, no mínimo, durante cinquenta anos, consecutivos** – a construção de 1.014 cisternas propiciará milhões de litros anuais de água para as famílias e alunos beneficiários do Programa, em regiões de difícil acesso e de extrema escassez de água. O Haiti apresenta uma pluviosidade média anual superior a média do semi-árido brasileiro e melhor regularidade espaço-temporal;
4. **Promover a organização de milhares de famílias rurais em 78 Comunidades (Communes) das 82 existentes** – o programa promoverá também a organização, em igual número de localidades, em termos de projetos produtivos, já que um terço das cisternas piloto previstas na presente proposta, teriam como finalidade a implantação de jardins nutritivos e/ou hortas agroecológicas. Salienta-se que a taxa de desemprego no Haiti é ao redor de 80%.

## 6.2. Parcerias

A equipe de elaboração da proposta entende que, qualquer iniciativa sobre o tema cisterna domiciliar de alambrado, modelo brasileiro no Haiti, deveria estar sob a coordenação da ABC – MRE. A memória da experiência brasileira, piloto na construção de cisternas, em solo haitiano e, junto a suas entidades parceiras, serão primordiais para o êxito da consecução de um Programa Social.

As OGs e ONGs diretamente envolvidas, que participaram, ativamente, do Projeto Piloto “Construção de Cisternas Familiares (domiciliares) e Validação Social de Cultivares de Hortaliças no Haiti”, serão mencionadas a seguir, com suas respectivas características.

## 6.3. Entidades Responsáveis

- **Instituição solicitante:** Ministério da Agricultura, dos Recursos Naturais e do Desenvolvimento Rural, Porto Príncipe, Haiti;
- **Instituição coordenadora:** Ministério das Relações Exteriores, Agência Brasileira de Cooperação, Brasília-DF, Brasil;
- **Instituição executora:** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Brasília-DF, Brasil;
- **Instituição responsável pela tecnologia de cisternas:** Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, Brasil, em parceria com Instituto Regional da Propriedade Agropecuária Apropriada (IRPAA), Juazeiro-BA, Brasil;
- **Instituição responsável pela tecnologia de validação social de cultivares de hortaliças:** Embrapa Hortaliças, Brasília-DF., Brasil.

## 6.4. Entidades co-participes

- **Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)**, dedicado às necessidades de cooperação técnica nos países, por meio de suas Agências de Cooperação Técnica e seus Centros Regionais. A equipe o considera essencial na implementação do Programa Piloto, dada sua interação efetiva com o Ministério da Agricultura do Haiti, sua capilaridade nacional e, por ser um dos mentores da presente proposta de Programa. Está presente no Brasil há várias décadas prestando relevantes serviços em solo brasileiro.

Por outro lado, o IICA pode ser uma Agência facilitadora da cooperação técnica, entre os projetos do Brasil e do Haiti, considerando que vários projetos (cisternas, hortas, caju, mandioca, reflorestamento, saúde, oleaginosas), encontram-se em andamento, sob a responsabilidade do Núcleo Técnico da EB-Haiti. O IICA pode colaborar com a sua experiência instalada no país, pois conta com um sistema de compras que facilitaria muito as ações de um Programa de Construção de Cisternas, o que poderia ser viabilizado por meio de um acordo de cooperação internacional, via Brasil e IICA.

Além disso, o IICA também poderia ser um facilitador junto aos ministérios haitianos e poderia aperfeiçoar as relações institucionais entre os vários organismos que estão desenvolvendo ações no Haiti, vinculadas ao uso sustentável dos recursos hídricos escassos.

- **Organização ASSODLO** (Associação Haitiana da Matriz Água e Solo – [assodlo@yahoo.fr](mailto:assodlo@yahoo.fr) ou [assodlo@hotmail.com](mailto:assodlo@hotmail.com)), pelo mérito de ter introduzido no Haiti, a experiência brasileira da cisterna domiciliar de placa. O projeto de cisterna desenvolvido no Haiti pela ASSODLO foi importado do Brasil, como mencionado anteriormente, e têm componentes de capacitação de pedreiros, atividades com produção de hortaliças, o trabalho com mulheres e a aquisição de mulas para transporte de materiais.

Segundo os técnicos da ASSODLO existe uma demanda significativa de cisternas para iniciar o plantio de hortaliças, e sua produção mais cedo, trazendo maiores benefícios econômicos para as comunidades. Além disso, observa-se um processo de fixação das famílias no campo, pois existe no Haiti uma cultura tradicional de rotação das famílias do meio rural.

- **NDI-Haiti** - O Instituto Democrático Nacional para Assuntos Internacionais (NDI) é uma organização sem fins lucrativos que tem como função fortalecer e expandir a democracia no mundo inteiro. Esta organização também está presente no Haiti. Protagonista de uma rede global de especialistas voluntários, o NDI fornece assistência prática aos líderes políticos no sentido de avançarem com os valores, práticas e instituições democráticas. O NDI trabalha com os democratas em todas as regiões do mundo para construir organizações políticas e cívicas, resguardar eleições e promover a participação dos cidadãos, a abertura e prestação

de contas dos governos. No caso específico do Haiti existe uma rede de técnicos voluntários, Responsáveis por um Programa de Transferência de Tecnologias às famílias carentes.

A maioria dos técnicos haitianos treinados pelas missões brasileiras no Haiti pertencia ao NDI, o qual se tornou, naturalmente, o maior parceiro do atual Projeto piloto de cisternas no país. No momento, estes técnicos, também atuam como multiplicadores (promotores) e estão sendo convidado a construir cisternas de alamedado, modelo brasileiro, em outras localidades haitianas.

## 6.5. A concepção do Programa Cisternas Brasil-Haiti

Multiplicar em âmbito nacional, no Haiti, a experiência piloto, adquirida pelos haitianos nas comunidades de Balan-Gantier, Beuge e Croiz-de Bouquets, de construção de cisternas de alamedado, modelo brasileiro, com a finalidade de armazenar água de chuva para beber e produzir hortaliças.

A proposta prevê:

- O treinamento em serviço de aproximadamente três mil pessoas, oriundas das próprias comunidades beneficiárias do Programa **Cisternas Brasil-Haiti**;
- Geração de emprego e renda, temporário, por meio de grupos de dois a cinco famílias vizinhas a cada família beneficiária, que se associem e aceitem, comunitariamente, participar do Programa,
- Geração de emprego e renda, temporário, para grupos de 858 e 156 famílias, que tenham como forma de uso as cisternas piloto para consumo humano e produção respectivamente, e aceitem compartilhar do Programa no âmbito das escolas públicas e associações.

