

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR**

**SAMUEL AUTRAN DOURADO E SOUZA**

**ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO PARA COMUNIDADES COSTEIRAS  
ISOLADAS: OFICINA TEÓRICO-PRÁTICA PARA INCENTIVAR O USO DE ÁGUA  
DE CHUVA – VILA DA ILHA DAS PEÇAS (PR)**

CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
BIBLIOTECA

**PONTAL DO PARANÁ  
2011**

M 3033-06

**SAMUEL AUTRAN DOURADO E SOUZA**

**ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO PARA COMUNIDADES COSTEIRAS  
ISOLADAS: OFICINA TEÓRICO-PRÁTICA PARA INCENTIVAR O USO DE ÁGUA  
DE CHUVA – VILA DA ILHA DAS PEÇAS (PR)**

**Monografia apresentada como requisito parcial  
à obtenção do título de Bacharel em  
Oceanografia, com ênfase em Gestão  
Ambiental Costeira, Centro de Estudos do Mar,  
Setor de Ciências da Terra, Universidade  
Federal do Paraná.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Náina Pierri Estades**

m 625.16  
D 739a  
Jul  
ex. 01

CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
BIBLIOTECA

**PONTAL DO PARANÁ  
2011**

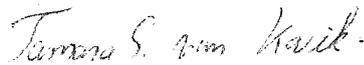
PV000593217

# TERMO DE APROVAÇÃO

**Samuel Autran Dourado e Souza**

**“Alternativas de saneamento para comunidades costeiras isoladas:  
oficina teórico-prática para incentivar o uso de água de chuva-Vila da  
Ilha das Peças (PR)”**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de  
Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela  
Comissão formada pelos professores:



Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>.Tamara Simone van Kaick-UTFPR



Msc.Alexandre Rycheta Arten-CEM



Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>.Naina Pierri Estades-CEM/UFPR  
Presidente

Pontal do Paraná, 15 de dezembro.

CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
BIBLIOTECA

A Jornada  
(Geraldo Eustáquio de Souza)

Às vezes bate uma idéia de desistir.  
Então a gente pára, põe o sonho de lado  
e fica por aí pensando e sofrendo.

Mas não é por muito tempo não.  
Qualquer coisa da estrada  
passarinho flor montanha nuvem  
o menino que nos acenou sorrindo  
esperança à toa que seja vira roteiro de viagem.

Precisa ver os olhos brilhando com que partimos  
mochila nas costas, cantando o sol e a sede  
prazer e cansaço de quem caminha sempre em frente  
em direção de algo mais além de nós mesmos  
de nossos desejos, medos e frustrações

porque é para lá que estamos indo  
- é só para lá que sabemos ir

passos de uma caminhada  
que nenhum de nós sabe quando começou  
nem quando terminará.

Dedico este trabalho  
a minha avó Tereza  
Que sempre confiou  
e nunca poupou esforços  
Para que esta etapa pudesse  
finalmente ser concluída.

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Náina Pierri, pela compreensão, amizade e carinho e por sempre acreditar nos meus planos mais mirabolantes. Sem todo o estímulo e confiança ofertados, este trabalho não seria possível.

A equipe de amigos construtores: Luiz Gustavo Deneka, Raphael Souza e Tiago Lemos, pela disponibilidade, dedicação e esforço empregados na construção da cisterna.

À família de navegadores Guandin Guanais: Emerson e José Hugo, por facilitarem seu tempo e embarcações no transporte dos materiais e da equipe desde Pontal do Sul.

Agradeço ao amigo Jaime Marques por toda a cooperação desde o nascimento da idéia e depois por gentilmente ceder o espaço e participar efetivamente de todo o processo construtivo.

À Guadalupe Vivekananda (diretora do Parque Nacional do Superagüi) e a Wilson Pereira (presidente da associação de moradores da Vila das Peças) pela valorização do tema e estímulo dados a iniciativa.

Ao IOI (International Ocean Institute) pelo aporte de recursos para o Laboratório Sócioambiental do CEM/UFPR, os quais propiciam a realização de experiências como a deste trabalho.

Uma menção honrosa a Natalia Tanno, por todo o amor, cuidado e companheirismo durante a trajetória em Pontal do Sul.

Aos meus pais Angela e Geraldo, incondicionalmente comprometidos com meu crescimento e por me ensinarem a viver e crescer com minhas próprias escolhas e contradições.

Aos meus irmãos de sangue, Rachel e Raphael, que torceram muito por mim e recentemente, me presentearam com dois lindos sobrinhos, Davi e Heleninha. Que a felicidade acompanhe sempre vocês.

A memória de meu avó, senhor Geraldo de Souza, uma grande alma que me ilumina e a Maria da Conceição, tia-avó que me criou e sempre torceu por minha felicidade.

A todos amigos e companheiros de trabalho da Maris Empresa Júnior de Oceanografia e projeto Criando Terra: Henrique Kefalas, João Luiz, Gabriel Serrato, Gabriel Codato, Phelippe Couto, Diego Nogueis. Esta rica experiência nos mostrou que tudo que um sonho precisa pra ser realizado é simplesmente alguém que nele acredite.

Ao grupo de escoteiros do mar Amigo Velho: quando despertei a paixão pelo oceano e a vontade de navegar. A lição que fica é a de viver em plenitude, viver sempre com plenitude.

E aos funcionários e professores do CEM, e em especial, a Dona Ísis pela sempre compreensão e disposição em ajudar e ao casal de amigos Antônio e Ester, por me oferecerem o alimento que fortaleceu cada dia.

## RESUMO

O aproveitamento da água de chuva que cai nos telhados é uma solução prática e segura no abastecimento de água para diversos fins. O presente trabalho trata-se de uma proposta de intervenção educativa numa comunidade rural costeira isolada que propõe a coleta e o armazenamento residencial da água de chuva como um sistema adequado para amenizar a escassez no suprimento de água potável. Essa intervenção consistiu numa oficina teórico-prática que, além de informar sobre o problema geral da escassez e gestão da água doce, descreveu oralmente o sistema proposto e o construiu numa unidade predial, junto com os interessados. Tratou-se da instalação de calhas e tubulação para captar a água de chuva do telhado e da construção de uma cisterna de ferrocimento para o seu armazenamento. A oficina foi ministrada para construtores e moradores interessados da comunidade da Vila das Peças, pequena vila de pescadores localizada na Ilha das Peças, município de Guaraqueçaba, litoral norte do Estado do Paraná. Enfatizou-se com esta proposta que a água de chuva não só pode assumir um papel complementar importante na equação dos problemas de saneamento existentes, mas que o manejo sustentável dela é imprescindível para que as fontes de abastecimento não sejam exauridas, os preços d'água não disparem, e as doenças de origem hídrica possam ser controladas com mais eficácia. Esta ação educativa se integra ao Programa de extensão universitária "Alternativas de saneamento para Vila das Peças", sob responsabilidade do Laboratório Sócio-ambiental do CEM/UFPR, desde 2005. Este visa montar uma experiência piloto que integra soluções de saneamento adequadas para comunidades costeiras isoladas, com participação comunitária e parcerias com instituições governamentais e não governamentais. A expectativa é que ditas soluções sejam replicáveis na mesma comunidade e em outras similares e que os órgãos sanitários responsáveis as validem, divulguem e promovam.

**Palavras chave:** saneamento rural; coleta de água de chuva; cisterna de ferrocimento; comunidades costeiras isoladas.

## ABSTRACT

The recycling of the rainwater that fall down on the roof is a practical and safe solution in the provision of water for many purposes. In this sense, the present work, starting from an educational action addressed to the constructors and other dwellers from the community of 'Vila das Peças', a small village of fishermen, located on das Peças Island, in the municipality of Guaraqueçaba, north coast of Paraná state, attempted to demonstrate the residential collection and harvesting of rainwater as a potential practice to overcome the recurrent low supply of water in isolated coastal communities. What this study wanted to emphasize is that the rainwater can assume not only a complementary role in the equation of the existing sanitation problems, but it's sustainable management is indispensable in order to maintain the sources of supply, control the price charged for water as well as the diseases correlated with water.

**Key-words:** Ferrocement cistern, rainwater, reuse, water supply, isolated coastal communities.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1	- DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA ENTRE REGIÕES DO BRASIL.....	15
TABELA 1	- MODELO DE PLANILHA UTILIZADO PARA PLANEJAMENTO DA OFICINA EM TODAS FASES.....	26
TABELA 2	- QUANTIDADE DE ÁGUA UTILIZADA PELO HOMEM EM SUAS PRINCIPAIS ATIVIDADES DIÁRIAS.....	37
TABELA 3	- RELAÇÃO DE CUSTOS DA OFICINA TEÓRICO PRÁTICA.....	82
FÓRMULA 1	- VOLUME MÁXIMO ANUAL DE ÁGUA DE CHUVA POSSÍVEL DE SER CAPTADO A PARTIR DA COBERTURA DO ENTREPOSTO DE PESCADOS.....	65
FÓRMULA 2	- DETERMINAÇÃO DO RAIOS DA CISTERNA.....	66
FÓRMULA 3	- COMPRIMENTO DE UMA CIRCUNFERÊNCIA.....	73
MAPA 1	- COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ.....	45
MAPA 2	- MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	46
MAPA 3	- SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PORUQUARA-VILA DAS PEÇAS E CAÇADA-ILHA RASA, DESENVOLVIDOS ATRAVÉS DO PROGRAMA PARANÁ RURAL.....	51
FIGURA 1	- ABANBARS, TRADICIONAL SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA COMUNITÁRIO DO IRÃ.....	29
FIGURAS 2 à 4	- 'CHULTUNS': TRADICIONAIS CISTERNAS DOS POVOS MAIAS PARA ARMAZENAMENTO PLUVIAL DE USO COMUNITÁRIO.....	31
FIGURAS 5 e 6	- TAMBORES PLÁSTICOS CONECTADOS SERVINDO DE RESERVATÓRIO PARA A ÁGUA DA CHUVA.....	34
FIGURAS 7 e 8	- CISTERNA CONSTRUÍDA EM FIBROCIMENTO.....	35
FIGURAS 9 e 10	- RESERVATÓRIO DE ÁGUA DA VILA DAS PEÇAS EM 2006 E EM 2008.....	55
FIGURAS 11 e 12	- QUAD LOCKS.....	56
FIGURAS 13 à 16	- MATO ALTO E LODO ACUMULADO NO RESERVATÓRIO COMUNITÁRIO DE ÁGUA EM DESUSO.....	57

FIGURA 17	- INSTALAÇÃO DA PONTEIRA PARA BOMBEAMENTO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL.....	58
FIGURAS 18 e 19	- CALHAS PARA COLETA DA ÁGUA DA CHUVA, DESCARTE DE PRIMEIRAS ÁGUAS E CISTERNA DE 5000 L EM FIBRA DE VIDRO.....	59
FIGURAS 20 e 21	- MONTAGEM DOS FILTROS PARA RETENÇÃO DE PARTÍCULAS.....	59
FIGURAS 22 à 25	- AÇÕES EDUCATIVAS SOBRE USO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA.....	60
FIGURAS 26 e 27	- CISTERNA CONSTRUÍDA EM FERROCIMENTO.....	62
FIGURA 28	- LOCAL DA PRÁTICA DE CONSTRUÇÃO DA CISTERNA: MERCADO E ENTREPÓS TO DE PESCADOS.....	64
FIGURAS 29	- DIMENSIONAMENTO DA CISTERNA.....	66
FIGURA 30	- ARRANJO DO ESPAÇO PARA A PRIMEIRA DATA MARCADA PARA A AULA EXPOSITIVA.....	68
FIGURA 31	- AULA EXPOSITIVA.....	69
FIGURAS 32 e 33	- TRANSPORTE E ARRIBO DOS MATERIAIS E EQUIPE DE TRABALHO.....	70
FIGURAS 34 e 35	- PREPARO DA BASE DO CONTRA-PISO.....	70
FIGURAS 36 e 37	- NIVELAMENTO DA BASE DO CONTRA-PISO.....	71
FIGURAS 38 e 39	- RECORTE DA MALHA DE FERRO ESTRUTURAL PARA O PISO.....	71
FIGURAS 40 e 41	- REVESTIMENTO DO CONTRA-PISO.....	72
FIGURAS 42 e 43	- FIXAÇÃO DA MALHA PREPARADA E MOLDE DO CILINDRO.....	72
FIGURA 44	- REFORÇO DO CILINDRO COM VERGALHÃO 5mm.....	73
FIGURA 45 e 46	- REVESTIMENTO PELO LADO EXTERNO DO CILINDRO.....	74
FIGURA 47	- REVESTIMENTO PELO LADO INTERNO DO CILINDRO.....	75
FIGURAS 48 à 50	- ESCOVAMENTO DO CILINDRO.....	76
FIGURAS 51 à 54	- PREPARO E REVESTIMENTO DA MALHA SUPERIOR.....	77

FIGURAS 55 e 56 - SISTEMA DE CALHAS E TELA PROTETORA.....	78
FIGURAS 57 e 59 - REGISTRO E BOLA DE BORRACHA NO INTERIOR DO TUBO DE PRIMEIRAS ÁGUAS.....	79
FIGURA 60 - RESERVATÓRIO CONCLUÍDO.....	80
FIGURAS 61 à 63 - PINTURA DO RESERVATÓRIO.....	81

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABMAC	– Associação Brasileira de Manejo e Captação da Água de Chuva
APA	– Área de Proteção Ambiental
CEM	– Centro de Estudos do Mar
COPEL	– Companhia Paranaense de energia
EPS	– Poliestireno expandido
ESF	– Engenheiros Sem Fronteiras
ETEZR	– Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes
GERCO	– Gerenciamento Costeiro
IAP	– Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	– Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IOI	– Instituto Oceanográfico Internacional
IPEC	– Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado
LabSoc	– Laboratório Sócio Ambiental do Centro de Estudos do Mar
ONG	– Organização não Governamental
ONU	– Organização das Nações Unidas
NBR	– Norma Brasileira
PEAD	– Polietileno de alta densidade
SANEPAR	– Companhia de Saneamento do Paraná
SPVS	– Sociedade de Preservação da Vida Silvestre
UFPR	– Universidade Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1	DEFINIÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TEMA.....	14
1.2	DEFINIÇÃO DA PROPOSTA E DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO.....	18
1.3	DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS.....	20
<b>2</b>	<b>REFERENCIAIS CONCEITUAIS, MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
2.1	REFERENCIAIS CONCEITUAIS.....	22
2.2	METODOLOGIA GERAL E TÉCNICAS UTILIZADAS.....	24
<b>3</b>	<b>O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: HISTÓRICO, ASPECTOS TÉCNICOS E LEGAIS.....</b>	<b>29</b>
3.1	HISTÓRICO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA.....	29
3.2	FORMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA UNIDADES RESIDÊNCIAS OU SIMILARES.....	34
3.3	ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA.....	36
3.3.1	Precipitação média local (mm/mês).....	36
3.3.2	Consumo de água.....	37
3.3.3	Área de coleta.....	38
3.3.4	Reservatório.....	38
3.3.5	Sistemas Complementares.....	39
3.3.5.1	Calhas e Condutores.....	39
3.3.5.2	Remoção de materiais grosseiros.....	40
3.3.5.3	Descarte de primeiras águas.....	40
3.3.5.4	Formas de tratamento.....	41
3.4	QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA.....	41
3.5	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA EM MATÉRIA DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA.....	43
<b>4</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>45</b>
4.1	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS E BIOFÍSICAS.....	45
4.2	CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS E INFRA-ESTRUTURA.....	47
4.3	SITUAÇÃO ATUAL DA DISPONIBILIDADE E ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ALTERNATIVAS ENSAIADAS E PREVISTAS PELO ÓRGÃO RESPONSÁVEL.....	50

4.4 PROJETO "ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO" DO LABSOC/CEM/UFPR..	53
4.4.1 Construção de reservatório de água para a Vila (2006).....	53
4.4.2 Ampliação da oferta de água potável e não potável na escola (2011).....	57
<b>5 OFICINA TEÓRICO-PRÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA.....</b>	<b>61</b>
5.1 MODELO A SER IMPLANTADO.....	61
5.2 PLANEJAMENTO DA OFICINA TEÓRICO-PRÁTICA.....	63
5.3 MODELO A SER IMPLANTADO.....	67
5.3.1 Aula expositiva.....	68
5.3.2 Módulo prático.....	69
5.3.2.1 Desembarque e acondicionamento dos materiais.....	69
5.3.2.2 Construção do contra-piso.....	70
5.3.2.3 Parede lateral (cilindro).....	72
5.3.2.4 Revestimento do cilindro.....	73
5.3.2.5 Revestimento da face superior.....	76
5.3.2.6 Componentes hidráulicos.....	77
5.3.2.7 Pintura e acabamento.....	80
5.4 AVALIAÇÃO DA OFICINA VISANDO REPLICAÇÕES FUTURAS.....	81
<b>6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>101</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. DEFINIÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TEMA

A necessidade de água doce como suprimento indispensável para a vida humana e para o desenvolvimento social e econômico é uma preocupação que data de tempos antigos.

O crescimento populacional, os grandes aglomerados urbanos, a industrialização, a falta de consciência ambiental, e a poluição de potenciais mananciais de captação superficial, fazem com que a água doce se torne a cada dia um bem mais escasso e, conseqüentemente, mais precioso (JAQUES, 2005). O aceleramento das mudanças climáticas e da contaminação dos recursos hídricos antecipa uma situação de crise sem precedentes. Assim, está previsto que a água doce em um futuro próximo se tornará o recurso natural mais importante, até mais do que o petróleo. A ONU prevê que cerca de 4 bilhões de pessoas serão vítimas da escassez de água doce em todo o mundo a partir de 2050 (RUSKIN, 2001).

Born (2000) coloca que além da escassez física de água doce de qualidade existem dois outros tipos de escassez: a escassez econômica, que se refere à impossibilidade de arcar com os custos de sua aquisição, e a escassez política, que corresponde às políticas públicas inexistentes ou inadequadas, que privam segmentos da população do acesso à mesma.

Em países cada vez mais populosos, ou com carência em recursos hídricos, já se atingiu o limite de utilização desta água. Constata-se que cerca de 30 países, a maioria situada no continente africano, com população totalizando 235 milhões de pessoas, sofre de escassez de água. Sintomas de crises também já se manifestam em países que dispõem de boas reservas, como o México, a Hungria e os Estados Unidos. Nestas localidades, onde o nível de bombeamento (extração) das águas subterrâneas é mais intenso que sua capacidade natural de renovação, se constata um rebaixamento do nível dos lençóis freáticos que, por esse motivo, exigem maiores investimentos para serem explorados e, ao mesmo tempo, vão se tornando cada vez mais salinos (ARNT, 1995).