A proposta técnica do Programa de Cisternas Domiciliares de Haiti, esta fundamentada na experiência da Embrapa Semi-Árido, exposta no documento: "Semi-Árido Brasileiro: Proposta de implantação de sistemas e exploração de propriedades agrícolas para assegurar a convivência do homem com as secas do CPATSA/EMBRAPA, 1982 e do IRPAA na qualidade de parceiro do Programa atual do governo federal de "Hum milhão de cisternas rurais", em parceria com a ASA.

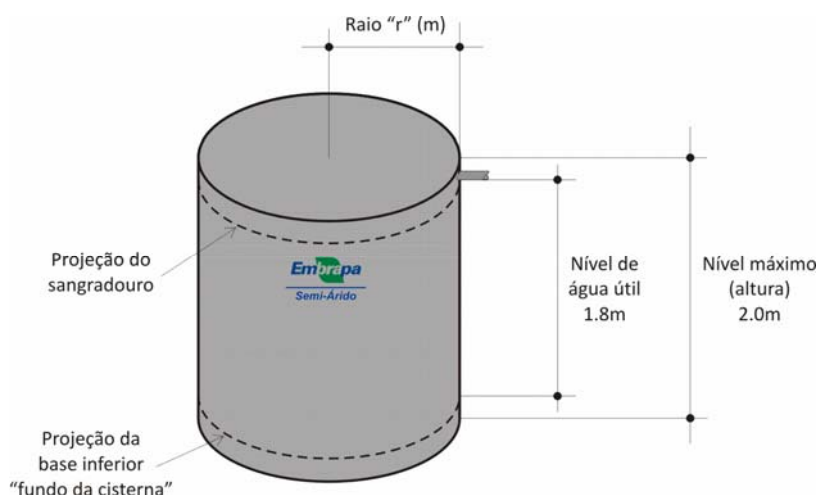
Apresentam-se de forma resumida nas Tabelas 1, 2 e 3 informações técnicas sobre volumes de água útil, dimensões de telas de arames galvanizados, placas de cobertura e custos das cisternas domiciliares piloto de 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup> e 16 m<sup>3</sup>, respectivamente, sugeridas como tecnologias de captação de água de chuva, parte integrante do Programa **Cisternas Brasil-Haiti**. Na Tabela 3 encontra-se, também, detalhado, o custo global do Programa sugerido.

## 6.6. Capacidade de água útil em cisternas domiciliares de 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup> e 16 m<sup>3</sup>.

A Tabela 1 apresenta o detalhamento dos cálculos utilizados na determinação do volume de água a ser armazenada no tanque (reservatório) da cisterna, cilíndrica, construída com tela de arame galvanizado, revestida de argamassa de areia e cimento. O reservatório foi dimensionado tendo-se o nível máximo de água fixo (2,0 m) e um raio, variável, com 1,0 m, 1,2 m, 1,3 m e 1,7 m de comprimento, o que permitiu, se obter, tanques com capacidades de 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup> e 16 m<sup>3</sup>, respectivamente. Estas foram às principais capacidades de cisternas, planejadas para serem construídas, nas principais regiões do Haiti, cuja necessidade de água potável para consumo humano, pelas famílias beneficiárias, poderá ser supridas fazendo-se combinações das capacidades mencionadas, anteriormente.

**Tabela 1. Volumes de água útil em cisternas com capacidades de 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup>, 16 m<sup>3</sup>, dimensionados em função de diferentes valores de raio, considerando uma altura fixa máxima do tanque (reservatório) de 2,0 m e um nível de água útil de 1,80 m.**

Raio (r) (m)	Nível máximo (m)	Nível de água (m)	Valor (pi)	Fórmula ( $\pi \cdot (r^2) \cdot h$ )	Tanque m <sup>3</sup>	
					Volume real	Volume Máximo
1.00	2.0	1.8	3.1416	$\pi \cdot (1.0^2) \cdot 1.8$ (2.0)	5.65	6
1.20	2.0	1.8	3.1416	$\pi \cdot (1.2^2) \cdot 1.8$ (2.0)	8.14	9
1.30	2.0	1.8	3.1416	$\pi \cdot (1.3^2) \cdot 1.8$ (2.0)	9.56	11
1.70	2.0	1.8	3.1416	$\pi \cdot (1.7^2) \cdot 1.8$ (2.0)	16.34	18
<b>Volume médio =</b>					<b>9.92</b>	<b>11</b>



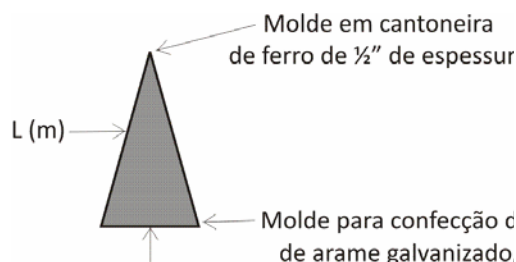
Observação: Com a finalidade de assegurar o volume de água necessário pela família, deverá ser utilizada na construção da cisterna, uma tela de arame galvanizada com 2 metros de largura, para que haja uma folga de 10 cm na superfície do reservatório, onde se instala o "ladrão" (sangradouro) e, 10 cm na base inferior "fundo da cisterna", onde normalmente, se depositam as impurezas.

## 6.7. Dimensões de telas de arame galvanizadas a serem adquiridas para construção das cisternas (reservatórios) e das placas de cobertura.

Na construção da Tabela 2, primeiro foi dimensionado o cilindro de tela de arame galvanizado (Tela T) e, em seguida o comprimento de tela necessária, a construção das placas de cobertura, em função de cada volume requerido, tendo-se largura da tela fixa, em 2,0 m, o raio variável, 1,0 m, 1,2 m, 1,3 m e 1,7 m, respectivamente. O comprimento total de tela de arame galvanizado requerido na construção de cada cisterna, para diferentes capacidades (6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup> e 16 m<sup>3</sup>), foi totalizado (Tela (T+C)), adicionando-se o comprimento do cilindro ao comprimento das placas de cobertura.