Tomaz (2001) afirma que o Brasil detém cerca de 12% de toda a água doce do mundo, sendo que 68% encontra-se distribuído na região Norte; 3,3% no Nordeste, 6,0% no Sudeste, o Sul tem 6,5% e o Centro-Oeste 15,7% (GRÁFICO 1).

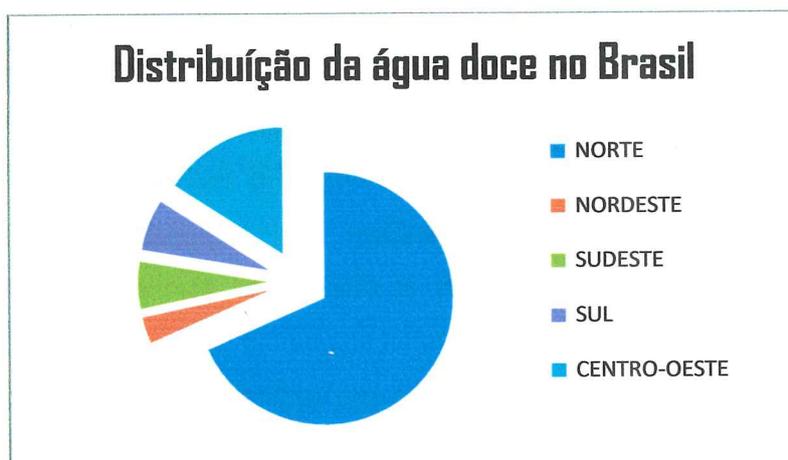


GRÁFICO 1 – DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DOCE ENTRE AS REGIÕES DO BRASIL. FONTE: TOMAZ (2001).

Ao realizar uma confrontação destes números com dados populacionais, pode-se dizer que o Brasil tem muita água doce em relação a outros países, porém, que está mal distribuída: onde existe muita água doce, existe pouca população, e onde existe muita população existe pouca água (TOMAZ, 2001). Assim, Gomes *et al.* (2010) salientam que, embora o Brasil possa ser considerado privilegiado em termos de recursos hídricos, enfrenta problemas relacionados à escassez de água, devido à distribuição espacial não uniforme e à degradação ambiental .

Para enfrentar esta situação há duas grandes alternativas: expandir as formas atuais de abastecimento de água, que são centralizadas, com todas suas limitações e debilidades, ou buscar novas soluções descentralizadas. Entretanto, Winblad *et al.*, (2004), salientam que os sistemas centralizados atuais não são tecnicamente viáveis, nem economicamente acessíveis para a maioria das pessoas, nem oferecem uma perspectiva orientada a uma sociedade sustentável.

Nessa linha de raciocínio, Rebouças (2004) coloca que o grande desafio, tanto da sociedade, quanto do seu meio técnico, é mudar a idéia tradicional, historicamente adquirida, de que a única solução para os problemas locais e ocasionais de escassez de água é aumentar sua oferta mediante a construção de obras grandiosas para captação da água que escoam pelos rios. Por outro lado, os mananciais utilizados tanto em áreas urbanas quanto rurais tornam-se insuficientes devido ao aumento da demanda ou têm sua qualidade comprometida, gerando a necessidade de buscar alternativas capazes de reverter o atual estado de uso deste recurso.

A partir do anterior, a substituição de fontes é apontada como uma importante alternativa no atendimento a demandas menos restritivas. Assim, destaca-se que o grande número de telhados e coberturas existentes constitui uma excelente fonte de captação de água da chuva a um custo baixo (SOUZA, 2008). Usada desde a antiguidade por muitos povos, apresenta-se como tecnologia moderna e viável, quando associada a novos conceitos e técnicas construtivas (COHIM *et al.*, 2008).

A água da chuva constitui um recurso natural de alto valor. No entanto, à medida que os sistemas de água encanada foram se expandindo, deixou de ser aproveitada plenamente e acaba sendo desperdiçada em solos, rios, lagos e oceanos, causando também problemas em alguns locais, tais como inundações, alagamentos e desabamentos. No entanto, a sua utilização é uma forma barata de substituição de fontes e, até mesmo para o consumo humano, se devidamente tratada. Constitui, assim, uma alternativa que deve ser avaliada técnica e economicamente para ser utilizada de forma a complementar às fontes convencionais de abastecimento de água (COHIM *et al.*, 2008).

Assim, a crise no abastecimento d'água doce gera a necessidade de buscar alternativas que contribuam para a sua captação e o seu uso eficiente pela sociedade. A captação direta de águas pluviais nas edificações pode ser considerada como uma fonte alternativa para a redução da demanda do sistema público (COHIM *et al.*, 2008).

O aproveitamento da água de chuva que cai nos telhados é considerado uma solução prática e segura no abastecimento de água para diversos fins. O seu uso em edificações diminui a demanda de água fornecida pelas companhias de saneamento, o que, por sua vez, diminui os custos pagos pela água potável e, dependendo de sua extensão, reduz o risco de erosão e enchentes em caso de chuvas fortes (MAY, 2004).

No entanto, sua utilização necessita de estudos acerca da viabilidade e eficiência para atender os usos a que será destinada, avaliação dos possíveis riscos sanitários, dimensionamento do sistema de captação, coleta e reserva, observando as características locais, e evitando a implantação de projetos inadequados que comprometam os aspectos positivos da alternativa. Neste sentido, sendo que a água da chuva não é potável, se não for tratada não deve ser bebida nem utilizada para alimentação nem higiene humanas, mas serve para diversos fins, tais como

descarga no banheiro, limpeza e lavagem das casas, carros, roupa, etc. Desta forma, seu uso gera economia e contribui para a preservação do recurso, já tão escasso em boa parte do mundo (COHIM *et al.*, 2008).

Seeger *et al.* (2007) salientam que a utilização de água potável para alguns fins menos nobres tornou-se inviável, o que tem impulsionado o aumento crescente de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. Uma estimativa realizada por Ghisi (2006) do que poderia representar esse aproveitamento no Brasil, prevê uma economia de 48% a 100% da água potável, a depender da região geográfica analisada. Para a região Sul do Brasil, por exemplo, a economia estimada foi de 82%.

Viola *et al.* (2007) apresentam outros aspectos positivos do aproveitamento de água de chuva, tais como a utilização de uma nova fonte de água, esta, livre de cobrança, com um consumo energético muito menor e leva a um aumento da segurança hídrica descentralizada e da auto-suficiência local, encorajando, ao mesmo tempo, a manutenção das famílias e das comunidades. A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos atua, pois, como fator determinante no processo de desenvolvimento econômico e social de uma comunidade (ROSA *et al.*, 2010).

Historicamente, as comunidades rurais em geral e as localizadas em ilhas em particular, têm sido pobremente assistidas em termos de serviços públicos, tais como educação, saúde e saneamento, o que expressa na mesma hora que reproduz limites de desenvolvimento e bem estar de suas populações. O saneamento é particularmente deficitário em áreas remotas, porque o modelo hegemônico foi concebido para áreas urbanas por concentrar maior população e problemas, e, na hora de querer atender as áreas rurais e isoladas, esse modelo se mostra inapropriado e caro, e suas adaptações resultam ineficientes. Assim, existe a necessidade de criar, ensaiar e promover modelos de saneamento alternativos, técnica e socialmente apropriados para este tipo de comunidade, que venham a melhorar sua saúde e qualidade de vida e impulsionar o seu desenvolvimento (PIERRI *et al.*, 2010).

A partir do exposto, resulta clara a relevância de ações que promovam a ampliação do uso da água de chuva, que devem ser múltiplas e em diferentes escalas. Dentre elas, este trabalho se enquadra na promoção de ações educativas que visem criar consciência sobre a escassez e gestão da água doce e impulsionem

o uso de água de chuva, com foco na capacitação para implantar sistemas de coleta e armazenamento replicáveis pelos mesmos usuários. Considerando o déficit particular que nesta matéria sofrem as áreas rurais isoladas, o projeto foi idealizado para esse tipo de comunidade.

## 1.2. DEFINIÇÃO DA PROPOSTA E DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

A proposta deste trabalho consiste, pois, em idealizar, implantar e avaliar uma intervenção educativa numa comunidade rural costeira isolada que, por um lado, aproxime informação e suscite reflexão sobre a escassez de água doce e o seu desperdício, assim como demonstre as vantagens do uso da água de chuva, e, por outro, ofereça capacitação teórico-prática para implantar um sistema de captação e armazenamento dessa água em unidades prediais domiciliares ou similares, que seja replicável pelos moradores.

Definiu-se implementar essa proposta na Vila das Peças, que é uma pequena comunidade de pescadores artesanais localizada na Ilha das Peças, uma das ilhas inseridas no Complexo Estuarino de Paranaguá, no litoral do Paraná. O fundamento para essa escolha é se tratar de uma comunidade rural costeira isolada, sofrendo de problemas importantes de abastecimento de água potável, e ser objeto de um Programa de Extensão coordenado pelo Laboratório Sócio-ambiental (LabSoc) do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná (CEM/UFPR) que se ocupa, justamente, de ensaiar alternativas de saneamento apropriadas.

O abastecimento de água potável na Vila das Peças é bastante deficitário. Uma rede traz água de um manancial localizado a 20 km de distância, passando por outras vilas antes de nela chegar. A vazão desta água vem diminuindo, seja por redução do volume na fonte e/ou danos na tubulação, de forma que o abastecimento de água é muitas vezes escasso e interrupto. Frente a esta situação, as autoridades municipais demandam do órgão estadual específico (SANEPAR) a elaboração das soluções técnicas necessárias, mas raramente são executadas porque o financiamento recai na Prefeitura e esta sofre de fortes restrições orçamentárias. Por outro lado, as soluções técnicas propostas pela SANEPAR, tendem a ser centralizadas, complexas, e de alto custo, resultando em difícil replicação pelos moradores, o que reforça o círculo vicioso de depender de instituições impotentes e de soluções inviáveis (PIERRI *et al.*, 2010).

O Programa de Extensão Universitária “Alternativas de Saneamento na Vila das Peças (Guaraqueçaba, PR)” que o LabSoc (CEM / UFPR) coordena desde 2005, envolve graduandos e pós-graduandos, a comunidade local, parcerias com ONGs nacionais e internacionais, e instituições de governo municipais, estaduais e nacionais. O objetivo fundamental do mesmo é construir uma experiência piloto que sirva de referência para replicação das soluções de saneamento social e tecnicamente efetivas. Do ponto de vista local, busca melhorar as condições de vida dos moradores, tanto diretamente, com a melhora das condições sanitárias locais, como indiretamente, já que em decorrência disso, há o favorecimento do turismo e das oportunidades de renda associadas (PIERRI *et al.*, 2010).

A Vila das Peças foi escolhida para desenvolver este programa por apresentar déficits em matéria de saneamento, estar inserida numa ilha, estar habitada por uma população tradicional e reduzida de pescadores artesanais, ser bem representativa em relação às comunidades da região, apresentar forte potencial turístico e crescente presença de turistas, estar submetida a limitações ambientais por ocupar uma área dentro da zona de amortecimento de um Parque Nacional, e pela existência de grupos organizados que poderiam favorecer a participação ativa da comunidade. Além disto, considerou-se a facilidade de acesso à comunidade, devido à existência de transporte marítimo regular (PIERRI *et al.*, 2010).

Ao longo dos seis anos de funcionamento, o programa se tem ocupado de diferentes aspectos do saneamento. Começou em 2005 com um projeto para implantar um sistema de gestão comunitária dos resíduos sólidos recicláveis, através de um processo de educação, organização e capacitação da comunidade, que implantou a coleta seletiva dos mesmos. Seguiu com a melhora do abastecimento de água potável mediante a construção, junto com os Engenheiros Sem Fronteiras (ESF) e a comunidade, de um reservatório de água de 30.000 litros, alimentado e integrado ao sistema já existente, no ano 2006. Em 2007 se implantou um modelo alternativo de tratamento de esgoto doméstico, construindo quatro estações de tratamento por zona de raízes, que atendiam diferentes tipos de esgoto e foram construídas com diferentes materiais para testar seu funcionamento. As parcerias foram as mesmas que as estabelecidas para a construção do reservatório, com destaque da participação da empresa de saneamento alternativo ECODAMATA, de reconhecida trajetória na implantação destes sistemas (PIERRI *et al.*, 2010).

No ano de 2008 foram feitas análises em parceria com o IAP para avaliação da qualidade da água após sua passagem pelas estações de tratamento. Após a constatação da eficácia de três das quatro estações e da ineficácia de uma delas, se procedeu, em 2009, à re-construção desta. Aproveitou-se a oportunidade para realizar um curso de capacitação dirigido a pessoas interessadas da comunidade, com uma parte teórica e outra prática (PIERRI *et al.*, 2010).

Em 2010 começou a se planejar, junto com os ESFs, a possibilidade de construir um sistema de coleta da água de chuva na escola, extrair água do subsolo e introduzir um sistema de potabilização. Para subsidiar este projeto, o Laboratório Socioambiental organizou um monitoramento da qualidade da água do sub-solo, sendo que em seguida a obra foi executada pelos ESFs, com apoio do LabSoc e da comunidade, em agosto de 2011.

A partir do exposto, justifica-se a escolha deste projeto e de sua implantação na Vila das Peças. Entende-se que a utilização da água de chuva como fonte adicional para as residências poderá ser fundamental no desenvolvimento sócio-econômico da vila, assim como na qualidade de vida da população, que não dependerá mais exclusivamente da rede de abastecimento local, cada vez mais comprometida pelo aumento da demanda e recorrentes episódios de vandalismo na tubulação.

### 1.3. DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é contribuir à gestão mais adequada da água doce em comunidades rural-costeiras isoladas, mediante uma intervenção educativa que instrua seus participantes na construção de um modelo para o aproveitamento da água de chuva, considerando aspectos técnicos e locais e seu grau de replicabilidade.

Dita intervenção educativa, como já dito, se realizará na Vila das Peças (Guaraqueçaba, PR) integrando-se à experiência piloto de implantação de soluções de saneamento tecnicamente adequadas para comunidades costeiras isoladas que o LabSoc do CEM/UFPR e seus parceiros nela desenvolvem desde 2005.

Os objetivos específicos propostos são:

- Relatar a situação atual da disponibilidade e abastecimento de água na Vila das Peças, as alternativas ensaiadas e as previstas pelo órgão público responsável;

- Levantar as formas ensaiadas, no Brasil e em outros países, para a captação e armazenamento de água de chuva em unidades residências ou similares;
- Em base ao anterior, escolher a forma de captação e armazenamento de água de chuva mais adequada para a Vila das Peças e descrevê-la tecnicamente;
- Idealizar, programar e implementar uma oficina teórico-prática para capacitar na construção dessa forma de captação e armazenamento de água de chuva, dirigida a membros da comunidade interessados; e
- Elaborar o histórico da realização desta oficina e a sua avaliação visando eventuais replicações futuras.

O projeto concreto que foi desenvolvido consistiu numa oficina teórico-prática dirigida aos construtores da comunidade e outros interessados que, além de informar e discutir a questão da gestão da água doce, construiu, junto com eles, um sistema de coleta de água de chuva do telhado e uma cisterna de ferrocimento para armazenamento da mesma. O sistema proposto é destinado para usos não potáveis, partindo da premissa que mais da metade da água consumida em uma residência não necessita ser potável, constituindo assim uma fonte complementar. Considera-se que esta é uma técnica adequada para amenizar as baixas no suprimento de água em comunidades costeiras isoladas, e especificamente na comunidade escolhida, que além de sofrer falta de abastecimento de água potável pelo sistema encanado está inserida numa região com potencial pluviométrico elevado.

## 2. REFERENCIAIS CONCEITUAIS, MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. REFERENCIAIS CONCEITUAIS

As referências conceituais consideradas mais importantes para embasar o presente trabalho são as relativas ao saneamento e ao gerenciamento ambiental costeiro aos efeitos de tipificar a coleta e armazenamento de água de chuva como um meio de atender um dos componentes do saneamento, e a intervenção educativa realizada na Vila das Peças como uma ação de gestão costeira.

A Organização Mundial de Saúde (2004) tem um conceito bem abrangente de saneamento ao que define como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social.

Por sua parte, a FUNASA (2004) tem um conceito de saneamento menos abrangente e mais específico:

...o conjunto de ações que têm por objetivo alcançar salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

Já o conceito de "saneamento básico" é mais restrito que o conceito de saneamento a secas. A Lei N.º 11.445 (BRASIL, 2007) que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico define este como o "conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais" de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. No caso do abastecimento de água, a lei detalha que está "constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde à captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição".

Segundo o anterior, tanto o conceito de saneamento quanto o de saneamento básico referem ao abastecimento de água potável, e o que os diferencia é que o último parece referir só ao abastecimento público da mesma. Desta forma, a captação e armazenamento de água de chuva, em termos estritos, não se enquadram nesses conceitos de saneamento porque a água de chuva não é

potável. Porém, o fazem indiretamente, ao disponibilizar água doce para usos que não requerem potabilidade, o que poupa o uso de água potável, aumenta a disponibilidade desse recurso vital e escasso.

A faixa costeira no Brasil retrata a falta de uma base de saneamento e de cuidados de organização e localização dos assentamentos humanos. A desigualdade na distribuição dos serviços de saneamento se faz sentir especialmente na zona costeira, objeto de uma ocupação desordenada que gera diversos processos de contaminação e, por conseguinte, problemas de saúde pública, e prejuízos para atividades econômicas como a pesca profissional e o turismo (CUNHA, 2009).

A questão do saneamento constitui, pois, um fator chave da situação ambiental, da saúde pública e da mesma economia, entrando assim dentro do escopo que deve ser atendido pela gestão costeira.

A gestão costeira é um ramo do planejamento ambiental e territorial que se dedica ao estudo e ordenamento do território terrestre e marinho, gerindo os seus múltiplos recursos, e tendo como modo operacional o planejamento físico e o ordenamento do uso do solo e das águas costeiras. Assim, são objetivos da gestão da zona costeira: a) a promoção do ordenamento do uso dos recursos naturais e da ocupação dos espaços costeiros; b) o estabelecimento do processo de gestão, de forma integrada, descentralizada e participativa; c) a incorporação da dimensão ambiental nas políticas setoriais voltadas à gestão integrada dos ambientes costeiros e marinhos, compatibilizando-as com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC); d) o efetivo controle sobre os agentes causadores de poluição ou degradação ambiental; e e) a produção e difusão do conhecimento (PEREZ et al., 2009).

A zona costeira é palco, pois, de uma ação específica da política ambiental brasileira, o PNGC. O Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro foi desencadeado em meados da década de 80, depois de alguns anos de maturação técnica em relação às metodologias de trabalho, no interior da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar do governo brasileiro. Tal ação é coordenada pelo governo federal e executada por cada estado costeiro, a quem cabe desenvolver o zoneamento ecológico e econômico de seu litoral, passando depois à construção de um processo de gestão integrada. É um programa inovador por incorporar processos participativos, desde as etapas de discussão dos

zoneamentos, quando se organizam colegiados em que são chamados representantes das populações locais, governos municipais, diferentes setores econômicos (CUNHA, 2005; BRASIL, 2004).

O gerenciamento costeiro integrado foi criado para dar condições para a gestão do espaço costeiro, especialmente porque, nele, incidem elementos como a diversidade dos problemas, a fragilidade dos ambientes e a complexidade de sua gestão, com uma demanda enorme por capacitação e mobilização dos diversos atores envolvidos, pressupondo intervenções integradas das políticas públicas incidentes nessa região (ASMUS e KITZMANN, 2004).

A gestão costeira integrada deveria, pois, reunir esforços para garantir, através da integração com diferentes setores, que diferentes ações, inclusive as voltadas ao saneamento, ganhassem visibilidade e apoio, para que, gradualmente, se reduzam os impactos das atividades humanas no ambiente costeiro e se melhorem as condições de suas populações.

No entanto, esta iniciativa governamental de gestão ambiental da costa até aqui não tem sido suficiente para promover a sustentabilidade. Além de maior entrosamento entre as várias agências públicas, falta aos diferentes níveis de governo a decisão de fazer da sustentabilidade uma política de desenvolvimento, indo além do repertório de controles ambientais (CUNHA, 2005).

Do anterior se desprende que a deficitária situação sanitária das comunidades costeiras isoladas demanda uma atenção especial do gerenciamento ambiental costeiro. Nesse sentido, a ação desenvolvida pelo LabSoc na Vila das Peças, e a oficina aqui proposta e relatada, constitui um avanço nessa gestão, por trabalhar com soluções de saneamento adaptadas à realidade local e por montar parcerias que integram os interesses e esforços da comunidade e de parceiros governamentais e não governamentais.

## 2.2. METODOLOGIA GERAL E TÉCNICAS UTILIZADAS PARA ATINGIR OS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A disseminação de experiências práticas que vão de encontro à sustentabilidade dos ambientes costeiros, não apenas enriquece o repertório de alternativas de gestão, mas também mitiga os impactos decorrentes da falta de infraestrutura básica e contribui no processo de amadurecimento e entendimento das questões relativas aos problemas de saneamento enfrentados por estas populações. É neste sentido que o presente trabalho se enquadra na Educação Ambiental,

entendida como processos por meio dos quais indivíduos e coletividades constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a construção da sustentabilidade socioambiental (BRASIL, 1999).

Concebida a oficina proposta neste trabalho como uma intervenção educativa ambiental, adotaram-se os passos definidos na literatura especializada para elaborar e aplicar um projeto de educação ambiental (PEA). Segundo Wood & Wood (2008), estes seriam:

- i. **Análise do contexto:** quais são as características e problemas que apresenta o meio físico e o entorno sociocultural em que atividade educativa vai se desenvolver;
- ii. **Seleção e Análise do Perfil do público-alvo:** idade média ou faixas etárias; características socioculturais; expectativas; nível médio de informação/formação geral e ambiental; principais centros de interesse; relação dos participantes com a instituição que gere os programas, etc.;
- iii. **Planejamento Curricular:**
  - estabelecer quais serão os critérios educativos e as metodologias que irão orientar à equipe responsável do curso;
  - estabelecer os seguintes aspectos: objetivos, conteúdos do programa, recursos didáticos e materiais, atividades, técnicas e instrumentos de avaliação; e
  - realizar o plano geral de ações para a instrumentação do curso;
- iv. **Execução do projeto;**
- v. **Avaliação:** análise dos processos e resultados: pontos positivos e negativos do curso e determinação de causas; medida em que foram atingidos os objetivos; e
- vi. **Conclusões:** mudanças para serem efetuadas ao projeto para novas edições.

O trabalho parte de uma análise de contexto cujo enfoque principal era o de relatar a situação atual da disponibilidade e abastecimento de água na Vila das Peças, as alternativas ensaiadas, bem como as previstas pelo órgão público responsável. Para tanto, foi realizada uma consulta ao acervo de trabalhos e relatórios de campo produzidos pelo laboratório Sócioambiental e seus parceiros, desde 2004 trabalhando na Vila das Peças.

Informações complementares foram extraídas de boletins e projetos técnicos da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), do depoimento do atual presidente da Associação de Moradores (Wilson Muniz Pereira) e do Diretor da Escola Estadual da ilha (Prof. Fernando Brock), além da experiência e relatos elaborados pelo próprio autor que colabora nos projetos do LabSoc na Vila das Peças desde 2008.

Um levantamento abrangente das formas ensaiadas para coleta e armazenamento da água de chuva em unidades residenciais ou similares, no Brasil e no mundo, foi realizado por intermédio de uma revisão bibliográfica exaustiva. Soma-se a ela, a bagagem adquirida pelo autor em visitas a projetos relativos ao tema, mais especificamente em dois cursos na área de Saneamento Descentralizado, o primeiro junto ao grupo Sarar Transformación SC (Tepoztlan, México), em novembro de 2010, e o outro ministrado pela Norwegian University of Life Sciences (Ås, Noruega), em julho de 2011.

O êxito no levantamento de informações e experiências relativas à coleta e o armazenamento da água de chuva associado ao contexto local permitiu eleger a tecnologia mais adequada para a Vila das Peças e elaborar a proposta da oficina.

Para elaborar e descrever tecnicamente esse sistema, assim como para produzir todo o material didático e apresentação ofertados na oficina à comunidade, recorreu-se a apostilas técnicas, livros e manuais, cartilhas educativas, vídeos e arquivo fotográfico, sítios temáticos e relatos de experiência no Brasil e no mundo.

Já com o objetivo de idealizar a oficina teórico-prática se elaborou um planejamento detalhado utilizando uma tabela similar à utilizada por Engelhardt (2008) que discrimina, para cada fase do projeto (planejamento, execução e avaliação), cada tarefa, e as ações necessárias para realizá-la, define dias e horários, descreve desagregadamente o que deve ser feito, define os responsáveis de cada ação e os materiais necessários (ver TABELA 1 e APÊNDICE 6).

ETAPA/TAREFA	DIAS E HORÁRIOS	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEIS	MATERIAL
<b>1. TAREFA 1</b>				
AÇÕES DESAGREGADAS				
<b>2. TAREFA 2</b>				

TABELA 1. MODELO DE PLANILHA UTILIZADO PARA O PLANEJAMENTO DA OFICINA EM TODAS AS SUAS FASES. FONTE: ENGELHARDT, 2008.

A oficina teórico-prática dirigida a membros da comunidade interessados se organizou em dois momentos:

- o primeiro deles, consistiu numa exposição inicial do problema da escassez e má gestão da água doce e da potável e da possibilidade de usar a água de chuva, e passou depois a descrever o sistema de captação e armazenamento de água de chuva escolhido, os materiais necessários, com o detalhe dos custos, o passo-a-passo da construção, e as formas de uso e manutenção, com apoio de multimídia e uma cartilha especialmente elaborada; e
- o segundo momento, consistiu na construção de um sistema de captação de água de chuva no telhado de uma unidade predial da Vila das Peças e de uma cisterna em ferrocimento para armazená-la.

Procurando conhecer o perfil dos participantes e ter um retorno posterior deles sobre a oficina, dois questionários foram preparados, um para ser aplicado antes e o outro depois da oficina. Para isto se utilizou como base os questionários elaborados por Engelhardt (2008) em oportunidade do planejamento do curso de educação ambiental dirigido a pescadores que ele ministrou junto ao LabSoc em 2008.

O questionário da enquete inicial pergunta sobre os seguintes aspectos:

- Dados básicos dos participantes (nome; sexo; idade; telefone; escolaridade; tempo na vila; trabalho(s) que realiza; e desde quando);
- Participação em associações e desempenho de cargos nelas;
- Grau de conhecimento sobre aspectos relativos à situação de abastecimento de água na vila, sendo estes: rede Poruquara; qualidade da água subterrânea na vila; cuidados necessários com a água; e coleta e armazenamento da água de chuva;
- Grau de conhecimento sobre os diferentes tipos de trabalhos que exige a construção de um sistema de coleta e armazenamento de água de chuva, sendo estes: alvenaria; hidráulica; instalações elétricas, pintura predial; e instalação e manutenção de calhas;
- Antecedentes de outros cursos sobre questões de saneamento ou água, e detalhes sobre os mesmos (curso, período, duração, instituição responsável, local, e o que lhe aportou);

- Opinião sobre eventuais benefícios e fatores negativos da coleta de água de chuva para as pessoas da vila; e
- Como se soube deste curso, motivos do interesse e o que se espera dele (APÊNDICE 3).

Já o formulário da enquete a ser aplicada depois da oficina, tem por fim central colher elementos para avaliar a recepção da oficina pedindo aos participantes um conjunto de opiniões e sugestões, com o seguinte detalhe:

- Grau de interesse em cada tema da oficina;
- Sobre quais desses temas gostaria ter mais informação ou discutir mais;
- Sugestão de temas para discutir numa próxima oficina;
- Avaliação de vários aspectos da oficina, tais como: apresentação de slides; material didático; explicação do tema; esclarecimento das dúvidas; e prática de construção;
- Se a oficina satisfaz as expectativas;
- Se acha importante replicá-la em comunidades semelhantes; e
- Sugestões para melhorá-la (APÊNDICE 4).

A divulgação da oficina se deu a partir de cartazes dispostos nos pontos principais da comunidade e convite individual aos construtores locais, identificados previamente como pessoas-chave para a replicação futura da tecnologia de construção de cisterna em ferrocimento na vila. A data e horários definidos foram consultados com os possíveis participantes, procurando se adaptar à disponibilidade de tempo deles.

Por fim, a elaboração do histórico da realização desta oficina e a sua avaliação visando eventuais replicações futuras fundamentaram-se nas percepções, anotações e registros fotográficos do autor e dos outros membros da equipe de trabalho.

### 3. O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: HISTÓRICO, ASPECTOS TÉCNICOS E LEGAIS

#### 3.1. HISTÓRICO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

A utilização da água de chuva pelo homem para a produção de alimentos, criação de animais e até mesmo consumo humano acontece há milhares de anos. A captação e o armazenamento de água de chuva são técnicas popularmente conhecidas e aperfeiçoadas em diversas partes do globo ao longo da história da civilização humana. Nesse contexto, o senso comum sempre procurou ditar a regra principal: coletar e armazenar água durante períodos chuvosos para que ela possa ser usada em períodos de estiagem prolongada (IRCSA, 2000).

Os primeiros registros históricos de aproveitamento da água de chuva para consumo humano datam de 4 a 5 mil anos atrás (SOUZA, 2008). Em todo o mundo existem exemplos de utilização de técnicas de captação de água de chuva. No deserto de Negev, hoje território de Israel e Jordânia, existiu um sistema integrado de manejo de água de chuva e agricultura de escoamento há mais de 4.000 anos (MAY, 2004). No Irã podem ser encontrados os Abanbars, construídos a partir do barro cozido (GNADLINGER, 2000) (FIGURA 1).

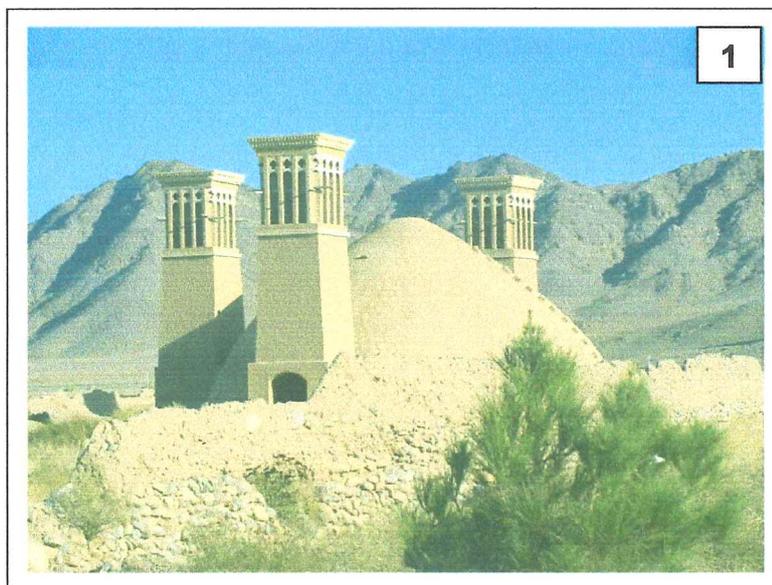


FIGURA 1 – ABANBARS, TRADICIONAL SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA COMUNITÁRIO DO IRÃ. FONTE: GNADLINGER, 2000.

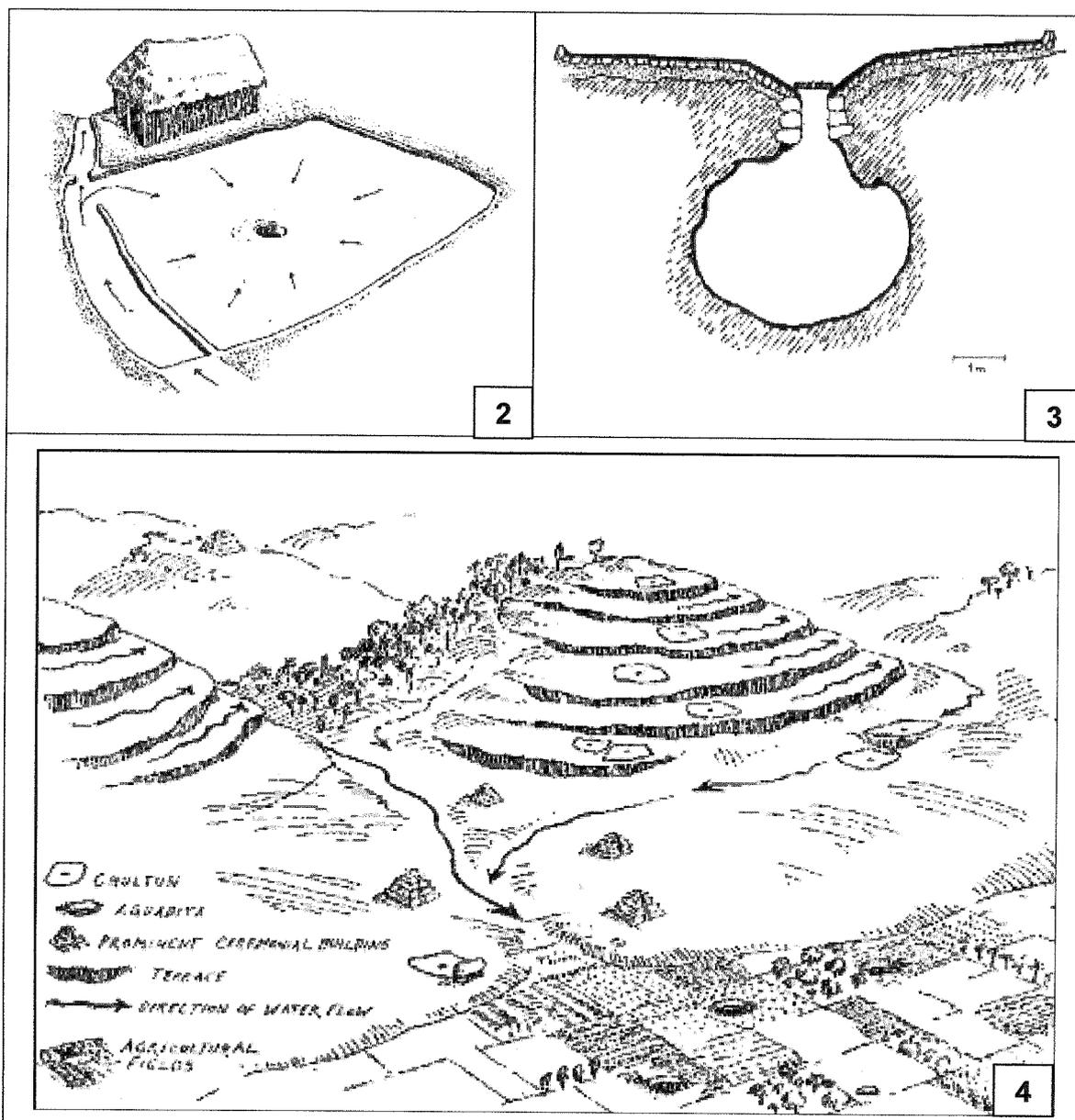
Em 2.750 a.C, na Mesopotâmia, também se utilizava água de chuva. No Planalto de Loess, Província de Ganzu, na China, existem cacimbas e tanques para armazenamento pluvial há pelo menos dois mil anos (TOMAZ, 2003).

Na ilha de Creta são encontrados inúmeros reservatórios escavados em rochas anteriores a 3000 a.C. com a finalidade de aproveitamento da água da chuva para o consumo humano. No palácio de Knossos, nessa mesma Ilha, aproximadamente em 2000 a.C. a água da chuva era aproveitada para descarga em bacias sanitárias (KÖNIG, 2001).

Na Europa, as vilas romanas eram cidades projetadas prevendo a utilização da água de chuva para consumo humano e uso doméstico, já antes do ano 2000 a.C. (JAQUES, 2005).

Tomaz (1998) descreve que em uma das inscrições mais antigas do mundo, a pedra Moabita, encontrada no Oriente Médio, datada de 850 a.C., o rei Meshá sugeria a construção de uma cisterna em cada casa para aproveitamento da água de chuva.

Os povos pré-colombianos, em especial os maias, situados na Península de Yucatán, hoje território mexicano, realizavam a coleta e o armazenamento da água de chuva. Ao sul da Cidade de Oxkutzcab, ao pé do Monte Puuc, ainda hoje é possível observar as 'Chultuns' (FIGURAS 2 à 4), cisternas com capacidade dentre 20.000 e 45.000 litros. Estes reservatórios tinham um diâmetro de aproximadamente 05 metros e eram escavados no subsolo calcário, revestidos com reboco impermeável (argila, barro e rochas). Em sua superfície havia uma área para captação com cerca de 100 a 200 m<sup>2</sup> (SOUZA, 2008).