**Tabela 2. Dimensões de telas de arame galvanizado e placas (formas) de cobertura da cisterna para diferentes capacidades (6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup> e 16 m<sup>3</sup>). – forma cilíndrica.**

Raio (r) (m)	Volumes (m <sup>3</sup> )	Fórmula (2*pi*(r))	Tela (m)	Tela (T) (m)	Molde (L-b), em m	Placas (n°)	Tela (C) (m)	Tela (T+C) (m)
1.00	6	2*pi*(1.0^2)+0.5	6.8	7	1,044x0,585	12	4.9	11.7
1.20	8	2*pi*(1.2^2)+0.5	8.0	8	1,253x0,585	14	7.8	15.8
1.30	10	2*pi*(1.3^2)+0.5	8.7	9	1,357x0,585	15	9.5	18.2
1.70	16	2*pi*(1.7^2)+0.5	11.2	11	1,775x0,585	19	19.5	30.7



$$\text{Cisterna c/ raio de 1,0m} = (4,9 \text{ m/Tela}) = \frac{(((\sqrt{((1*0.3)^2 + 1^2)*0.585}) + 0.15) * ((2*pi*1.0)/0.585))}{2}$$

$$\text{Cisterna c/ raio de 1,2m} = (7,8\text{m/Tela}) = \frac{(((\sqrt{((1.2*0.3)^2 + 1.2^2)*0.585}) + 0.15) * ((2*pi*1.2)/0.585))}{2}$$

$$\text{Cisterna c/ raio de 1,3m} = (9,5\text{m/Tela}) = \frac{(((\sqrt{((1.3*0.3)^2 + 1.3^2)*0.585}) + 0.15) * ((2*pi*1.3)/0.585))}{2}$$

$$\text{Cisterna c/ raio de 1,7m} = (19,5\text{m/Tela}) = \frac{(((\sqrt{((1.7*0.3)^2 + 1.7^2)*0.585}) + 0.15) * ((2*pi*1.7)/0.585))}{2}$$

Nota:

1. Tela (T): Comprimento de tela necessário para formar o cilindro (reservatório). Com a finalidade de fixar as extremidades da Tela (T), há necessidade de se adicionar 0,5 m (meio metro de tela), ao comprimento, previamente, calculado.
2. tela (C): Comprimento de tela necessário para construir as placas de cobertura.
3. Tela (T+C): Comprimento de tela necessário para se construir a cisterna (A tela de arame tem uma largura fixa de 2,0 metros.
4. Valor de pi = 3.1416



## 6.8. Custo de implantação de cada cisterna com capacidade para 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup>e 16 m<sup>3</sup>, bem como a Mão-de-Obra necessária para sua execução.

A seguir na Tabela 3, são apresentados os procedimentos necessários para se construir cisternas de alambrado (tela de arame galvanizado mais argamassa de cimento e areia. Discrimina-se os materiais para as cisternas com capacidades de 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup>e 16 m<sup>3</sup>. Sallenta-se que, os custos são médios e foram obtidos nas casas de materiais de construção na região de Petrolina – PE.

**Tabela 3. Custo do Sistema de Captação de Água de Chuva (SCA) para beber por meio de cisterna no Haiti (Construção de cisternas domiciliares piloto de 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup> e 16 m<sup>3</sup>).**

Material	Unidade	Cisterna (volume)				Custo (US\$)			
		6 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup>
<b>1. Cisterna</b>									
Tela galvanizada ( 0.9 m x 25 m), malha (0,15 x 0,05), arame de 0,003m	m	4.9	7.8	9.5	19.5	43.91	69.63	85.70	175.38
Tela de arame de 0.9 m x 10 m, malha 5,0 mm, fio 20	m	11.7	15.8	18.2	30.7	364.78	493.51	569.07	959.66
Arame galvanizado, fio n <sup>o</sup> .18, 1kg	kg	3.0	3.5	4.0	6.0	17.55	20.48	23.40	35.10
Cimento	(40 kg)	13	16	17	22	123.50	152.00	161.50	209.00
Areia grossa (lavada)	m <sup>3</sup>	1.5	1.8	2.0	3.0	37.50	45.00	50.00	75.00
Areia media (lavada)	m <sup>3</sup>	0.5	0.7	1.0	1.5	9.38	13.13	18.75	28.13
Brita n <sup>o</sup> . 2	m <sup>3</sup>	0.5	0.8	1.0	1.5	15.63	25.00	31.25	46.88
<b>2. Calhas e tubulações</b>						<b>612.24</b>	<b>818.74</b>	<b>939.67</b>	<b>1529.15</b>
Calha zinco: 0,50 m largura	m	7.0	8.0	9.0	10.0	43.75	51.00	57.38	62.50
Tubo esgoto 100 mm	Tubo 6 m	1.0	1.0	1.0	1.0	29.04	29.04	29.04	29.04
Sangradouro	m	0.4	0.4	0.4	0.4	2.08	2.08	2.08	2.08
Curva esgoto 100 mm	unid.	2.0	2.0	2.0	2.0	13.38	13.38	13.38	12.63
Tela fina para suspiro	m	0.3	0.3	0.3	0.3	2.69	2.69	2.69	2.69
<b>3. Filtro:desviar primeiras águas</b>						<b>90.94</b>	<b>98.19</b>	<b>104.56</b>	<b>108.94</b>
Tubo esgoto 100 mm (6 m)	m	1.0	1.0	1.0	1.0	29.04	29.04	29.04	29.04
Garrafa pet (uma: 1 L, outra: 2 L)	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Curva esgoto 100 mm	unid.	2.0	2.0	2.0	2.0	6.06	6.06	6.06	6.06
Cap esgoto 100 mm	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	2.88	2.88	2.88	2.88
Luva esgoto 100 mm	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	6.81	6.81	6.81	6.81
Te esgoto 100 mm	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	12.50	12.63	12.63	5.85

<b>4. Bomba manual</b>						<b>57.29</b>	<b>57.29</b>	<b>57.29</b>	<b>57.29</b>
Tubo PVC, 50 mm (6 m)	m	1.0	1.0	1.0	1.0	14.52	14.52	14.52	14.52
Tubo esgoto, 40 mm (6 m)	m	1.0	1.0	1.0	1.0	9.96	9.96	9.96	9.96
Flange 50 x 1 1/2	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	7.96	7.96	7.96	7.96
Te PVC, 40 mm	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.81	1.81	1.81	1.81
Joelho PVC, 40 mm	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	0.56	0.56	0.56	0.56
Cap PVC, 40 mm	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	0.81	0.81	0.81	0.81
Bolas de gude	unid.	2.0	2.0	2.0	2.0	1.25	1.25	1.25	1.25
Redução PVC, 50 x 25 mm longa	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.23	1.23	1.23	1.23
Redução PVC, 40 x 25 mm longa	unid.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.21	1.21	1.21	1.21
Tubo PVC, 40 mm	m	1.0	1.0	1.0	1.0	4.98	4.98	4.98	4.98
Cola PVC	tubo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.72	1.72	1.72	1.72
<b>5. Pintura</b>						<b>46.00</b>	<b>46.00</b>	<b>46.00</b>	<b>46.00</b>
Cal	Saco 3 kg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.86	1.86	1.86	1.86
<b>6. Mão-de-obra</b>									
Pedreiro	Dia	3	3.5	4	6	93.75	109.38	125.00	187.50
Ajudante	Dia	3	3.5	4	6	46.88	54.69	62.50	93.75
Total						140.63	164.06	187.50	281.25
<b>CUSTO TOTAL DA CISTERNA - Cisterna + bomba manual + calhas + Eliminação de sujeiras (Em moeda americana USA (US\$))</b>						<b>947.1</b>	<b>1,184.3</b>	<b>1,335.0</b>	<b>2,022.6</b>
<b>CUSTO TOTAL DA CISTERNA (Em moeda brasileira (R\$))</b>						<b>1,515.3</b>	<b>1,894.8</b>	<b>2,136.0</b>	<b>3,236.2</b>