FIGURAS 2 À 4 – 'CHULTUNS': TRADICIONAIS CISTERNAS DOS POVOS MAIAS PARA ARMAZENAMENTO PLUVIAL DE USO COMUNITÁRIO. FONTE: SOUZA, 2008.

Boa parte desses sistemas caiu em desuso na Península de Yucatán, em parte devido às lutas entre os diversos povos indígenas, mas principalmente por causa da invasão espanhola no século XVI. Os colonizadores espanhóis passaram a implementar um outro sistema agrícola, além da introdução de novos animais domésticos, plantas exóticas e técnicas e métodos de construção europeus, longinquamente distintos da realidade sociocultural e ambiental daquela localidade (IRCSA, 2000).

Na Índia, razões semelhantes provocaram a diminuição da prática de captação de água de chuva. O sistema colonial britânico baseava-se na tributação e, portanto, na prática individualista de plantio e colheita, forçando assim às pessoas a

abandonarem os reservatórios comunitários dos vilarejos, e passarem a pagar pela utilização do recurso, que se tornou posse do Estado, conseqüentemente causando o colapso de todo um sistema milenar (IRCSEA, 2000).

Na Índia, a prática tem mais de 4.000 anos. Desde a antiguidade, comunidades por todo o país desenvolveram a arte de coletar a água da chuva onde quer que ela caia, usando-a para suas necessidades imediatas e armazenando-a para quando cessasse a chuva. De acordo com algumas estimativas, há pelo menos 20 mil vilas que realizam coleta de chuva na Índia (TOMAZ, 2003).

Com o advento de tecnologias mais modernas para o abastecimento de água, tais como a construção de grandes barragens, o aprimoramento de técnicas para o bombeamento de águas subterrâneas, a irrigação encanada e a implementação de sistemas de abastecimento centralizado fez com que o aproveitamento da água da chuva perdesse força na sociedade (ANNECHINI, 2005).

Entretanto, sabe-se que a água da chuva possui qualidade compatível com usos importantes e seu aproveitamento voltou a ser realidade, sendo considerada um meio simples e eficaz para atenuar o problema ambiental de escassez de água.

Em vários países por todo o mundo, passou a ser inclusa em programas de gestão integrada de recursos hídricos, sendo amplamente utilizada em residências, nas indústrias e na agricultura. Nos últimos anos, tem-se observado o desenvolvimento de novas tecnologias referentes ao manejo de recursos hídricos. Com isso, observam-se novas expansões no uso de técnicas de aproveitamento de água de chuva, tanto em regiões onde já eram utilizadas, como em locais onde eram desconhecidas (PETRY & BOERIU, 2000<sup>1</sup> *apud* MAY, 2004).

Segundo Tomaz (2003), a utilização da água da chuva, além de ter uma longa história difundida mundialmente, nos dias atuais, é aplicada em muitas sociedades modernas, como uma valiosa fonte de água para irrigação, para beber e, mais recentemente, para suprir as demandas de vasos sanitários e de lavagem de roupas.

Um exemplo de país que priorizou a política do aproveitamento da água de chuva é o do Japão. Estudos constataram que a precipitação sobre seu território era superior à demanda e o consumo de água pela população. A partir de então, iniciou-

---

<sup>1</sup>PETRY, B.; BOERIU, P. **Environmental Impact Assessment. Water Quality Management Strategies for Sustainable Use of Water Resources.** International Institute for Infrastructure, Hydraulic and Environmental Engineering. Califórnia, EUA, 2000.

se a discussão para uma política que favorecesse a construção de tanques para o aproveitamento das águas pluviais. Hoje, o Japão é considerado um dos países que mais utiliza sistemas de aproveitamento de águas pluviais e que mais promove estudos e pesquisas nessa área (COHIM *et al.*, 2007).

Na Europa, os sistemas de coleta e aproveitamento da água de chuva nos dias atuais têm ocorrido principalmente nas grandes cidades com a finalidade maior de combater as enchentes urbanas, decorrentes da impermeabilização do solo, devido à pavimentação asfáltica e às construções, que impedem que a água seja absorvida. Cerca de cinquenta empresas européias são especializadas na fabricação de equipamentos para coleta, filtragem e armazenamento da água de chuva. Só na Alemanha, cerca de 100 mil sistemas de captação são instalados por ano, sendo que a maioria das novas construções adota o sistema e em alguns municípios existem incentivos por parte dos órgãos municipais (SICKERMANN, 2000).

Na Califórnia, Alemanha e Japão são oferecidos financiamentos para a construção de sistemas de captação de água de chuva. Hamburgo foi o primeiro estado alemão a instalar esse tipo de sistemas, sendo concedido pelo governo cerca de US\$ 1.500,00 a US\$ 2.000,00 a quem aproveitasse a água de chuva. Em algumas cidades da Alemanha os usuários de águas pluviais devem comunicar ao serviço de água municipal a quantidade estimada de água de chuva que está sendo usada e os fins a que se destina. Em alguns casos poderá ser cobrada a tarifa de esgoto sanitário (TOMAZ, 2003).

No Brasil, o primeiro uso comprovado da água de chuva foi em Santa Catarina no século XVIII, por ocasião da construção das fortalezas de Florianópolis. Na Fortaleza de Ratonos, que está situada na Ilha de Ratonos, sem fonte de água, foi construída uma cisterna que coletava a água dos telhados. Esta água era usada para fins diversos, inclusive para o consumo das tropas (RAMOS, 1983<sup>2</sup> *apud* GONÇALVEZ, 2001).

Com o surgimento de leis que tratam da captação de água da chuva para a contenção de cheias em várias cidades do Brasil, os sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva têm se difundido rapidamente e os exemplos estão aumentando significativamente (CARLON, 2005).

---

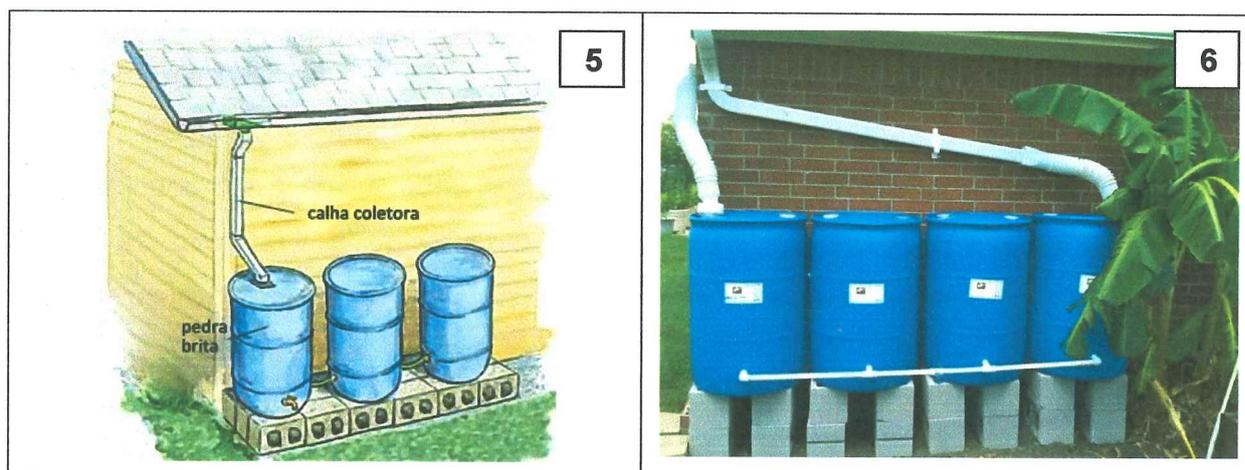
<sup>2</sup> RAMOS, A. A. **O saneamento em dois tempos Desterro e Florianópolis**. Editora CASAN, Florianópolis, 1983.

### 3.2. FORMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA UNIDADES RESIDÊNCIAIS OU SIMILARES

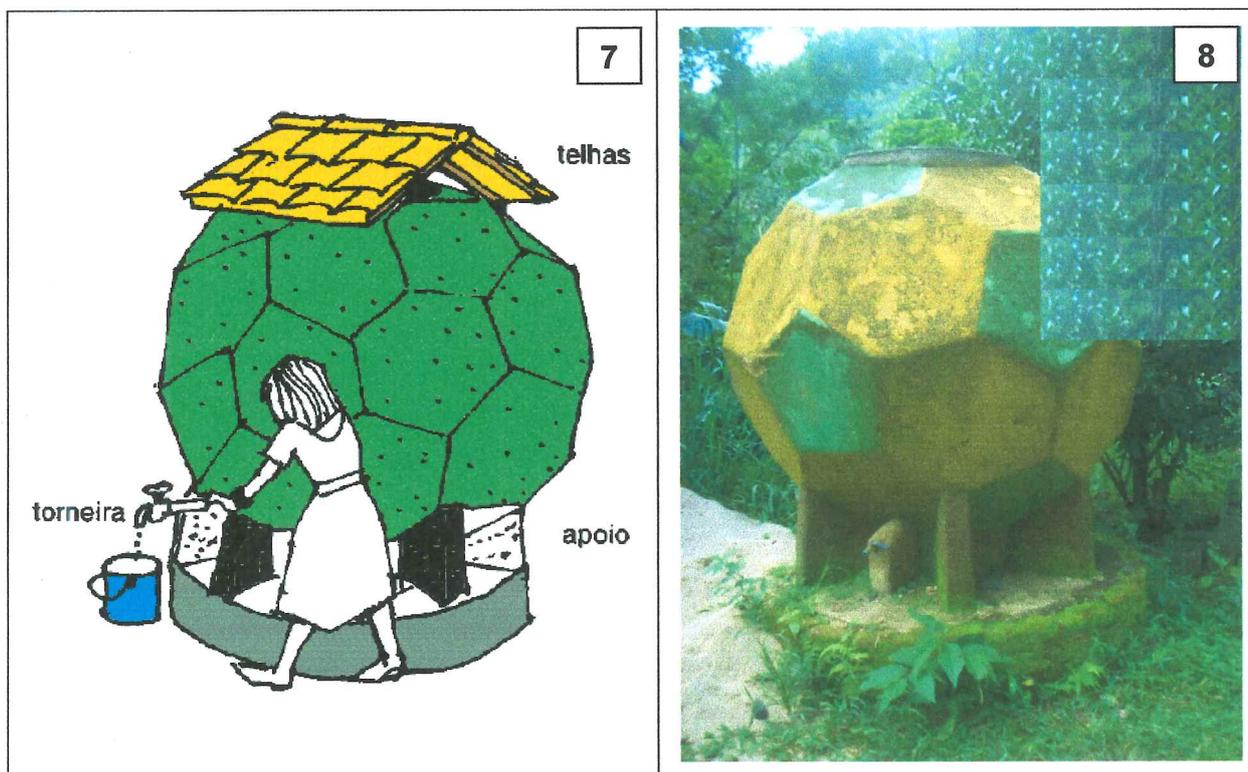
Os sistemas para aproveitamento de água de chuva podem ser definidos como aqueles que captam a água da superfície na qual esta escoa, encaminhando-a para um tratamento, quando necessário, e em seguida para um reservatório e posterior uso.

Num sistema doméstico para o aproveitamento da água de chuva, a precipitação é coletada, armazenada e utilizada o mais próximo possível do local de incidência da chuva, reduzindo substancialmente os custos e perdas do transporte da água.

Os reservatórios podem ser construídos basicamente de plástico (FIGURAS 5 e 6), aço, fibrocimento (FIGURAS 7 e 8), ferrocimento, concreto armado, alvenaria de bloco ou barro.



FIGURAS 5 E 6 – TAMBORES PLÁSTICOS CONECTADOS SERVINDO DE RESERVATÓRIO PARA A ÁGUA DA CHUVA. FONTE: WATER STORAGE, 2005.



FIGURAS 7 E 8 – CISTERNA CONSTRUÍDA EM FIBROCIMENTO. FONTE: INSTITUTO TIBÁ ROSE - BOM JARDIM/RJ, 2011.

Segundo Campos & Amorim (2004), estes sistemas podem ser dos mais simples aos mais sofisticados tecnologicamente, de acordo com o uso ao qual a água se destinará e do recurso disponível. É notório nos países em via de desenvolvimento, encontrar sistemas mais simples, enquanto nos países desenvolvidos há uma maciça presença de sistemas complexos, com diversos cuidados tanto na ordem quantitativa (dimensionamento correto dos elementos) como de ordem qualitativa (dispositivos que garantam uma melhor qualidade à água de chuva utilizada).

Os elementos essenciais de um sistema de aproveitamento de água de chuva são a área de captação, as calhas e condutores de descida e o reservatório, e os elementos acessórios são os filtros, freios de água, bombas, esterilizadores de UV, entre outros. As técnicas utilizadas para a captação e armazenagem das águas pluviais podem variar em alguns detalhes, de acordo com as características da região onde são implementadas. Estas características podem abranger desde o potencial pluviométrico e geográfico da região, até a formação cultural e sócio-econômica dos atores envolvidos no processo (ANNECHINI, 2005).

Os usos da água resultante da captação deverão ser coerentes com a sua qualidade e quantidade.

### 3.3. ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

Baseado no manual da ANA/FIESP & SindusCon/SP (2005<sup>3</sup> *apud* Peters, 2006), abaixo são relacionados os principais elementos a serem considerados na implantação de projetos para o aproveitamento da água de chuva:

- Precipitação média local (mm/mês);
- Consumo de água;
- Área de coleta;
- Reservatório;
- Projeto dos sistemas complementares;
  - calhas e condutores;
  - remoção de materiais grosseiros; e
  - descarte de primeiras águas; e
- Formas de tratamento.

#### 3.3.1. Precipitação média local (mm/mês)

A quantidade de chuva (precipitação pluviométrica) de uma determinada região é um fator-chave no planejamento de sistemas para o aproveitamento da água de chuva. Neste sentido, quando num local as chuvas são freqüentes ao longo do ano, mais simples será o dimensionamento (volume útil) da cisterna e melhor funcionará o sistema.

A precipitação é calculada a partir dos dados médios mensais publicados em nível nacional, regional ou local e também em função da série histórica de chuvas na região de implantação do sistema.

De acordo com Rebello (2004<sup>4</sup>, *apud* Peters 2006), as precipitações sobre o planeta são de aproximadamente 378.000 km<sup>3</sup>/ano. Desse total, 319.000 km<sup>3</sup>/ano evaporam dos oceanos, e 59.000 km<sup>3</sup>/ano evapotranspiram dos continentes. A evaporação total é, pelo balanço hídrico global, equivalente à precipitação. As precipitações sobre o continente (95.000 km<sup>3</sup>/ano) são maiores do que a evapotranspiração, porque 36.000 km<sup>3</sup>/ano são trazidos dos oceanos para os

---

<sup>3</sup> ANA, FIESP & SINDUSCON-SP. **Conservação e reuso de água em edificações**. Prol Editora Gráfica, São Paulo, 2005.

<sup>4</sup> REBELLO, G. A. O. **Conservação da água em edificações: estudo das características de qualidade da água pluvial aproveitada em instalações prediais residenciais**. 96 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – IPT, São Paulo, 2004.

continentes através das correntes atmosféricas. São estes 36.000 km<sup>3</sup>/ano que podem ser usados para atender as demandas antrópicas.

O Brasil recebe um significativo volume de chuvas que pode variar de 3.000 mm/ano na Amazônia e 1.300 mm/ano na região central do país, o que se caracteriza pelo predomínio dos climas equatorial e tropical. Já no sertão nordestino este índice varia entre 250 mm/ano a 600 mm/ano (TOMAZ, 2003).

Segundo Azevedo Netto (1991), uma precipitação anual acima de 2000 mm é considerada excelente em se tratando de aproveitamento de água de chuva para abastecimento.

### 3.3.2. Consumo de água

A estimativa da demanda que se deseja atender é um fator que irá influenciar diretamente no cálculo da cisterna de água de chuva. Obter os seus valores de forma coerente e precisa influenciará diretamente no volume do reservatório e, conseqüentemente, na economia do sistema.

De acordo com Tomaz (2003), 30% da água consumida nas residências é utilizada em descargas nos vasos sanitários, e 20% em máquinas de lavar roupas. Macedo (2000) compilou alguns dados referentes à quantidade de água utilizada pelo homem em algumas atividades diárias (TABELA 2).

ITEM	QUANTIDADE PER CAPTA (litros)
Bebida / cozinha	10 a 20
Lavagem de roupas	10 a 20
Banhos e lavagem de mãos	25 a 55
Instalações sanitárias	15 a 25
Outros usos	15 a 30
Perdas e desperdícios	25 a 50
<b>TOTAL</b>	<b>100 a 200</b>

TABELA 2 – QUANTIDADE DE ÁGUA UTILIZADA PELO HOMEM EM SUAS PRINCIPAIS ATIVIDADES DIÁRIAS. FONTE: MACEDO, 2000.

No Brasil, aproximadamente 29% do total de água consumida nas residências é usado para descargas de bacias sanitárias, ou seja, aproximadamente 1/3 de toda água potável consumida nas residências brasileiras poderia ser

economizada caso fossem utilizadas águas de fontes alternativas para essa finalidade (CARDOSO, 2009).

Hoje, o cálculo de consumo médio de água em uma família de 4 pessoas, é de 200 litros por dia (FENDRICH; OLIYNIK, 2002). Grande parte desta água é utilizada em descargas sanitárias, chuveiros, torneiras de pias do banheiro e de cozinha, sendo que a destinação final desta água na maioria dos casos é o esgoto sanitário. Ou seja, o desperdício de água potável, destinada a todo o uso - inclusive o consumo humano - é grande, onde outro tipo de água, de qualidade inferior, não própria para o consumo humano, poderia ser utilizada.

### 3.3.3. Área de coleta

Um dos pontos principais no dimensionamento do sistema é a determinação da área de captação, isto é, aquela onde ocorre toda a coleta da água da chuva que poderá ser armazenada e aproveitada.

Geralmente, estas áreas são as superfícies dos telhados, áreas impermeabilizadas (lages, pátios, etc.) ou drenagem do solo. De acordo com Lee *et al.* (2000<sup>5</sup> *apud* Peters 2006), a captação da água de chuva através dos telhados é considerada mais simples e em sua maioria produz uma água de melhor qualidade comparada aos outros sistemas.

As coberturas podem ser executadas com telhas (cerâmicas, fibrocimento, zinco, ferro galvanizado, PVC), concreto armado, ou manta asfáltica, entre outros.

Segundo Santos (2002), as características da área de captação, como as dimensões, forma e rugosidade, associadas às características hidrológicas locais (índice pluviométrico e período de retorno), permitem estimar a vazão a ser captada.