A proposta técnica do Programa de Cisternas Domiciliares de Haiti, esta fundamentada na experiência da Embrapa Semi-Árido, exposta no documento: "Semi-Árido Brasileiro: Proposta de implantação de sistemas e exploração de propriedades agrícolas para assegurar a convivência do homem com as secas do CPATSA/EMBRAPA, 1982 e do IRPAA na qualidade de parceiro do Programa atual do governo federal de "Hum milhão de cisternas rurais", em parceria com a ASA.

Apresentam-se de forma resumida nas Tabelas 1, 2 e 3 os custos discriminados das cisternas de alambrado de 10 m<sup>3</sup> e 16 m<sup>3</sup>, sugeridas como tecnologias de captação de água de chuva, parte integrante do Programa **Cisternas Brasil-Haiti**. Na Tabela 3 encontra-se, também, detalhado, o custo global do Programa sugerido.

## **6.9. Distribuição de cisternas piloto em função da forma de uso e de onde construir.**

Considerando a experiência piloto de construção de cisternas de alambrado, no Haiti, realizada pela equipe técnica da Embrapa Semi-Árido, em parceria com o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPAA), no marco do projeto construção de cisternas coordenado pela ABC-MRE, se propõe a construção de cisternas similares, com diferentes capacidades, em função das formas de uso e da localização de execução da obra, cujo detalhamento é especificado nas Tabelas 4 e 5.

**Tabela 4. Estratégia técnica – operacional de distribuição de cisternas piloto de tela de arame galvanizado por comunidades, potencialmente, beneficiárias no Haiti, em âmbito nacional.**

Programa de Cisternas Piloto em Comunidades Haitianas					
Volume (m3)	Forma de uso	Onde instalar	Número (cisternas)	Custo da cisterna (US\$)	
				(sem/mão-de-obra)	(com/mão-de-obra)
6	Consumo humano	Domicilio individual	390	369365.48	590984.77
8	Consumo humano	Escolas, Associações,...	312	369493.88	591190.21
10	Produção de alimento	Escolas, Associações,...	156	208263.12	333220.99
16	Consumo humano	Escolas, Associações,...	156	315529.16	504846.65
			<b>1014</b>	<b>1262651.64</b>	<b>2020242.62</b>

Observação:

1. Número total de cisternas piloto = 1560.
2. Número total de comunidades beneficiárias = 78.
3. Número total de cisternas por comunidades beneficiárias = 13.
4. Número total de cisternas de 6 m3 para consumo humano (individual) por comunidades beneficiárias = 5.
5. Número total de cisternas de 8 m3 para consumo humano em escolas e associações p/comunidade = 4.
6. Número total de cisternas de 16 m3 para consumo humano, em escolas e associações p/comunidade = 2.
7. Número total de cisternas de 10 m3 para produção de alimento por comunidades beneficiárias= 2.

Nota:

Estão incluídos nos custos das cisternas piloto, independente do tipo de uso a implantação do sistema automático de eliminação das primeiras águas de chuva, a confecção de bomba manual, o sistema de captação de água da cobertura do domicilio (calhas) e o custo de Mão-de-Obra, utilizada na execução das atividades, mencionadas anteriormente.

## 6.10. Relação das Comunidades Haitianas prioritárias

Tabela 5. Classificação das Comunidades Haitianas prioritárias do Programa Cisternas Brasil-Haiti, precipitações pluviométricas médias anuais, localização, número de cisternas piloto domiciliares, sugeridos, volumes de água e custo total de construção das cisternas, considerando com ou sem remuneração da Mão-de-Obra por comunidade beneficiária.

ND	PREC (mm)	NOM_PEUPLE	Numero Cisterna	Vol. (m <sup>3</sup> )	Custo s/M.O. (US\$)	Custo c/M.O. (US\$)
1	500 a 1000	LES ANGLAIS	13	114	16187.84	25900.55
2	500 a 1000	THOMAZEAU	13	114	16187.84	25900.55
3	500 a 1000	GANCHIER	13	114	16187.84	25900.55
4	500 a 1000	FERRIER	13	114	16187.84	25900.55
5	500 a 1000	ST. RAFAEL	13	114	16187.84	25900.55
6	500 a 1000	JEAN RABEL	13	114	16187.84	25900.55
7	500 a 1000	BOMNARDOPOLIS	13	114	16187.84	25900.55
8	500 a 1000	BAIE DE HENNE	13	114	16187.84	25900.55
9	500 a 1000	ANSE ROUGE	13	114	16187.84	25900.55
10	500 a 1000	FOND BASSIN BLEU	13	114	16187.84	25900.55
11	1000 A 1400	ABRICOT	13	114	16187.84	25900.55
12	1000 A 1400	TROU BONBON	13	114	16187.84	25900.55
13	1000 A 1400	ROSEAUX	13	114	16187.84	25900.55
14	1000 A 1400	LES IROIS	13	114	16187.84	25900.55
15	1000 A 1400	CORAIL	13	114	16187.84	25900.55
16	1000 A 1400	PESTEL	13	114	16187.84	25900.55
17	1000 A 1400	CAVAILLON	13	114	16187.84	25900.55
18	1000 A 1400	BARADERES	13	114	16187.84	25900.55
19	1000 A 1400	PETIT TROU DE NIPES	13	114	16187.84	25900.55
20	1000 A 1400	PTE. RIV. DE NIPES	13	114	16187.84	25900.55
21	1000 A 1400	PETIT GOAVE	13	114	16187.84	25900.55
22	1000 A 1400	COTES DE FER	13	114	16187.84	25900.55
23	1000 A 1400	GRAND GOSIER	13	114	16187.84	25900.55
24	1000 A 1400	THOMASIQUE	13	114	16187.84	25900.55
25	1000 A 1400	LA VICTORIE	13	114	16187.84	25900.55
26	1000 A 1400	SAINT MICHEL DE L' ATALAYE	13	114	16187.84	25900.55
27	1000 A 1400	CARACOL	13	114	16187.84	25900.55
28	1000 A 1400	QUARTIER MORIN	13	114	16187.84	25900.55
29	1000 A 1400	ENNERY	13	114	16187.84	25900.55
30	1000 A 1400	GROS MORNE	13	114	16187.84	25900.55
31	1000 A 1400	TERRE-ROUGE	13	114	16187.84	25900.55
32	1000 A 1400	GRAND GOAVE	13	114	16187.84	25900.55
33	1000 A 1400	BOUCASSIN	13	114	16187.84	25900.55
34	1000 A 1400	PIGNON	13	114	16187.84	25900.55
35	1000 A 1400	RANQUITE	13	114	16187.84	25900.55
36	1000 A 1400	LIMONADE	13	114	16187.84	25900.55
37	1000 A 1400	QUANAMITHE	13	114	16187.84	25900.55
38	1400 A 2000	CHANMBELAN	13	114	16187.84	25900.55
39	1400 A 2000	BEAUMONT	13	114	16187.84	25900.55
40	1400 A 2000	ROCHE-A BATEAU	13	114	16187.84	25900.55
41	1400 A 2000	PORT SALUT	13	114	16187.84	25900.55

42	1400 A 2000	SAINT JEAN	13	114	16187.84	25900.55
43	1400 A 2000	ASILE	13	114	16187.84	25900.55
44	1400 A 2000	LA VALLE	13	114	16187.84	25900.55
45	1400 A 2000	GRESSIER	13	114	16187.84	25900.55
46	1400 A 2000	KENSCOFF	13	114	16187.84	25900.55
47	1400 A 2000	PETIONVILLE	13	114	16187.84	25900.55
48	1400 A 2000	CAYES - JACMEL	13	114	16187.84	25900.55
49	1400 A 2000	MARIGOT	13	114	16187.84	25900.55
50	1400 A 2000	BERRETES	13	114	16187.84	25900.55
51	1400 A 2000	CORNILLON	13	114	16187.84	25900.55
52	1400 A 2000	FONT VERRETTES	13	114	16187.84	25900.55
53	1400 A 2000	BELLADERE	13	114	16187.84	25900.55
54	1400 A 2000	MOMBIN CROCHU	13	114	16187.84	25900.55
55	1400 A 2000	PERCHES	13	114	16187.84	25900.55
56	1400 A 2000	ACUL DU NORD	13	114	16187.84	25900.55
57	1400 A 2000	PORT MARGOT	13	114	16187.84	25900.55
58	1400 A 2000	MILOT	13	114	16187.84	25900.55
59	1400 A 2000	RANQUITE	13	114	16187.84	25900.55
60	1400 A 2000	ANSE A' FOLEUR	13	114	16187.84	25900.55
61	1400 A 2000	PRTITE R. DE I' ARTIBONIT	13	114	16187.84	25900.55
62	1400 A 2000	THOMONDE	13	114	16187.84	25900.55
63	1400 A 2000	MAISSADE	13	114	16187.84	25900.55
64	1400 A 2000	STE SUZANNE	13	114	16187.84	25900.55
65	1400 A 2000	PILATE	13	114	16187.84	25900.55
66	1400 A 2000	BAS LIMBE	13	114	16187.84	25900.55
67	1400 A 2000	PLAINE DU NORD	13	114	16187.84	25900.55
68	1400 A 2000	LA CHAPELLE	13	114	16187.84	25900.55
69	2000 A 2800	MORON	13	114	16187.84	25900.55
70	2000 A 2800	CHANTAL	13	114	16187.84	25900.55
71	2000 A 2800	MANICHE	13	114	16187.84	25900.55
72	2000 A 2800	SAINT LOUIS DU SUD	13	114	16187.84	25900.55
73	2000 A 2800	BOUCAN CARRE	13	114	16187.84	25900.55
74	2000 A 2800	THIOTE	13	114	16187.84	25900.55
75	2000 A 2800	SAVANETTE	13	114	16187.84	25900.55
76	2000 A 2800	CARICE	13	114	16187.84	25900.55
77	2000 A 2800	MONT ORGANISE	13	114	16187.84	25900.55
78	2000 A 2800	HAUT SAUT DE EAU	13	114	16187.84	25900.55
<b>TOTAL</b>			<b>1014</b>	<b>8892</b>	<b>1262651.64</b>	<b>2020242.62</b>

## 6.11. Orçamento Global

Nas Tabelas 6 e 7 apresentam-se o detalhamento orçamentário da Proposta de um Programa Piloto de Cisternas Brasil-Haiti, cujas principais ações estratégicas foram consolidadas em função da experiência adquirida, in loco, no Haiti, trabalhando “mão a mão” com os haitianos. Esta foi elaborada considerando, também a experiência brasileira da Organização de Articulação do Semi-Árido (ASA), que desde 2003, tem feito um esforço exemplar na consecução do Programa do Governo Federal de implantação de Hum milhão de cisternas rurais, domiciliares. Segundo a ASA tinham sido construídas até 07 de novembro de 2007, 221.514 (duzentas e vinte e uma mil e, quinhentas e quatorze), cisternas no semi-árido, brasileiro.

Na Tabela 7, relacionam-se os custos com seus respectivos percentuais em função das principais atividades a serem desenvolvidas no Programa proposto. Assim sendo, pode-se averiguar que os custos operacionais com o programa proposto foi de apenas 17,96%, totalizando US\$ 319, 022.14 (trezentos e dezenove mil, vinte e dois dólares e quatorze centavos, em moeda americana), considerado muito baixo, em termos de acessibilidade as famílias rurais, dispersas no Haiti, associadas as dificuldades extremas de mobilidade.

Finalmente, é possível comprovar a importância socioambiental do projeto, considerando sua abrangência e o potencial de mobilização e capacitação das famílias, em âmbito nacional, as quais ao termino do programa piloto, estariam aptadas a, por si só implementarem um programa de construção de cisternas domiciliares, similares ao Programa de Cisternas do Governo Federal, na região Nordeste do Brasil.