### 3.3.4. Reservatório

O componente final do sistema de aproveitamento de água de chuva é o reservatório de acumulação ou cisterna. Além de reservar a água, este componente também é responsável pela qualidade da mesma no ponto de consumo.

As cisternas podem estar apoiadas, enterradas ou elevadas, dependendo da necessidade requerida. Estas poderão ser construídas por diversos materiais, desde plásticos, fibra de vidro, concreto, ferro-cimento, alvenaria, madeira, ferro

---

<sup>5</sup> LEE, K. T. *et al.* **Probabilistic design of storage capacity for rainwater cistern systems.** J. agric. Engng. Res, v.3, n. 77, p. 343-348, 2000.

galvanizado, entre outros. A escolha do material da cisterna é importante, não somente para determinar o custo do sistema, mas também para garantir uma qualidade mínima da água armazenada (PETERS, 2006).

De acordo com Anecchini (2005), alguns cuidados devem ser tomados com relação à cisterna, visando a sua manutenção e a garantia da qualidade da água, tais como: a cobertura da cisterna ser impermeável; evitar a entrada de luz no sistema para impedir a proliferação de algas; evitar a entrada de animais e insetos no sistema, com a utilização de telas nas tubulações de entrada e saída; e possuir uma entrada de visita no sistema para a sua manutenção (inspeção e limpeza).

Geralmente, a cisterna é o componente mais dispendioso do sistema, por isso seu dimensionamento requer cuidados para não tornar sua implantação inviável. Alguns métodos são utilizados para o dimensionamento do volume de reserva, que leva em conta o regime de precipitação local, como os dias de estiagem e a série histórica de chuvas na região, e a demanda específica que se deseja atender.

A viabilidade econômica do sistema dependerá de um estudo adequado do volume ideal de armazenamento, pois o reservatório, segundo Tomaz (2003), pode representar de 50% a 80% do custo total do sistema.

### 3.3.5 Sistemas complementares

- 3.3.5.1. Calhas e condutores

Para direcionar a água da chuva desde a superfície de coleta até a cisterna são necessárias calhas e tubulações verticais. Estes elementos são indispensáveis para o bom funcionamento do sistema, pois é através deles, que a água vai do ponto de coleta até o ponto de armazenamento e, geralmente, já se encontram instalados na edificação, bastando apenas pequenos ajustes.

A manutenção das calhas é de extrema importância, pois auxilia na qualidade da água que chega à cisterna bem como na durabilidade dos materiais que a compõem. Os materiais das calhas podem ser: chapas galvanizadas, liga de alumínio e PVC'S. Estes materiais devem ter as seguintes características: ser resistentes à corrosão, ter longa durabilidade, não devem ser afetados por mudanças de temperatura, serem lisos, leves e rígidos.

- 3.3.5.2. Remoção de materiais grosseiros

A remoção de materiais grosseiros também tem um papel importante na captação da água de chuva. Deve-se evitar a entrada de folhas e galhos nas tubulações, pois estes acarretam em entupimento do sistema e a sua decomposição na cisterna prejudica a qualidade da água armazenada.

Para este processo pode-se utilizar um dispositivo na saída da calha, ou uma grade que percorra toda a calha, ou ainda, uma grade na entrada de água do reservatório de auto-limpeza (MAY, 2004).

- 3.3.5.3. Descarte de primeiras águas

A água de chuva, ao passar pela superfície de coleta, traz consigo partículas que interferem diretamente na qualidade da água tais como, poeira, folhas, galhos, fezes de animais e aves. Assim faz-se necessário o descarte desta primeira porção de chuva.

De acordo com a NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007) é recomendado que a primeira fração de água de chuva seja descartada, pois esta água carrega consigo gases atmosféricos e é responsável pela lavagem de impurezas depositadas na área de captação (telhado); trata-se, portanto, de uma água com qualidade degradada.

Em relação ao volume de água a ser descartado, existem alguns valores que são citados na literatura, variando desde 0,4 mm a 2,0 mm. A NBR 15.527 (ABNT, 2007) indica que o dispositivo de descarte de água deve ser dimensionado pelo projetista, e que, na falta de dados, o recomendado é que se descarte 2 mm da precipitação inicial, ou seja, 2 litros de água por 1 metro quadrado de telhado.

Os dispositivos para o descarte desta água de lavagem do telhado têm por finalidade receber a chuva inicial e melhorar a qualidade da mesma. Segundo o Manual da ANA/FIESP & SindusCon/SP (2005<sup>6</sup> *apud* Peters, 2006), o reservatório de descarte destina-se à retenção temporária e ao posterior descarte da água coletada na fase inicial da precipitação, e os volumes descartados são determinados em função da qualidade da água durante as fases iniciais de precipitação, que ocorrem após diferentes períodos de estiagem.

---

<sup>6</sup> ANA, FIESP & SINDUSCON-SP. **Conservação e reuso de água em edificações**. Prol Editora Gráfica, São Paulo, 2005.

- 3.3.5.4. Formas de tratamento

Após o descarte, algumas substâncias ainda permanecem na água de chuva onde, em alguns casos, faz-se necessária a utilização de dispositivos para a sua filtração.

De acordo com o Manual da ANA/FIESP & SindusCon/SP (2005<sup>7</sup> *apud* Peters, 2006) considerando-se os usos não potáveis mais comuns em edifícios, são empregados sistemas de tratamento compostos de unidades de sedimentação simples, filtração simples e desinfecção com cloro ou com luz ultravioleta. Eventualmente podem-se utilizar sistemas mais complexos que proporcionem níveis de qualidade mais elevados.

No estudo realizado por Barcelos & Felizzato (2005) no aproveitamento de águas atmosféricas para fins não potáveis, foi utilizado um filtro confeccionado a partir de um tonel de ferro. Este tonel possuía um comprimento de 3,66 m e diâmetro de 1,33 m. e foi preenchido com areia e brita com a finalidade de reter as impurezas.

Contudo, quando o destino da água de chuva é para fins potáveis, a filtração com carvão ativado é mais empregada. Neste contexto, Valle *et al.* (2005) utilizaram um filtro composto por uma camada de seixo rolado (camada suporte), com 50 cm de areia e carvão ativado.

Segundo Santos (2002), o filtro de areia é uma alternativa ao reservatório de auto-limpeza, pois contribui para a remoção de cor e turbidez da água. Já a desinfecção é importantíssima para a remoção dos agentes patogênicos, os quais são oriundos das áreas de captação ou dos próprios reservatórios, que são meios propícios para o desenvolvimento destes microorganismos.

Entretanto, o Group Raindrops (2002) ressalva que, se a água de chuva não for utilizada para fins potáveis como beber, cozinhar e tomar banho, não é necessário a desinfecção da mesma. Este tipo de tratamento aumentaria os custos e exigiria do usuário uma permanente manutenção do sistema.

### 3.4. QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA

Com o crescente aumento do interesse no aproveitamento da água de chuva para os mais diversos fins, a qualidade da mesma é um fator importante e deve ser

---

<sup>7</sup> ANA, FIESP & SINDUSCON-SP. **Conservação e reuso de água em edificações**. Prol Editora Gráfica, São Paulo, 2005.

considerado. Existem diversos fatores que influenciam na qualidade da água de chuva, podendo ser naturais ou artificiais (ANNECCHINI, 2005).

Dentre os fatores naturais que influenciam na qualidade da água da chuva pode-se citar a composição natural da atmosfera, o regime de ventos, a vegetação e a influência marítima na composição atmosférica. Segundo Anecchini (2005), em regiões litorâneas existe a probabilidade de encontrar sódio, potássio, magnésio e cloro na água de chuva, e em regiões rurais, onde predominam áreas não pavimentadas, poderão estar presentes na água partículas de origem terrestre como sílica, ferro e alumínio.

Martins (2008) observou elevadas concentrações de cloreto, sódio e magnésio em amostras de água de chuva na cidade de Florianópolis, associando o fato à presença de aerossóis marinhos sobre a cidade em determinados eventos chuvosos. A autora ressalta que, de acordo com a literatura consultada, a concentração de sódio indicou que 77% das amostras coletadas indicaram chuvas de origem continental e 23% apresentaram concentrações elevadas, indicando forte influência marítima na composição iônica das águas de chuva.

Anecchini (2005) em seu estudo na cidade de Vitória-ES, concluiu que os primeiros milímetros de chuva são mais poluídos e que ao longo da chuva ocorre uma melhoria na qualidade da água, demonstrando assim que a chuva desempenha um papel fundamental na remoção de poluentes da atmosfera.

Andrade Neto (2003<sup>8</sup>, *apud* Jacques, 2005) alerta que os metais pesados, especialmente o chumbo, potencialmente prejudiciais à saúde humana, podem estar presentes na atmosfera de locais com elevado tráfego de veículos ou em áreas industriais, o que faz com que a água da chuva destes locais se contamine por metais. Substâncias químicas orgânicas, como organoclorados e organofosforados, usadas como defensivos agrícolas também tem potencial de contaminar a água da chuva, quando presentes na atmosfera.

A qualidade da água da chuva é comprometida e influenciada pela composição química da atmosfera, como supracitado anteriormente, porém quando se faz o aproveitamento da água de chuva através da captação em superfície, deve crescer a estes fatores a possível contaminação proveniente desta área de captação. As superfícies de captação de água de chuva, geralmente telhados de

---

<sup>8</sup> ANDRADE NETO, C. O. *Segurança sanitária das águas de cisternas rurais*. 4<sup>a</sup> Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva, Juazeiro, BA, 2003.

edificações, são locais que propiciam a deposição de partículas de poluição, poeira, folhas e até fezes de pequenos animais como aves e gatos, o que altera a qualidade da água a ser captada.

May (2004), Jacques (2005) e Anecchini (2005) observaram que a água da chuva apresentou um aumento de pH ao passarem pelas coberturas de captação em distintas cidades (São Paulo, Florianópolis e Vitória), relacionando este aumento à deposição de partículas e composição do material do telhado.

Jacques (2005) afirmou que os valores de cor e turbidez, para amostras de água de chuva coletadas em Florianópolis-SC, foram diminuindo com o passar do tempo, melhorando a qualidade da água, o que reforça a importância de se descartar a primeira fração de água que escoar pelo telhado.

### 3.5. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA EM MATÉRIA DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

A NBR 15.527 – “Água de Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas”, foi a primeira normativa publicada no país pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no ano de 2007. No entanto, a coleta da água da chuva já vinha sendo realizada há muitos anos em várias regiões do país.

A norma esclarece os principais conceitos e diretrizes básicas no aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em edificações e traz para efeito de aplicação alguns termos e definições que constituem um sistema de captação de água de chuva.

A norma 15.527 aborda também a concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva, destacando a importância da contemplação de normas complementares, além de delinear sobre calhas e condutores, dispositivo de descarte do escoamento inicial da chuva e dimensionamento de reservatórios.

Algumas cidades brasileiras já possuíam legislações referentes à coleta de águas pluviais, antes mesmo da criação da NBR 15527, de forma a reduzir problemas de inundação, devido ao alto índice de impermeabilização de áreas, e proporcionar a conservação no uso da água potável.

Na cidade de São Paulo, a Lei nº13276/2002 obriga a construção de piscinas de contenção nas edificações que possuem uma área impermeabilizada maior que 500 m<sup>2</sup>.

Em Curitiba, a Lei nº 10785/2003 regulamenta o Programa de Conservação e Uso Racional das Águas em Edificações, que objetiva instituir medidas que favoreçam o uso racional da água e a conscientização dos usuários acerca da importância da conservação da água potável. Dentro deste contexto a lei incentiva a captação de água de chuva na cobertura das edificações para fins que não necessitem de água tratada (MAY, 2009).

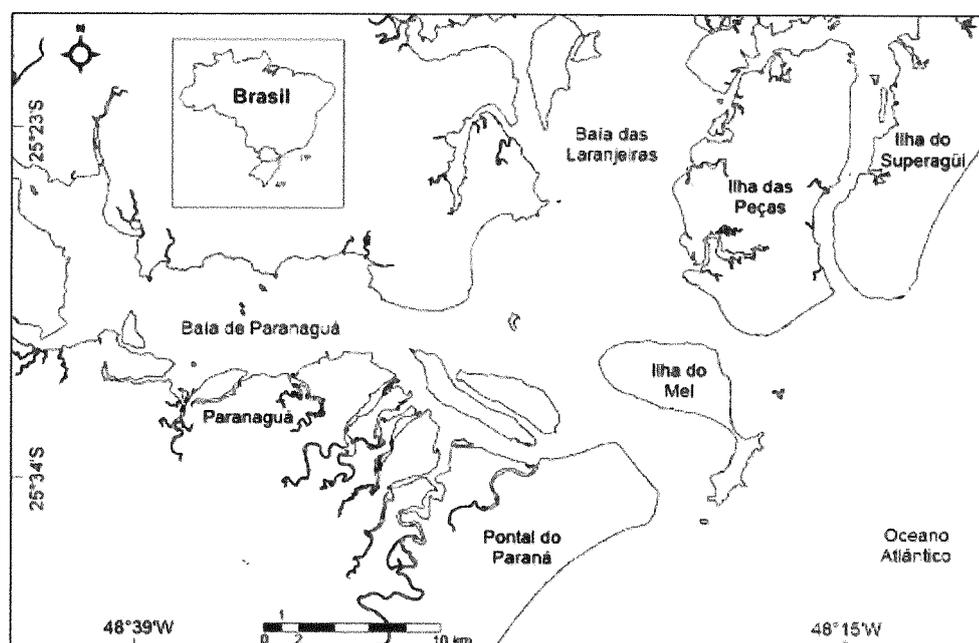
O franco desenvolvimento da captação e utilização das águas pluviais já possibilitou inclusive a criação da Associação Brasileira de Manejo e Captação da Água de Chuva (ABMAC), que reúne equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto. Portanto, o uso racional dos recursos hídricos com procedimentos como reutilização ou reuso da água, assim como a captação das águas de chuva é importante e representa um passo fundamental para evitar o caos hídrico que se anuncia (JAQUES, 2005).

## 4. ÁREA DE ESTUDO

### 4.1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS E BIOFÍSICAS

O litoral do Estado do Paraná estende-se por aproximadamente 107 km, limitado ao norte pelo Canal do Varadouro e ao sul pela foz do Rio Saí-Guaçu. O litoral paranaense destaca-se dos litorais de outros Estados pela presença de dois grandes complexos estuarinos – o de Paranaguá e o de Guaratuba. Originados do avanço do mar, estes dois corpos d'água recebem água doce de uma rede intrincada de rios com manguezais ocupando a maior parte de suas margens (CORREA, 1993).

A baía de Paranaguá (MAPA 1), uma das mais vastas do Brasil, penetra 50 quilômetros pelo interior do continente e possui uma largura máxima de 10 quilômetros, subdividindo-se em outras baías menores: de Antonina, das Laranjeiras, dos Pinheiros e de Guaraqueçaba. Há em seu interior várias ilhas, tais como Mel, Peças, Cotinga, Rasa da Cotinga, Cobras, Pedras, Teixeira, Gererê, Lamim, Guamiranga, Guararema, Guará, Gamela entre outras (ROCHA, 2005).



MAPA 1 – COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ. FONTE: STEFANONI, 2008.

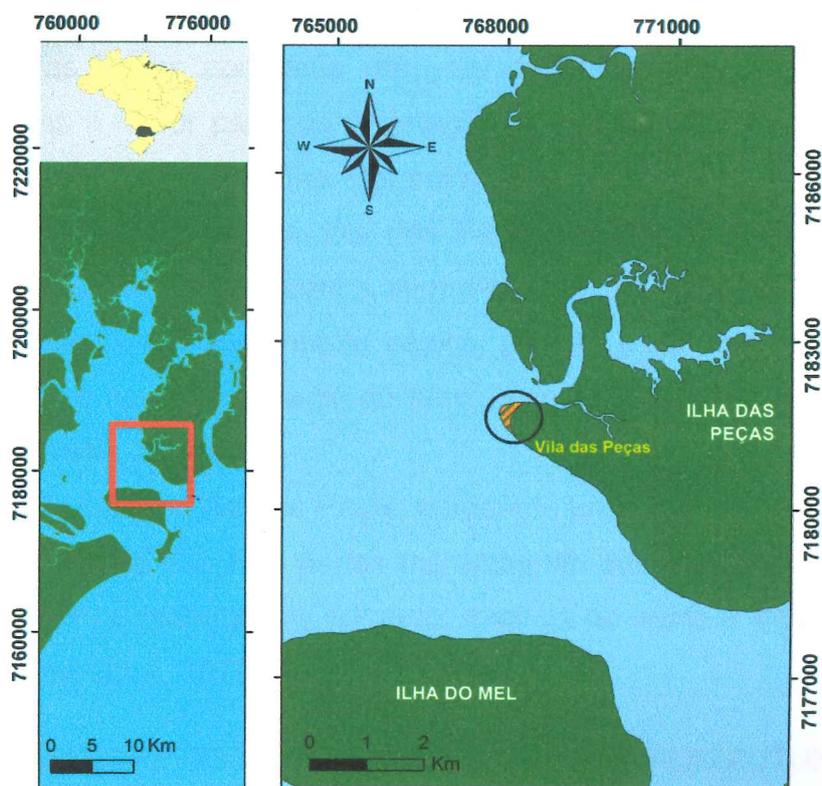
A baía de Guaratuba encontra-se mais ao sul, estendendo-se 15 quilômetros para dentro do continente e com uma largura máxima de cinco quilômetros. Suas

principais ilhas são: Pescaria, Capinzal, Mato, Chapéu, dos Ratos e outras (ROCHA, 2005).

As baías de Paranaguá e Guaratuba dividem a costa paranaense em três setores, quais sejam: o setor sul, que abrange a faixa de praias situadas ao sul da Baía de Guaratuba até a Ilha do Saí, nos limites do Estado de Santa Catarina; o setor leste, cuja faixa de praias se estende do lado sul da Baía de Paranaguá até o lado norte da entrada da Baía de Guaratuba, fazendo parte desta porção a Ilha do Mel; e o setor norte – local onde é desenvolvido este trabalho – ao qual pertencem as Ilhas do Superagüi e das Peças (SERAVAL, 2007).

No estudo de Angulo & Souza (1996) sobre a evolução geológica da planície costeira do litoral do Paraná e APA de Guaqueçaba, a Ilha das Peças é descrita como a mais extensa do litoral do Estado, contando com uma área de 10.400 ha.