**Tabela 6. Orçamento detalhado do Programa Cisternas Brasil-Haiti proposto para ser executado em 78 Comunidades das 82 existentes no Haiti.**

ORÇAMENTO GLOBAL - Proposta de Programa Piloto de Cisternas BRASIL-HAITI		
1. Identificação do projeto:	Custo(US\$)	Código
1.1 Título: Projeto de ações estratégicas para um Programa Piloto de Cisternas Brasil-Haiti.		
1.2 Duração Prevista: Em meses	36	
1.3 F. Recursos: Brasil-Haiti	189030.00	
1.4 Custo Estimado: US\$	1776130.16	
a) G B, por meio do Projeto ABC (Viagens, alimentação, pernoite, treinamento, etc.)	120530.00	
b) G B, por meio da Emb/Irpa (Horas Técnicas)	68500.00	
c) G M, por meio do Custo 1 (Custo de material de consumo usado na cisterna)	1083495.39	
d) G M, por meio do IICA/MA (Horas Técnicas)	17220.00	
e) G M, por meio do Custo 2 (Horas Técnicas)	52296.38	
f) G M, por meio do Custo 3 (Custo de Mão-de-Obra - Contra-Partida das comunidades)	179156.25	
g) GM, por meio da Custo 4 (Missões de prospecção, veículos, consultorias e apoio logístico)	254932.14	
<b>Total do projeto</b>	<b>1776130.16</b>	
2. Resultados e atividades:		
<b>R.1. Cursos de mobilização e capacitação de multiplicadores ministrados e avaliados</b>		
A1.1. Identificar (04) especialistas brasileiros em construção de cisternas, bombas manuais, eliminação das primeiras águas de chuva e gestão ecológica da água de beber.		
Responsáveis: Embrapa/Irpa		
Custos:		
Horas técnicas (US\$ 150) - Embrapa/Irpa	600.00	17.02
A1.2. Elaborar Programa e Apostilhas Técnicas Práticas "passo a passo" para capacitação		
Responsáveis: Emb/Irpa		
Custos:		
Horas técnicas: (4 técnicos x 20 dias x US\$ 70.00/Dia - Embrapa/Irpa)	5600.00	17.02
Editoração e diagramação (2 técnicos x 15 dias x US 70/Dia) - ABC	2100.00	21.01
Impressão de consumo (2000 cópias x US\$ 3.50/unidade) - ABC	7000.00	21.01
A1.3. Preparar exposições		
Responsáveis: Embrapa/Irpa, e IRPAA		
Custos:		
Horas técnicas: (3 técnicos x 60 dias x US\$ 70.00/Dia - Embrapa/Irpa)	12600.00	17.02
A1.4. Selecionar e capacitar 312 (78 comunidade x 4 técnicos) técnicos nacionais		
Responsáveis: IICA/MA e		
Custos:		
Horas técnicas: (4 técnicos x 78 comunidades x 8 dias x US\$ 70/dia) Custo 2	29120.00	32.01
A1.5. Enviar 4 especialistas brasileiros para participarem de missão em Haiti para ministrarem cursos de cisternas e gestão ecológica da água de beber e, participarem da seleção de áreas e implantação das tecnologias em comunidades, junto aos técnicos haitianos.		
Responsáveis: Embrapa/Irpa		
Custos:		
Passagens aéreas e seguro-viagem (4 técnicos x US\$ 2,450.00) ABC	9800.00	21.01
Diárias (4 técnicos x 30 dias x US\$ 180.00) - ABC	21600.00	21.01
A1.6. Elaborar e apresentar relatório de avaliação dos cursos de capacitação		
Responsáveis: Embrapa/Irpa		
Custos:n/a		
Horas técnicas: (4 técnicos x 30 dias x US\$ 70.00/Dia - Embrapa/Irpa)	8400.00	17.02
<b>Subtotal R.1</b>	<b>96820.00</b>	



## **R.2. Mobilização e capacitação de representantes das famílias rurais**

A.2.1. Definir as datas de realização dos cursos e das mobilizações das famílias beneficiárias

Responsáveis: IICA/MA e Embrapa-Irpa

Custos: n/a

A.2.2. Mobilização e Capacitação de 1.000 representantes de famílias e associações

Responsáveis: IICA/MA e

Custos:

Horas técnicas: (2 técnicos x 2dia x 26 vezes x US\$ 70/dia) - IICA/MA e 7280.00 17.02

Horas técnicas: (1 técnicos x 2 dias x 26 vezes x US\$70/dia) - Núcleo HB-Haiti (ABC) 3640.00 17.02

Capacitação (1.000 representantes/família x 2 dia x US\$ 15,6/dia) - ABC 31200.00 32.01

A.2.3. Elaborar e apresentar relatório sobre a mobilização e capacitação de famílias de 78 Comunidades haitianas pilotos beneficiárias do Programa cisternas - Haiti-Brasil.

Responsáveis: Embrapa/Irpa, IRPAA e IICA/MA

Custos:n/a

Horas técnicas: (3 tec x 30 dias x US\$ 70.00/dia) - Embrapa/Irpa 6300.00 17.02

### **Subtotal R.2**

**48420.00**

## **R.3. Cisternas domiciliares piloto de alambrado de água potável para beber, construídas**

A.3.1. Aquisição de materiais e Mão-de-Obra para a construção de cisternas em 78 Comunidades. O Programa Piloto prevê a construção de 13 cisternas por Comunidade.

Responsáveis: IICA/MA

Custos:

Material de consumo para 390 cisternas de 6 m3 (consumo humano) Custo 1 314521.73 21.01

Mão-de-Obra necessária para 390 cisternas de 6 m3 (consumo humano) Custo 3 54843.75 21.01

Material de consumo para 312 cisternas de 8 m3 (consumo humano) Custo 1 318306.38 21.01

Mão-de-Obra necessária para 312 cisternas de 8 m3 (consumo humano) Custo 3 51187.50 21.01

Material de consumo para 156 cisternas de 10 m3 (produção de alimento) Custo 1 179013.12 21.01

Mão-de-Obra necessária para 156 cisternas de 10 m3 (produção de alimento) Custo 3 29250.00 21.01

Material de consumo para 156 cisternas de 16 m3 (consumo humano) Custo 1 271654.16 21.01

Mão-de-Obra necessária para 156 cisternas de 16 m3 (consumo humano) Custo 3 43875.00 21.01

Responsáveis: IICA/MA

Custos:

### **Subtotal R.3**

**1262651.64**

## **R.4. Qualidade das águas utilizadas para consumo humano na área de estudo, avaliadas.**

A.4.1. Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica das águas de beber de 78 comunidades.

Responsáveis: Embrapa/Irpa

Hora Técnica: (2 técnicos x 2dia x 39 comunidades x US\$ 70/dia) - Embrapa/Irpa

Hora Técnica: (2 técnicos x 2dia x 39 comunidades x US\$ 70/dia) - Embrapa/Irpa 10920.00 17.02

A.4.2. Manutenção da sonda multiparâmetros de qualidade físico-química das águas de beber.