A área de estudo encontra-se na comunidade da Vila das Peças (MAPA 2), localizada na ilha do mesmo nome, na porção norte do litoral paranaense, interior do complexo estuarino da baía de Paranaguá e sob jurisdição do município de Guaqueçaba. Suas coordenadas geográficas são 25°27'06" S e 48°20'00" W (ARTEN, 2007).



MAPA 2 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO. FONTE: LOGEO, 2011.

A Ilha das Peças, assim como a Ilha do Superagüi, integram o Parque Nacional do Superagüi, uma unidade de conservação de proteção integral onde se admite apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Esta condição faz com que os moradores destas ilhas sejam submetidos a uma série de restrições quanto à ocupação do espaço e uso dos recursos naturais presentes (ARTEN, 2007).

Quanto às características do meio biofísico, a região do complexo estuarino de Paranaguá apresenta um clima do tipo subtropical úmido, com uma média anual de 2500 mm de chuva e 84,5 % de umidade do ar (BIGARELLA, 1978).

Uma ampla variação da precipitação ocorre ao longo de um ano, com padrões sazonais que indicam a existência de uma típica estação chuvosa entre o fim da primavera até o fim do verão, e uma estação seca, que ocorre desde o fim do outono até o fim do inverno. Há, no entanto, um curto e fraco período de chuvas normalmente ocorrendo no começo do inverno (LANA *et al.*, 2001).

É possível, desta forma, caracterizar o clima local de úmido e com chuvas bem distribuídas durante o ano (IPARDES, 2001). Segundo o IAPAR (2009), entre o período de 1978 a 2007 a precipitação média no município de Guaraqueçaba foi de 2.376 mm. A temperatura média do mês mais quente registra valores acima de 22°C, e a temperatura do mês mais frio varia entre 3° e 18°C.

A Ilha das Peças apresenta um grau de preservação relativamente alto, mantendo intactas a maior parte da vegetação, incluindo a flora típica de praias e dunas, principalmente à leste da ilha. Por outro lado, a região onde está concentrado a maior parte dos moradores, na Vila das Peças, à oeste da ilha, apresenta um impacto antrópico mais elevado, com a supressão parcial da vegetação, construção de casas, inexistência de saneamento básico, presença de diversas embarcações de pequeno porte e com um impacto do turismo concentrado durante os meses do verão (CZAJKOWSKI, 2004).

A beira do mar da Vila das Peças apresenta uma faixa arenosa extensa que banha a maior parte da vila. Nas partes extremas ela desaparece, cedendo lugar a uma vegetação nativa: manguezais no norte, restinga no oeste e alguns caxetais em seu interior (BIGARELLA, 1978).

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS E INFRA-ESTRUTURA

As populações existentes dentro e no entorno do Parque Nacional do Superagüi são chamadas de caiçaras, resultado da miscigenação entre índios,

colonos portugueses e negros. A origem da palavra “caiçara” remonta a uma técnica usada para atrair o pescado, podendo ser considerada um método de maricultura extensiva (DIEGUES, 1988).

Historicamente, estas populações têm sido tratadas de modo homogêneo e consideradas como obstáculos aos objetivos de conservação da natureza. Sua heterogeneidade face ao seu grau de relativo isolamento geográfico, seus aspectos culturais, suas principais atividades econômicas, sua situação fundiária e seu histórico de ocupação e desenvolvimento são desconsiderados (WEY DE BRITO, 2000<sup>9</sup> apud ROCHA, 2005).

Conforme dados do IPARDES (1997), as principais atividades econômicas desenvolvidas pela população ativa da região de Guaraqueçaba são a pesca; pequena lavoura; prestação de serviços temporários locais (pedreiro, servente, canoeiro e afins) e, mais recentemente, também serviços prestados a turistas (caseiros, construção civil, reparos e serviços para pesca turística); exercício do pequeno comércio; e uma remanescente prática do artesanato de cestaria. Com a crescente visitação à região, algumas famílias passaram a atender essa demanda, construindo pousadas, restaurantes e lanchonetes, bem como servindo de condutores de embarcação.

A Ilha das Peças tem cerca de 600 habitantes, distribuídos nas comunidades de Vila das Peças, Laranjeiras, Guapicum, Bertiooga e Tibicanga (VIVEKANANDA, 2001). Dentro do espaço geográfico que compreende a Ilha das Peças, a área de estudo restringe-se, especificamente, a Vila das Peças, uma comunidade com aproximadamente 321 moradores e constituída por 230 habitações, das quais 73 são de veranistas que marcam sua presença nos finais de semana, feriados e principalmente durante a alta temporada de verão (dezembro a fevereiro). A pesca é a principal atividade econômica da vila, e ainda que não seja trabalho de toda a população, é a fonte de renda fundamental da comunidade. Mais ainda, a pesca define a rede de relações sociais e econômicas na vila, em função das necessidades e afinidades que a atividade determina (SERAVALL, 2007).

Fora do âmbito pesqueiro, verifica-se o potencial crescente da atividade turística e de veraneio como demandante de serviços diversos, em caráter, ora eventual, ora mais permanente (SALGE, 2007). Esta tem provocado alterações na

---

<sup>9</sup> WEY DE BRITO, M<sup>a</sup>. C. **Unidades de Conservação: intenções e resultados**. São Paulo: Annablume, 2000.

paisagem física e social local, invadindo espaços internos da comunidade, e principalmente, a beira-mar durante o verão (DIEGUES, 2004).

O acesso à Vila é feito exclusivamente por via marítima e conta com serviço regular de transporte que a conecta com Paranaguá e Guaraqueçaba. O transporte regular facilita a vida dos moradores locais que, além de conseguirem se deslocar facilmente para as cidades de Paranaguá e Guaraqueçaba recebem o benefício de desconto na passagem. O aumento contínuo do turismo na Vila das Peças se dá também em razão da facilidade de acesso, não encontrado em outras comunidades da região (SALGE, 2007). Por outro lado, melhoras na infra-estrutura básica com o fornecimento de energia elétrica (1995), ligação de água potável (1997) e de telefone (2002), estimulou a chegada de turistas e a compra de terrenos e residências por veranistas (SERAVALL, 2007).

Com a chegada do turismo e queda na produção pesqueira, o setor da construção civil tem-se desenvolvido cada vez mais, sendo tal ofício, atualmente exercido inclusive por jovens. Há também o caso de pescadores que venderam terrenos para veranistas e ocuparam-se com a função de caseiros. Outros aposentaram-se e hoje se dedicam à arrumação de redes e embarcações. O artesanato também está sendo incrementado no local principalmente por iniciativa de uma associação de artesãs - Associação Berço dos Golfinhos - na Vila das Peças, além de iniciativas individuais (VIVEKANANDA, 2001).

As comunidades pesqueiras da Baía de Paranaguá, em particular as localizadas em ilhas, a exemplo da Vila das Peças, têm como herança de processos históricos específicos e seu isolamento, carências no atendimento de serviços públicos na área de educação, transporte, saúde e saneamento básico, bem como oportunidades limitadas para incrementar a renda (PIERRI *et al.*, 2005).

A infra-estrutura de educação na Vila das Peças inclui um prédio onde funciona a Escola Rural Municipal e Estadual com cerca de 120 alunos no ensino fundamental, médio e superior à distância. A Unidade Básica de Saúde – UBS está localizada ao lado da escola e serve para atendimentos básicos de primeiros socorros, que são conduzidos por um agente comunitário de saúde.

De forma geral, o sistema de saneamento básico da vila é bastante deficitário. Apesar de pequenos avanços obtidos no tema do abastecimento de água, o esgotamento sanitário da maioria das residências ainda é realizado através

de fossas rudimentares ou, nos piores casos, liberados diretamente no solo (ARTEN, 2007). A coleta seletiva de resíduos sólidos encontra-se inoperante.

A Vila das Peças conta com duas pousadas; quatro restaurantes, sendo (dois comunitários), três mercados, três igrejas (uma católica, uma Batista e uma da Assembléia de Deus), um posto de saúde, um campo de futebol, e um galpão de lixo. Do ponto de vista da organização social, há duas associações de mulheres, responsáveis pelos restaurantes comunitários, uma associação de moradores, uma associação de condutores de ecoturismo, uma associação de artesãs e uma associação de veranistas (SERAVAL, 2007).

A Vila das Peças é uma comunidade que desperta grande interesse no desenvolvimento de projetos por parte de ONGs e universidades através de diferentes projetos de pesquisa e extensão. Dentre os principais projetos, pode-se destacar o Projeto de Conservação do Papagaio de Cara Roxa da SPVS, presente na região há mais de 10 anos; o projeto CULTIMAR, financiado pela Petrobrás e executado pelo Grupo Integrado de Aqüicultura (GIA) da UFPR, que visa o desenvolvimento de ações de geração de renda, revitalização da cultura local e educação ambiental; e os projetos de reciclagem de resíduos e melhora no abastecimento de água desenvolvidos pelo CEM-UFPR (KASSEBOEHMER, 2007).

#### 4.3. SITUAÇÃO ATUAL DA DISPONIBILIDADE E ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ALTERNATIVAS ENSAIADAS E PREVISTAS PELO ÓRGÃO RESPONSÁVEL

O abastecimento de água na vila ocorre desde 1997 quando entrou em funcionamento a tubulação que traz água do rio Poruquara, localizado no continente, na direção da sede do município de Guaraqueçaba (MAPA 3). Antigamente, toda a água consumida na vila era obtida do solo, através da perfuração de poços, ou era retirada de olhos d'água existentes entre a vegetação.



MAPA 3 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PORUQUARA-VILA DAS PEÇAS E CAÇADA-ILHA RASA, DESENVOLVIDOS ATRAVÉS DO PROGRAMA PARANÁ RURAL. FONTE: SPVS, 2004.

O Sistema batizado de Poruquara – Vila das Peças tornou-se possível através de parceria entre SANEPAR, Prefeitura Municipal e a comunidade, por meio do programa Paraná Rural (TANABE & WEBER, 2009).

A barragem construída do rio Poruquara, local onde é captada a água, está a uma distância de 27 km da Vila das Peças. O volume que é disponibilizado para a comunidade é insuficiente, principalmente durante a estiagem nos meses de inverno e no verão quando o aumento da demanda, período em que há falhas intermitentes no abastecimento de água.

Outro fato importante que leva a falhas na distribuição de água na vila é a depredação da tubulação que distribui água desde o rio. É comum, principalmente durante a época do caranguejo (novembro e dezembro), ocorrência de avarias no cano, provavelmente com o uso de facão e por coletores de caranguejo.

A longa extensão da tubulação dificulta a identificação do dano, o que gera custos de embarcação e combustível para a associação de moradores, responsável

pela administração da água. Para cobrir os custos de manutenção da rede, uma tarifa mensal no valor de R\$ 5 é cobrada de cada domicílio de morador nativo e para os proprietários veranistas a quantia mensal é de R\$ 30.

Por outro lado, há também desperdícios causados pelos próprios moradores, através de seus hábitos cotidianos e de ligações mal-feitas e sem manutenção adequada. Isto está facilitado porque não existem hidrômetros nas casas e o custo mensal da água é ínfimo, o que passa aos moradores a falsa mensagem de que a água seria infinita e que sua administração e cuidado é responsabilidade de terceiros.

Durante o verão, no mês de janeiro, é realizada anualmente a Festa de São Sebastião, onde o número de pessoas aumenta consideravelmente. Chegam aproximadamente cinco mil turistas para a festividade, intensificando os problemas relacionados à falta de saneamento, à falta de abastecimento de água potável e à grande acumulação de lixo (ARTEN, 2007).

No período de estiagem, ou mesmo quando acontecem depredações na rede, é comum que os moradores recorram a "água da ponteira", captada do subsolo, como antigamente. Isso constitui uma ameaça à saúde da população porque essa água muito provavelmente estaria contaminada e seria imprópria para o consumo porque na maior parte das residências não há tratamento adequado para o esgoto gerado e em muitos casos, principalmente próximo a orla, a água das ponteiras é salobra.

Segundo relatos do responsável técnico pela SANEPAR Rural em Guaraqueçaba colhidos pelo autor deste trabalho (2011), a COPEL está estudando levar energia elétrica às seguintes comunidades: Poruquara; Guapicum, Tibicanga e Bertiooga, na Ilha das Peças; e, Barbados, na Ilha do Superagüi. A partir disso, há uma negociação entre a companhia elétrica e a SANEPAR para utilizar parte da linha de canos existentes nos Sistemas Poruquara-Tibicanga e Poruquara-Vila das Peças para passagem de cabos marinhos de energia. Em contrapartida, a SANEPAR vislumbra a idéia de poder instalar uma bomba elétrica para captar água desde um reservatório com capacidade para 50 mil litros, a ser construído, em Tibicanga, do outro lado da Ilha das Peças, e mais próximo ao rio Poruquara. Para o técnico, a SANEPAR teria condições de implantar o sistema, diferentemente do projeto anterior de captar água em outro rio distante, três quilômetros do Poruquara, que exigiria um investimento de R\$ 300.000,00.

O único porém é que a SANEPAR passaria a administrar o sistema mais de perto, podendo inclusive vir a instalar hidrômetros nas casas e, conseqüentemente, taxaria aos moradores. Isto, sem dúvida, seria motivo de insatisfação por boa parte da comunidade, que, segundo relatos do presidente da Associação de Moradores ao autor (2011), são inadimplentes apesar da baixíssima taxa mensal cobrada atualmente, que, como dito, é de apenas R\$ 5.

As incertezas quanto à instalação da nova rede pela SANEPAR, assim como o mau estado da água captada no subsolo configuram um cenário ideal para a inserção da tecnologia descentralizada de coleta e armazenamento da água de chuva já que reduziria a demanda sobre a rede atual, e seria bem sustentada pelo elevado índice de chuvas da região.

#### 4.4. PROJETO "ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO" DO LABSOC/CEM/UFPR

Neste sub-capítulo se informa do Programa "Alternativas de saneamento para Vila das Peças" conduzido pelo LabSoc (CEM/UFPR) no que diz respeito às iniciativas já desenvolvidas em matéria de abastecimento de água, às quais se vem somar o presente trabalho. As informações aqui utilizadas, além do levantado nos documentos referenciados, foram aportadas pela Prof<sup>a</sup>. Pierri, responsável do programa, e pelo Prof. Chang, responsável da equipe dos ESF, em várias conversas informais mantidas com o autor ao longo de 2011.

##### 4.4.1. Construção de reservatório de água para a Vila (2006)

Visando colaborar para melhorar o abastecimento de água potável, entre fins de 2005 e início de 2006, a equipe formada pelo LabSoc e ECODAMATA, que vinham conduzindo o projeto de coleta seletiva de lixo sólido reciclável na vila, estabeleceu parceria junto à organização internacional denominada Engenheiros Sem Fronteiras (ESF), vinculada a Universidade de Maryland (EUA), que realiza pequenas obras de infra-estrutura em países em desenvolvimento. Eles trabalham em equipes formadas por alunos de engenharia junto com alguns de seus professores, e realizam essas obras como parte de sua formação técnica e cidadã, constituindo uma forma de solidariedade internacional. Coletam doações de empresas privadas para financiar os materiais das obras, sendo que os custos de transporte e estadia são arcados individualmente (PIERRI *et al*, 2010).

Assim, em janeiro de 2006 teve lugar a primeira visita de uma equipe dos ESF à Vila das Peças, foi aí que se conheceu melhor a situação sanitária, os anseios da

população e as opiniões e possibilidades das diferentes instituições envolvidas em relação aos diferentes problemas de saneamento presentes, principalmente a Prefeitura e a SANEPAR. Atendendo justamente a maior demanda da população, as instituições parceiras decidiram focar na questão do abastecimento de água (PIERRI *et al.*, 2007).

A SANEPAR apresentou com detalhe a situação, visitou-se a fonte do sistema implantado (Poruquara), conheceram-se detalhes de sua instalação e funcionamento, os déficits presentes e os planos para tentar superá-los. Nesse momento, as medidas previstas como possíveis soluções pela SANEPAR eram duas: uma, que resolveria o problema, era estender o sistema até uma fonte de água com maior vazão, localizada mais longe que a atual; e a outra, apenas mitigadora, era a construção de um reservatório que permitiria dispor durante o dia da água acumulada durante a noite ou nos períodos de menor demanda. O reservatório, por ser mais barato e simples de construir, estava pensado para operar enquanto o acesso à nova fonte não pudesse ser implementado. Ambas as propostas estavam até certo ponto desenhadas tecnicamente, porém não resultavam realizáveis por falta de financiamento. Este devia ser da Prefeitura, e esta não possuía orçamento suficiente. Como o modelo de trabalho dos ESF prevê financiar os custos dos materiais, e a mão de obra seria voluntária e aportada por vários parceiros, incluindo a própria comunidade, chegou-se à conclusão de que mediante esta parceria seria possível construir o reservatório (PIERRI *et al.*, 2007).

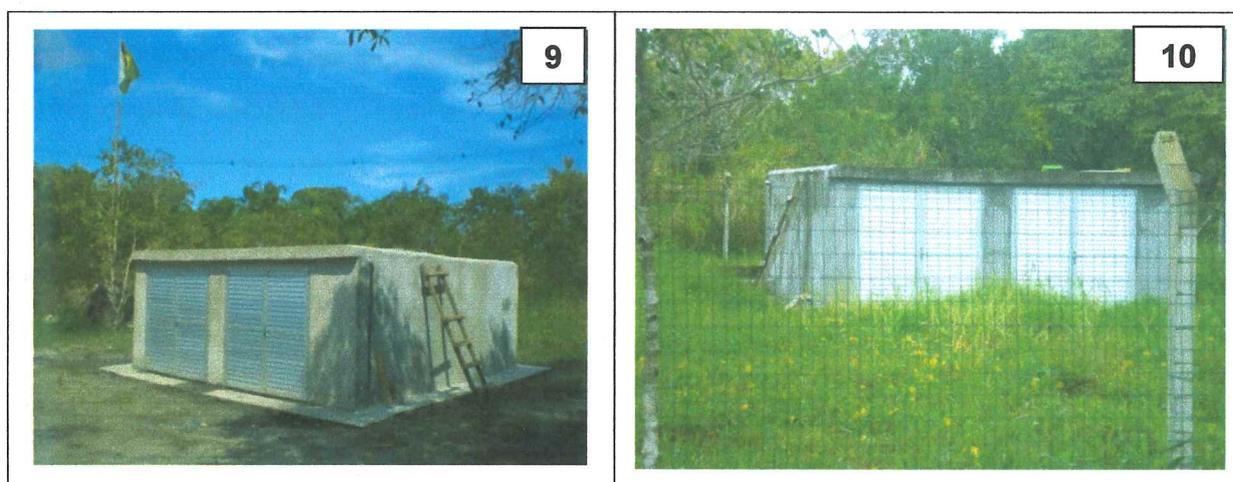
A partir do anterior, as equipes do LabSoc, ECODAMATA e ESF decidiram orientar suas ações à construção do reservatório, cujo projeto técnico seria elaborado pelos ESF em diálogo com a SANEPAR, a qual também daria apoio técnico na construção e uma parte dos materiais.