Responsáveis: Embrapa/Irpa

Custos:

Material de consumo Custo 2 23176.38 45.01

A.4.3. Elaborar relatório sobre qualidade físico-química e microbiológica das águas.

Responsáveis: Embrapa/Irpa

Custos:

Horas técnicas (2 técnicos x 30 dias x US\$ 70/dia) - Embrapa/Irpa 4200.00 17.02

### **Subtotal R.4**

**49216.38**

## R.5. Sistema de monitoração da sustentabilidade do Programa Cisternas BRASIL-HAITI

A.5.1. Identificar 4 especialistas brasileiros em gestão da água e sustentabilidade ambiental

Responsáveis: Embrapa/Irpa

Custos: n/a

A.5.2. Enviar 2 especialistas a Haiti para avaliação socioambiental das tecnologias transferidas, e ministrar cursos de atualização sobre as técnicas de captação de água de chuva, em dois períodos distintos. O primeiro seis meses depois da primeira missão e o segundo um ano após.

Responsáveis: Embrapa/Irpa

Custos:

Passagens aéreas e seguro-viagem

(4 técnicos (dois por viagem) x US\$ 2,450) - ABC

9800.00 16.03

Diárias (4 técnicos (dois por viagem) x 25 dias x US\$ 180) - ABC

18000.00 16.03

Transporte terrestre (aluguel de um veículo utilitário x 15 dias x 2 período x US\$ 90/dia) - ABC

2700.00 16.03

A.5.3. Realizar uma pesquisa de campo estruturada objetivando identificar pontos críticos na introdução das tecnologias transferidas do semi-árido brasileiro, para as condições socioeconômicas e ecológicas adversas de Haiti, com a finalidade de apresentar um plano de ação estratégico, com vistas a sustentabilidade do Programa Piloto de Cisternas.

Responsáveis: Embrapa/Irpa, IICA/MA

Custos:

Horas técnicas: (1 entrevistador x 1 dia x 78 comunidades x US\$ 35/dia) ABC

2730.00 17.02

Horas técnicas: (1 técnico x 1 dias x 78 comunidades x US\$ 70/dia) - ABC

5460.00 17.02

A.5.4. Elaborar e apresentar relatório final de avaliação

Responsáveis: Embrapa/Irpa

Custos:

Horas técnicas: (6 técnicos x 45 dias x US\$ 70/dia) - Embrapa/Irpa

18900.00 17.02

Elaboração e publicação de manual técnico analítico sobre o Programa cisternas Brasil-Haiti

6500.00 21.01

A.5.5. Missões de prospecção, Embrapa/Irpa - ABC-MRE, acompanhamento e apoio logístico

Responsáveis: ABC-MRE, EMBRAPA/IRPAA-IICA/MA

Custos:

254932.14 21.01

Custos com aquisição de veículos, consultorias e apoio logístico em âmbito nacional - Custo 4

**319022.14**

### Subtotal R.5

### 3. Orçamento:

R.1.

**Subtotal 1: 96820.00**

R.2.

**Subtotal 2 48420.00**

R.3.

**Subtotal 3: 1262651.64**

R.4.

**Subtotal 4: 49216.38**

R.5.

**Subtotal 5: 319022.14**

**Total geral: 1776130.16**

### 4. Porcentagem orçamentária por linha

16.03 Missões para avaliação de programas e projetos 1.72 %

17.02 Horas técnicas 5.49 %

21.01 Serviços de pessoa jurídica 88.09 %

32.01 Treinamentos em grupo 3.40 %

45.01 Materiais de consumo 1.30 %

**Total 100**

**Tabela 7. Valores financeiros médios por atividade a ser executada no Programa e o percentual em relação ao custo total da proposta.**

<b>Cronograma de execução/Custo de Atividade</b>	<b>(%)</b>	<b>Total (R\$)</b>
<b>R.1. Cursos de mobilização e capacitação de multiplicadores ministrados e avaliados</b>		
A.1.1. Identificar (04) especialistas brasileiros em construção de cisternas, bombas manuais,	0.03	600.00
A.1.2. Elaborar Programa e Apostilhas Técnicas Práticas "passo a passo" para capacitação	0.83	14700.00
A.1.3. Preparar exposições	0.71	12600.00
A.1.4. Selecionar e capacitar 312 (78 comunidade x 4 técnicos) técnicos nacionais	1.64	29120.00
A.1.5. Enviar 4 especialistas brasileiros para participarem de missão em Haiti para ministrarem	1.77	31400.00
A.1.6. Elaborar e apresentar relatório de avaliação dos cursos de capacitação	0.47	8400.00
Subtotal R.1	5.45	96820.00
<b>R.2. Mobilização e capacitação de representantes das famílias rurais</b>		
A.2.1. Definir as datas de realização dos cursos e das mobilizações das famílias beneficiárias	0.00	
A.2.2. Mobilização e Capacitação de 1.000 representantes de famílias e associações	2.37	42120.00
A.2.3. Elaborar e apresentar relatório sobre a mobilização e capacitação de famílias de	0.35	6300.00
Subtotal R.2	2.73	48420.00
<b>R.3. Cisternas domiciliares piloto de alambrado de água potável para beber, construídas</b>		
A.3.1. Aquisição de materiais e Mão-de-Obra para a construção de cisternas em 78 Comunidades.	71.09	1262651.64
Subtotal R.3	71.09	1262651.64
<b>R.4. Qualidade das águas utilizadas para consumo humano na area de estudo, avaliadas.</b>		
A.4.1. Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica das águas de beber de 78 comunidades.	1.23	21840.00
A.4.2. Manutenção da sonda multiparâmetros de qualidade físico-química das águas de beber.	1.30	23176.38
A.4.3. Elaborar relatório sobre qualidade físico-química e microbiológica das águas.	0.24	4200.00
Subtotal R.4	2.77	49216.38
<b>R.5. Sistema de monitoração da sustentabilidade do Programa Cisternas BRASIL-HAITI</b>		
A.5.1. Identificar 4 especialistas brasileiros em gestão da água e sustentabilidade ambiental		
A.5.2. Enviar 2 especialistas a Haiti para avaliação socioambiental das tecnologias transferidas,	1.72	30500.00
A.5.3. Realizar uma pesquisa de campo estruturada objetivando identificar pontos críticos na	0.46	8190.00
A.5.4. Elaborar e apresentar relatório final de avaliação	1.43	25400.00
A.5.5. Missões de prospecção, Embrapa/Irpaa - ABC-MRE, acompanhamento e apoio logístico	14.35	254932.14
(Custos com aquisição de veículos, consultorias e apoio logístico em âmbito nacional) - Custo 4	17.96	319022.14
<b>Custo total do programa (US\$)</b>	<b>100.00</b>	<b>1776130.16</b>

## 6.12. Equipe técnica

### Lista dos participantes

ND	Nome	Prenome	Telefone	Localidade	Função
1	Jerôme	Resima	800-8238	Boucanchatte	Promoteur
2	Romelus	Jean Ricia	****	Boucanchatte	Promoteur
3	Charles	Benissoit	****	Oriani	Promoteur
4	Félix	Jean Thema	789-3329	Thomazeau	Promoteur
5	Baptiste	Yonal	732-7322	Thomazeau	Promoteur
6	Chiler	Joseph	712-8554	Ganthier	Promoteur
7	Félix	Jean Gilbert	472-5066	Thomazeau - Mèson	Promoteur
8	Cadet	Charlemagne	789-2312	Thomazeau - Mercero	Promoteur
9	Britus	Andrenor	725-9467	Thomazeau	Promoteur
10	Pierre Antoine	Nelio	799-8864	Fonds-Verrettes	Promoteur
11	Blanc	Jean Milot	491-8958	Ganthier	Promoteur
12	Liberon	Clotude Moricette	804-7556	Ganthier	Promoteur
13	Florus	Dufren	733-3760	Ganthier	Promoteur
14	Payen	Guilbert	759-4657	Kafours	Technicien (ASSODLO)
15	Simeon	Roc-Felet	472-3794	Port-au-Prince	Ingenieur (ASSODLO)
16	Dolcius	Eddy	787-9116	Galette Chambon	Promoteur
17	Gaston	Geremy	470-4448	Galette Chambon	Promoteur
18	Michel	Stanley	646-6949	Thomazeau	Promoteur
19	Pierre	Saint Jean	419-2005	Croix-des-Bouquets	Promoteur
20	Cham	Jean Max	647-4583	Croix-des-Bouquets	Promoteur
21	Marceau	KénoI	463-7875	Thomazeau	Promoteur
22	Compère	Antoine	729-7705	Ganthier	Promoteur
23	Jean Paul	Dieudonné	660-8369	Oriani	Promoteur
24	Zetrenne	Yves	460-5627	Ganthier	Promoteur
25	Salomon	Estère	747-8772	Thomazeau (source Sable)	Promoteur
26	Joinice	Esau	448-5926	Santo Thomazeau	Promoteur
27	Darelus	Muracin	487-5638	Thomazeau (Trou d'eau)	Promoteur
28	Garçonvil	Enord	643-7067	Thomazeau	Promoteur
29	Etienne	Marie Ysselande	668-9826	Croix-des-Bouquets	Promoteur
30	Elie	Jean Labonté	446-4902	Croix-des-Bouquets	Promoteur
31	Néré	Pierre Garot	717-4703	Fonds-Parisien	Promoteur
32	Sttilus	P. Ramilus	475-3012	Belle-Fontaine	Promoteur (Maçon)
33	Jonas	Yacinthe	787-8245	Marin	Promoteur
34	Cheriza	Romanès	684-0279	Marin	Promoteur
35	Blanc	Innocent	753-5618	Rte Frere (Petion-Ville)	Promoteur
36	Tunis	Jean Nixon	720-7394	Croix-des-Bouquets	Promoteur
37	Jean	Jean Abner	468-8391	Beaugé, Ganthier	Promoteur
38	Aristilde	Paule Marie	758-3353	Croix-des-Bouquets	Promoteur
39	Chéry	Raymond	740-8435	Rte Frere (Petion-Ville)	
40	Fils-Aimé	Jean Omilet	736-5886	Turbé	Promoteur
41	Gaston	Yonald	674-7606	Michaud I	Promoteur
42	Louisgène	Francique	640-0379	Santo Thomazeau	Promoteur
43	Wesly	Jeune	443-0906	Delmas	Ambassade Bresil
44	Ernest	Emmanuel			Maçon
45	Derisma	Eugène			Maçon
46	Rosemond	Delcie			Maçon
47	Mathurin	Saurel		Balan	Maçon

48	Salomon	Esteve			
49	Jean Louis	Jery Widy		Port-au-Prince	NDI
50	Chéry	Gertha Marie			NDI
51	Fleurisca	Wilner			
52	Namphy	Paul Christian	731-4301	Delmas, P-au-P	Ambassade Bresil
53	Silva	Aderaldo de Souza			Embrapa
54	Aparecido	José			IRPAA

## 6.13. Literatura Consultada

CANUTO, P.; SILVA, A. de S. **Construção de cisternas domiciliares no Haiti “a experiência do semi-árido brasileiro ao povo haitiano”**: relatório técnico final. Petrolina: Embrapa Semi-Árido: Associação Brasileira de Cooperação, 2008. 118 p. il.

SILVA, A. de S.; COSTA, E. de O.; BRITO, L. T. de L. **Relatório técnico de atividades**: missão oficial do Ministério das Relações Exteriores – Agência Brasileira de Cooperação ao Projeto de Cooperação Tripartite Brasil-Argentina-Haiti. Petrolina: Embrapa Semi-Árido: IRPAA, 2006. 40 p. il.

SILVA, A. de S.; GUIDUCCI FILHO, E. **Relatório de viagem internacional**: missão de prospecção para subsidiar a elaboração de Projeto de Cooperação Tripartite Brasil/Argentina/Haiti, contemplando a construção de cisternas para captação de água e a disponibilização de cultivares brasileiras de hortaliças para o projeto pro huerta. Brasília, DF: [S.n.], 2006. 40 p.

SILVA, A. de S.; SANTOS, D. N.; SOUZA, J. A. **Relatório técnico de atividades**: missão oficial do Ministério das Relações Exteriores/Agência Brasileira de Cooperação ao Projeto de Cooperação Tripartite Brasil-Argentina-Haiti. Petrolina: Embrapa Semi-Árido: IRPAA, 2007. 38 p.

SILVA, A. de S.; GUIDUCCI FILHO, E.; COSTA, E. de O.; BRITO, L. T. de L.; FENNELON, E.; MAILLET, A.; JUSTE, J. C. S.; JEUNE, W. **Relatório técnico de atividades**: treinamento de técnicos haitianos na Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE (Missão Tripartite: Brasil x Argentina x Haiti). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças : Embrapa Semi-Árido: IRPAA, 2006. 32 p. il.

## **7 - Anexo: Bomba Bola de Gude**