Assim, em agosto de 2006 foi construído o reservatório, com uma capacidade de 30.000 litros. Este era equipado com uma bomba reguladora de pressão, e uma bomba dosadora de cloro (FIGURAS 9 e 10). O LabSoc, junto com ECODAMATA, conduziram o processo de planejamento de forma que cada parte envolvida participasse das decisões e se responsabilize por tarefas específicas. As instituições envolvidas e tarefas assumidas foram:

- A equipe do LabSoc, junto com ECODAMATA, realizou a coordenação e logística geral, assim como colaborou diretamente na construção. Ao redor de 25 alunos

de graduação e pós-graduação do CEM-UFPR visitaram a obra e colaboraram em diferentes trabalhos. Também coordenou os estudos técnicos e sociais;

- Os ESFs, principais parceiros, aportaram o projeto técnico, a direção e execução da obra (com presença de um professor e 6 estudantes de engenharia), os materiais de construção, e as duas bombas;
- A SANEPAR colaborou no desenho do projeto, aportou materiais hidráulicos, e um técnico especializado participou na construção;
- A Prefeitura de Guaraqueçaba aportou as maquinarias utilizadas, e parte do alimento e bebidas da festa de inauguração;
- A comunidade de Vila das Peças, através da Associação de Moradores, aportou 30 homens que trabalharam na construção, e emprestou ferramentas manuais, facilitou o alojamento e alimentação das equipes presentes, estabelecendo preços especiais, e organizou a festa de inauguração; e
- A ONG MarBrasil colaborou com o transporte da equipe e dos materiais de construção (PIERRI *et al.*, 2007).



FIGURAS 9 E 10. RESERVATÓRIO DE ÁGUA DA VILA DAS PEÇAS EM 2006 E EM 2008 FONTE: LABSOC, 2006 e 2008.

Empregou-se na construção uma técnica inovadora: os Quad Locks. Trata-se de um produto desenvolvido por uma empresa canadense que utiliza painéis de poliestireno expandido (EPS) que são unidos com peças de polietileno de alta densidade (PEAD) para criar fôrmas para depois serem concretadas. Este material, importado do Canadá, foi utilizado para poupar tempo e facilitar a construção, pois essas estruturas substituem as estruturas de madeira que usualmente são montadas para a concretagem (ARTEN, 2007) (FIGURAS 11 e 12).

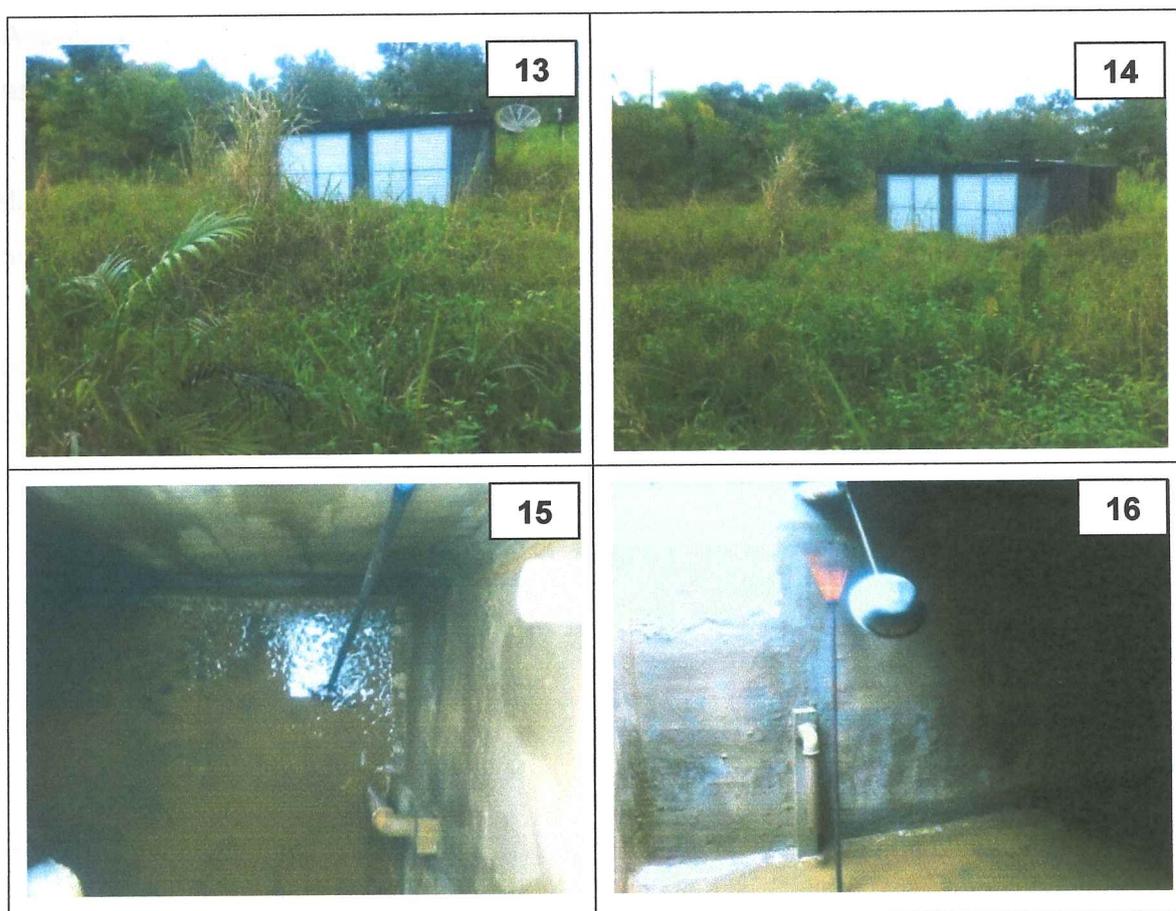


FIGURAS 11 E 12. QUAD LOCKS. FONTE: LABSOC, 2006.

A construção do reservatório foi considerada pela equipe responsável um exemplo de sucesso proporcionado pela metodologia de participação dos diversos atores envolvidos (PIERRI *et al.*, 2007).

O reservatório foi utilizado grande parte dos 5 anos desde quando foi construído, registrando algumas interrupções devido a problemas na bomba de distribuição. Uma pessoa da vila foi responsabilizada por seu cuidado. A falta da água foi parcialmente melhorada com o reservatório, porém não resolvida, pois a fonte seguia escassa.

No último período não se sabe com precisão desde quando- o reservatório esta sem funcionar, seu conteúdo esvaziado, e com aspecto geral de abandono (FIGURAS 13 à 16). Não se tem conseguido determinar claramente o/os motivo/s. Perguntados pelo autor, alguns moradores apontaram que o fluxo de água da rede era insuficiente para suprir a demanda das casas e conseguir manter uma cota armazenada no reservatório. Já outros relatam que a Associação de Moradores deixou de custear o responsável pelo sistema, e ainda outra versão é que a bomba havia estragado e aguardava reparos. O fato é que a caixa d'água não está em funcionamento e isso dificulta ainda mais a questão do suprimento de água da vila.



FIGURAS 13 À 16 – MATO ALTO E LODO ACUMULADO NO RESERVATÓRIO COMUNITÁRIO DE ÁGUA EM DESUSO. FONTE: O AUTOR, 2011.

#### 4.4.2. Ampliação da oferta de água potável e não potável na escola (2011)

A persistente falta de água determinou, entre outros problemas, que fossem fechados os banheiros da escola da vila, de forma que as crianças deviam ir até as suas casas, em caso de necessidade, e as tarefas de elaborar e servir o alimento se viram prejudicadas. A falta de água deixava inutilizada a estação de tratamento de esgoto implantada na escola pelo LabSoc.

Frente a esta situação, surgiu a idéia de construir um sistema de coleta e armazenamento de água de chuva na escola, e somar um poço artesiano que, juntos, viessem a reforçar o abastecimento. Esta obra favoreceria a toda a comunidade já que todas as crianças e jovens estudam nela. Os ESF se sensibilizaram pela idéia e propuseram complementar essas instalações com um sistema de potabilização, já que tanto a água de chuva como a do poço não são potáveis.

Assim, depois de visitas e alguns estudos preparatórios, em agosto de 2011, os ESF em parceria com o LabSoc e apoio das Escolas Municipal e Estadual, e da

Associação de Moradores, construíram um sistema para ampliar a oferta de água na escola.

O projeto estabeleceu que o sistema de canalização da escola fosse dividido, resultando em uma distribuição de água potável para bebedouros, lavagem de mãos e cozinha e outra de água não-potável para fim de descarga sanitária.

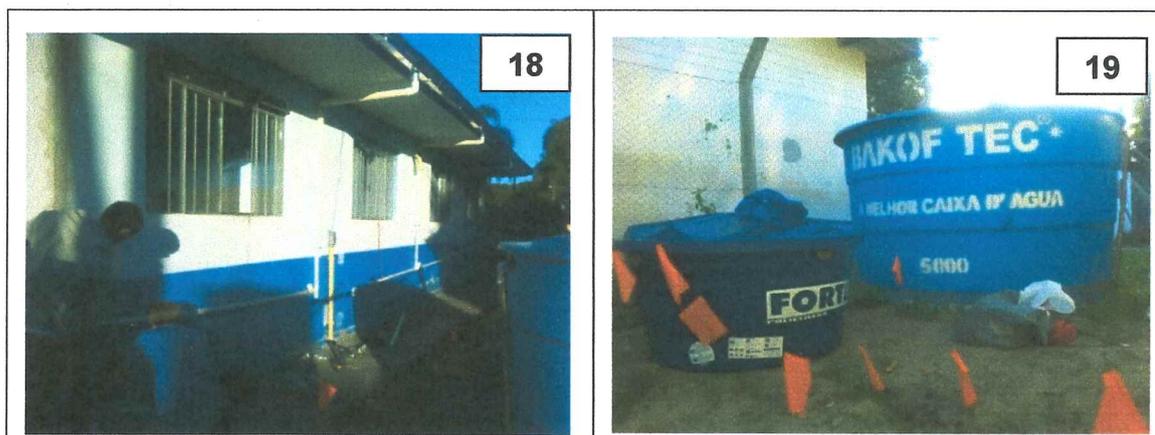
A água destinada aos usos não potáveis é bombeada do solo por uma ponteira cavada próximo a praia (FIGURA 17), em local aparentemente distante de fossa. Já a água coletada dos telhados através de um sistema de calhas é direcionada, primeiro, para um tanque de descarte de primeiras águas.



FIGURA 17 – INSTALAÇÃO DA PONTEIRA PARA BOMBEAMENTO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL. FONTE: O AUTOR, 2011.

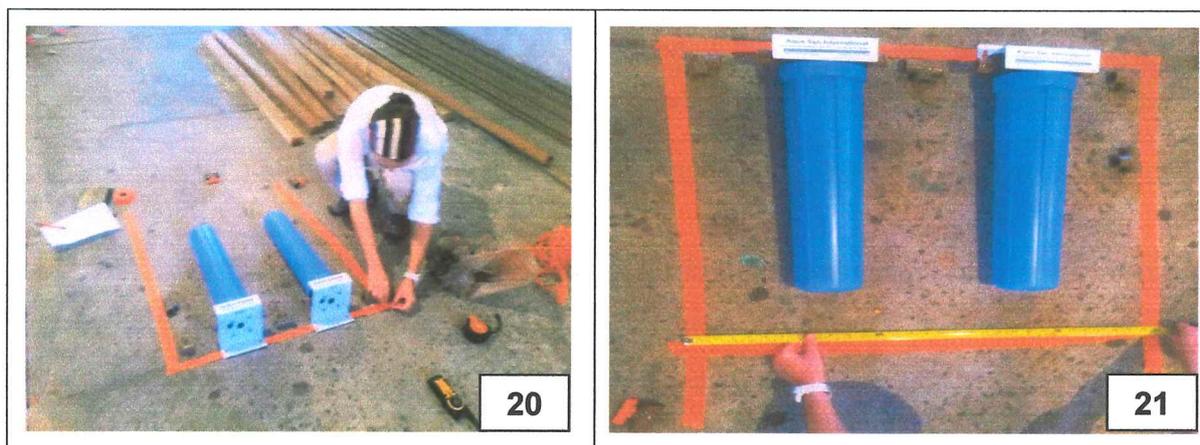
Após eliminar a água que lavou o telhado, o fluxo se direciona para uma cisterna em fibra de vidro com capacidade para 5000 L (FIGURAS 18 e 19). Quando a oferta de chuva é baixa, o sistema é programado para receber água encanada da rede de abastecimento local.

O tratamento desta água se inicia com a utilização de dois filtros que retêm pequenas partículas existentes na água (FIGURAS 20 e 21). A seguir, vem o tratamento biológico para desinfetar a água. O sistema faz uso de luz ultravioleta para eliminar bactérias e vírus que possam estar presentes na água.



FIGURAS 18 E 19 – CALHAS PARA COLETA DA ÁGUA DA CHUVA, DESCARTE DE PRIMEIRAS ÁGUAS E CISTERNA DE 5000 L EM FIBRA DE VIDRO. FONTE: O AUTOR, 2011.

Paralelamente à execução da obra foram realizadas ações educativas com cada turma da escola e demais funcionários, visando ressaltar a importância da gestão adequada da água e orientá-los sobre o uso e a manutenção do sistema (FIGURAS 22 à 25).



FIGURAS 20 E 21 – MONTAGEM DOS FILTROS PARA RETENÇÃO DE PARTÍCULAS. FONTE: O AUTOR, 2011.



FIGURAS 22 À 25 – AÇÕES EDUCATIVAS SOBRE USO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA. FONTE: O AUTOR, 2011.

De forma geral, as intervenções realizadas até aqui pelo Programa de Alternativas de Saneamento do LabSoc junto com seus parceiros, trouxeram benefícios diretos, ainda que limitados, na condição de vida dos moradores locais, mediante a melhora das condições sanitárias, e indiretos, tais como a melhora da atratividade turística que isso pode representar. Por outro lado, espera-se que essas ações tenham contribuído a desenvolver maior consciência ambiental na população e maior envolvimento dos moradores na gestão dos seus recursos e na solução de seus problemas. Mas, o mais relevante é que as soluções ali ensaiadas sejam replicáveis e replicadas, na mesma vila e em outras comunidades costeiras isoladas com problemas semelhantes. Para favorecer a consciência e o envolvimento da comunidade, assim como a replicação, é que paralelamente às obras construídas se organizaram atividades informativas, educativas e de capacitação dirigidas aos diferentes públicos, segundo o caso, (professores, estudantes, construtores e moradores interessados), e, por outro lado, se realiza a sistematização e divulgação o mais ampla possível das diferentes ações.

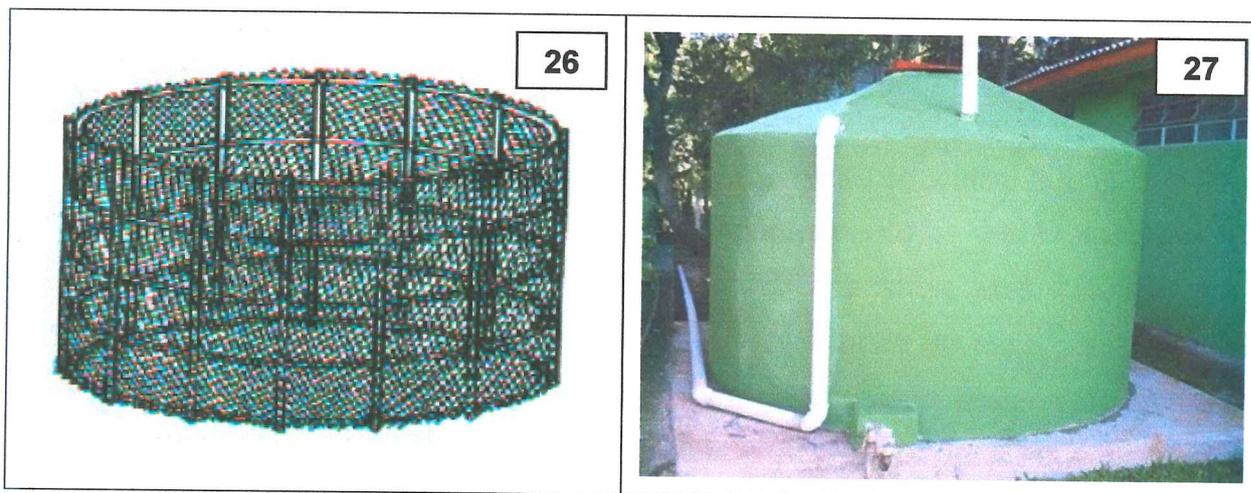
## 5. OFICINA TEÓRICO-PRÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

### 5.1. MODELO A SER IMPLANTADO

O modelo de coleta de água de chuva escolhido para implantar na Vila das Peças se dá através da captação do telhado mediante um sistema de calhas e tubulação vertical, e posterior armazenamento em cisterna construída de ferrocimento. Os critérios utilizados para essa escolha foram: demanda e usos previstos para a água; grau de replicabilidade (simplicidade da técnica, pouca mão-de-obra, materiais e custo acessível); e tempo de execução curto.

O sistema de coleta da água de chuva consiste num jogo de calhas com tela protetora instalado ao redor do telhado. O primeiro fluxo da chuva é desviado pelo Tubo de Primeiras Águas e em seguida descartado. O restante do fluxo é direcionado para a cisterna construída em ferrocimento e estocado para distribuição e consumo não potável. Devido ao uso previsto para a água coletada, consistir basicamente em água de lavagem para um entreposto de pescados, rega na horta e descarga sanitária, o sistema não considera o tratamento da mesma.

Cisternas em ferrocimento são muito resistentes e de fácil reparo. A técnica consiste em utilizar uma malha de ferro de armação ("tela de reforço"), telinha plástica de galinheiro para sustentação, e 4 cm de espessura de massa de cimento forte, aplicada levemente em camadas (FIGURAS 26 e 27). Trata-se de uma maneira muito econômica de se utilizar o cimento e que permite uma construção rápida de reservatórios de diferentes tamanhos.



FIGURAS 26 E 27 – CISTERNA CONSTRUÍDA EM FERROCIMENTO. FONTE: PORTAL DAS IDÉIAS, 2011.

Para garantir o bom aproveitamento e qualidade da água estocada, o ideal é não construir tanques pequenos, pois não são econômicos. Qualquer tanque acima de oito mil litros já é capaz de manter a economia no manejo da água. Podem ser construídas cisternas de grande capacidade como as cisternas de armazenamento de água potável e para irrigação de até 100 mil litros do Ecocentro IPEC (Pirenópolis), e outras espalhadas pela região de até 250 mil litros (SOUZA, 2008).

Uma das vantagens do ferrocimento é que pode ser usado na construção de tanques em locais de difícil acesso, pois o volume total dos materiais é bem inferior comparado a outras técnicas de construção, além do fato de os reservatórios não precisarem ser enterrados. A manutenção do sistema também é simples. Recomenda-se verificar sempre as entradas para proteção de insetos e a limpeza interna dos reservatórios pelo menos uma vez ao ano, mas sem a aplicação de produtos químicos. Basta apenas esvaziar e enxaguar o fundo. Caso a cisterna apresente rachaduras com o tempo, é possível repará-la a partir das mesmas técnicas de construção, utilizando argamassa para vedar, fixar e engrossar pisos e paredes dos reservatórios.

O uso do ferrocimento em peças pré-fabricadas para construir grandes edificações não é novidade. No entanto, a aplicação de ferrocimento em cisternas com paredes superfinais é uma inovação no Brasil. Esse material é barato e custa 80% menos que o ferro, que também é empregado na construção de reservatórios e que corre o risco de enferrujar se não for galvanizado (LEGAN, 2007).

## 5.2. PLANEJAMENTO DA OFICINA TEÓRICO-PRÁTICA

A intervenção a ser feita na Vila das Peças, alinhada com o espírito do Programa do LabSoc, deve ter três aspectos: um momento educativo que informe do problema que será atendido pela solução de saneamento a ser implantada na comunidade, um momento de capacitação de como construir essa solução, e a própria construção que, na mesma hora que cria a solução do caso, seja a parte prática do processo de capacitação. Mas, para organizar toda essa intervenção, a condição principal é viabilizar a construção em si o que requer definir o local onde a solução em questão será implantada, sob que acordo e envolvendo que pessoas da comunidade.

Assim, o projeto, ao propor construir um sistema de coleta e armazenamento de chuva para uma unidade domiciliar ou similar necessitava definir em qual unidade seria. Aos efeitos de facilitar a construção do ponto de vista prático e dos custos, e que o favorecido com o sistema o valorizasse devidamente, se definiu buscar uma pessoa ou família da comunidade que estivesse interessado e disposto a arcar com parte dos custos. Além dos materiais previstos para a construção do sistema, havia ainda os custos operacionais de transporte, alimentação e estadia da equipe de trabalho.

No período em que o autor estava trabalhando na escola da vila junto com os ESF teve oportunidade de dialogar com o Sr. Jaime Marques, comerciante que administra um pequeno mercado e um entreposto de pescados na comunidade. Ao ser informado pelo autor sobre a possibilidade de construir um sistema modelo para o aproveitamento da água de chuva, se interessou de imediato e se manifestou disposto a se envolver na ação e arcar com parte dos custos. O sistema coletaria água de chuva do telhado do entreposto de pescado e o uso da mesma seria não potável (FIGURA 28).



FIGURA 28 – LOCAL DA PRÁTICA DE CONSTRUÇÃO DA CISTERNA: MERCADO E ENTREPOSTO DE PESCADOS. FONTE: O AUTOR, 2011.

Desta forma, no dia 12 de outubro de 2011 foi firmado um termo de cooperação (APÊNDICE 10) entre o Laboratório Sócio-Ambiental e o comerciante que tinha por finalidade distribuir as responsabilidades e encargos entre as partes envolvidas na construção da cisterna.

O Laboratório Socioambiental ficou com a responsabilidade da elaboração do projeto técnico e da construção propriamente dita, o fornecimento dos materiais a serem utilizados na construção do reservatório (ferramentas, materiais para alvenaria e hidráulica), assim como da betoneira e do jogo de calhas em alumínio para coleta da água de chuva incidente no telhado. O Sr. Jaime, além de colaborar na prática de construção, ficou responsável por arcar com os custos de transporte dos materiais e da equipe de quatro membros ida-e-volta Pontal do Sul - Ilha das Peças; dar alojamento e três refeições diárias para a equipe durante os cinco dias de trabalho previstos, e também do pagamento de uma ajuda de custo no total de R\$ 500 para a vinda de dois profissionais da equipe de execução desde Florianópolis.

O passo seguinte foi estabelecer quais usos seriam dados à água coletada e qual o tamanho máximo possível e necessário para o reservatório. A fim de poupar tempo, recursos e materiais, a determinação do volume de uma cisterna deve levar em conta, em primeiro plano, o quanto de água se deseja armazenar, de acordo com sua finalidade e demanda mensal prevista (SOUZA, 2008).

Neste caso específico, como os usos previstos para a água eram não-potáveis e complementares a rede de abastecimento, principalmente água para lavagem (mercado e entreposto de pescados), descarga do vaso sanitário, irrigação na horta, e outros do tipo; o tamanho da cisterna foi determinado simplesmente a partir do cálculo do volume máximo possível de ser capturado. Para determinar o volume mensal máximo de chuva possível de ser capturado foi preciso primeiro mensurar a área do telhado disponível para a coleta e cruzá-la com a média anual de chuvas na região. Esta multiplicação resulta no volume total de água coletável em um ano.

Deste modo, o volume máximo anual de água de chuva possível de ser captado a partir das quatro faces da cobertura do entreposto de pescados, foi determinado através da seguinte relação:

$$V_{\text{máx}} (\text{H}_2\text{O}) = A_{\text{(telhado)}} \times IP_{\text{(Peças)}} \Rightarrow 63 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m/ano} \Rightarrow 157,5 \text{ m}^3/\text{ano}$$

(Fórmula 01)

Onde:

$V_{\text{máx}} (\text{H}_2\text{O})$  = volume máximo anual de água de chuva possível de ser captado a partir da cobertura do entreposto de pescados de Jaime

$A_{\text{(telhado)}}$  = área do telhado do entreposto de pescado =  $63 \text{ m}^2$

$IP_{\text{(Peças)}}$  = índice médio anual de pluviosidade da região =  $2.500 \text{ mm/ano} = 2,5 \text{ m/ano}$

Se para cada  $\text{m}^3$  tem-se o equivalente a 1.000 litros de água,  $157,5 \text{ m}^3$  corresponderão a 157.500 litros de água. Desta forma, durante um ano é possível armazenar, especificamente para esta área de telhado, o equivalente a uma média mensal de 13.000 L.

No entanto, devido a esta não ser a única fonte de água disponível na propriedade e para definir com mais precisão o material e os custos da construção, a cisterna projetada para o entreposto de pescados foi dimensionada para armazenar um volume de 10.000 L de água pluvial.

Para se obter um volume de 10.000 L e considerando que a altura do cilindro é fixa e de 2 metros (tamanho da malha de ferro utilizada), o diâmetro da cisterna pode ser definido pela seguinte relação:

$$V \text{ cisterna} = h \times \pi \times r^2 \Rightarrow 10 \text{ m}^3 = 2 \text{ m} \times 3,1416 \times r^2 \Rightarrow r \cong 1,25 \text{ m}$$

(Fórmula 02)

Sendo:

V cisterna = volume de uma cisterna (cilindro, em m<sup>3</sup>)

h = altura da cisterna = 2 m

 $\pi = \text{Pi} = 3,1416$ 

r = raio (m)

Portanto, a cisterna para armazenamento de água de chuva proveniente do telhado do entreposto de pescados, será de 2 metros de altura, 1,25 metros de raio e capacidade para armazenar 10.000 litros de água (FIGURA 29).

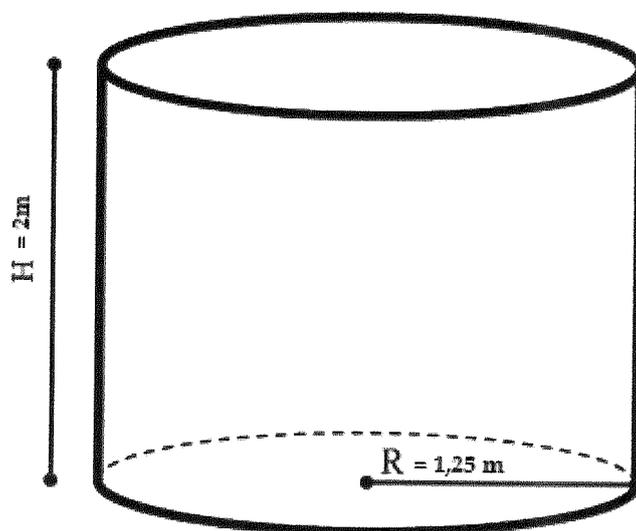


FIGURA 29 – DIMENSIONAMENTO DA CISTERNA. FONTE: O AUTOR, 2011.

O passo seguinte foi preencher o formulário de autorização do ICMBio (APÊNDICE 11) e recolher a assinatura de anuência do presidente da Associação da Vila. Nesta etapa, o projeto contou com apoio de Guadalupe Vivekananda, diretora do Parque Nacional de Superagüi, que considera que se trata de uma ação importante e com grande potencial de replicação nas demais ilhas da baía de Paranaguá.

A partir de então, o foco passou a ser a elaboração da lista de materiais para construção e o orçamento (APÊNDICE 12) sendo que os preços foram consultados em três comércios: um de Paranaguá, um de Praia de Leste e um de Pontal do Sul. A menor cotação foi encontrada em Pontal do Sul, o que posteriormente facilitou a

entrega e o embarque dos materiais para a ilha. Entretanto, houve uma importante redução nos custos do projeto pela dispensa na compra das ferramentas, que foram emprestadas para a realização da oficina.

Para o projeto e instalação das calhas foi contratada uma firma especializada situada próxima a Pontal do Sul, no balneário de Grajaú. Durante a etapa do planejamento um técnico da empresa visitou a ilha e tomou medidas para o desenho das calhas.

Durante esta etapa de planejamento outras duas visitas foram realizadas para divulgar amplamente a proposta da oficina na comunidade. Neste ponto, foi dada atenção especial aos construtores da vila. Estes foram previamente identificados e convidados pessoalmente. A maior parte apontou que não poderia participar da etapa de construção por motivos de trabalho, mas que, no entanto, compareceriam à aula expositiva.

Outras tarefas se desenvolveram nesta fase. Em primeiro lugar, se elaborou uma apresentação de slides que seria utilizada na aula expositiva e um folheto com conteúdo similar para entregar aos participantes (APÊNDICES 1 e 2). Estes foram elaborados em base à revisão bibliográfica já realizada e se procurou uma modalidade de linguagem e ilustrações adequadas ao tipo de público em questão. Em segundo lugar, se elaboraram umas pequenas enquetes para serem aplicadas às pessoas que assistissem à oficina, que tinham por fim levantar suas características e conhecer seus conhecimentos e interesses prévios assim como colher a sua avaliação da oficina, uma vez finalizada (APÊNDICES 3 e 4). Em terceiro lugar se elaborou um planejamento detalhado das tarefas, responsáveis e materiais necessários de cada fase do projeto, seguindo o modelo utilizado no projeto desenvolvido por Rafael Engelhardt no LabSoc (ENGELHARDT, 2008) (APÊNDICE 6).

### 5.3. IMPLEMENTAÇÃO DA OFICINA

A dinâmica da oficina foi dividida em duas partes, sendo a primeira uma aula expositiva, que devia informar do problema a ser atendido, no caso, a escassez e gestão da água doce, e explicar os passos da construção do sistema proposto e seus custos. A segunda parte, de caráter prático, seria realizada nos dias seguintes instalando as calhas e construindo a cisterna.

### 5.3.1. Aula expositiva

A aula foi organizada para ser desenvolvida no local da Associação de Moradores que o cedeu sem custos como forma de colaborar com a iniciativa. Assim, se preparou o local e se dispuseram os equipamentos necessários para ministrar a aula, tais como computador e projetor para fazer a apresentação de *slides* ilustrativos.

Conforme informado em cartazes colocados em lugares públicos da vila (APÊNDICE 8) dirigidos aos moradores e pessoalmente aos construtores da vila dias antes, às 18h00 do dia 24/10, todos os preparativos haviam sido realizados para a aula expositiva (FIGURA 30). No entanto, o quórum era muito pequeno: apenas duas pessoas compareceram. Sendo assim, o autor propôs que a reunião fosse remarcada para as 20h00 do dia seguinte, com a expectativa de que o novo horário poderia facilitar a presença daqueles que trabalham, visto que com o horário brasileiro de verão, os trabalhadores estendem sua rotina até o cair do sol.



FIGURA 30 – ARRANJO DO ESPAÇO PARA A PRIMEIRA DATA MARCADA PARA A AULA EXPOSITIVA. FONTE: O AUTOR, 2011.

Para tanto, a divulgação da aula expositiva foi refeita na manhã seguinte. Os construtores da vila identificados foram novamente visitados e alertados da mudança. Nesta visita, cada qual recebeu um exemplar do folheto de apoio à construção, como forma de incentivo a se fazerem presentes.

Às 20h00 do mesmo dia, a palestra foi realizada. A expectativa de ter um número maior de participantes não foi concretizada. Novamente compareceram somente os dois construtores que compareceram no dia anterior, que não são moradores da vila, mais um comerciante nativo, dono de pousada e interessado em instalar sistema similar na sua propriedade (FIGURA 31).



FIGURA 31 – AULA EXPOSITIVA. FONTE: O AUTOR, 2011.

A surpresa e frustração de não contar com as pessoas esperadas e que haviam se comprometido a assistir a aula expositiva, e o fato dos presentes não serem da comunidade levou, naquele momento, a não aplicação da enquete inicial. A enquete final, por sua vez, não foi utilizada, pois não houve participantes que acompanharam efetivamente a etapa construção.

### **5.3.2. Módulo prático**

#### **5.3.2.1. Desembarque e acondicionamento dos materiais**

Esta etapa se inicia na manhã de domingo (23/10) quando a equipe de execução do projeto desembarca na praia da Vila das Peças, trazendo os materiais para construção, desde Pontal do Sul (FIGURAS 32 e 33). Além do autor, o grupo era formado pelo estudante de oceanografia Luiz Gustavo Deneka; o oceanógrafo Raphael Souza e o engenheiro ambiental Tiago Lemos Guedes.



FIGURAS 32 E 33 – TRANSPORTE E ARRIBO DOS MATERIAIS E EQUIPE DE TRABALHO. FONTE: O AUTOR, 2011.

Após desembarque e acondicionamento dos materiais próximo ao local da construção a equipe, com ajuda de Jaime, reuniu-se no preparo do toldo e montagem da caixa de massa. Era próximo das 15h00 e as atividades previstas para o dia já haviam sido concluídas.

#### 5.3.2.2. Construção do contra-piso

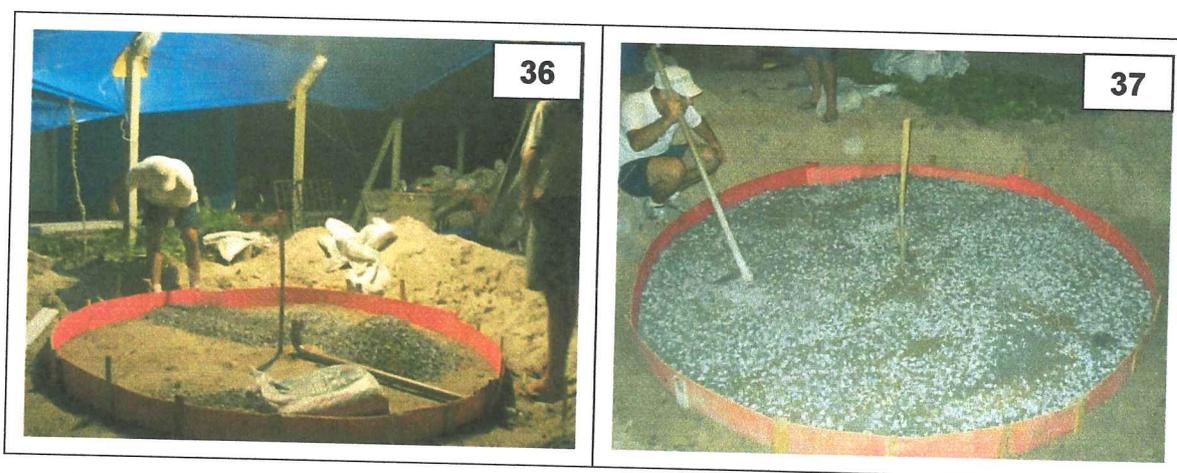
Temendo a possibilidade de chuva na manhã seguinte, o grupo optou por adiantar a etapa de construção do contra-piso. Desta forma, a tarefa inicial foi a de cavar e bater o piso do círculo de 20 a 30 centímetros de profundidade e com 50 cm a mais que o diâmetro de 2,5 m definido para o reservatório (FIGURAS 34 e 35).



FIGURAS 34 E 35 – PREPARO DA BASE DO CONTRA-PISO. FONTE: O AUTOR, 2011.

O passo seguinte foi o de ao redor do círculo demarcado para a cisterna cravar umas estacas de madeira no solo e nela pregar uma chapa fina de madeira, fechando, desta forma, uma caixa circular. O intuito disto é a contenção, evitando que a massa do piso escorra enquanto seca.

Em seguida, com o uso de uma mangueira de nível a queda é acentuada no sentido do dreno de lavagem e a caixa circular é toda preenchida com brita (FIGURAS 36 e 37).



FIGURAS 36 E 37 – NIVELAMENTO DA BASE DO CONTRA-PISO. FONTE: O AUTOR, 2011.

Concluída a base do contra-piso, uma malha em ferro de 4.2 mm pré-moldada, é cortada um pouco maior que o diâmetro da cisterna, com o cuidado de entortar as sobras para fora, verticalmente, o que depois vai tornar possível o encaixe da parede lateral (FIGURAS 38 e 39).



FIGURAS 38 E 39 – RECORTE DA MALHA DE FERRO ESTRUTURAL PARA O PISO. FONTE: O AUTOR, 2011.

A etapa do contra-piso se estendeu até a noite de domingo quando a área circular do contra piso foi preenchida com duas camadas de massa forte (três partes de areia média e uma de cimento), com o cuidado para que a malha em ferro preparada fosse firmada entre as duas camadas (FIGURAS 40 e 41).

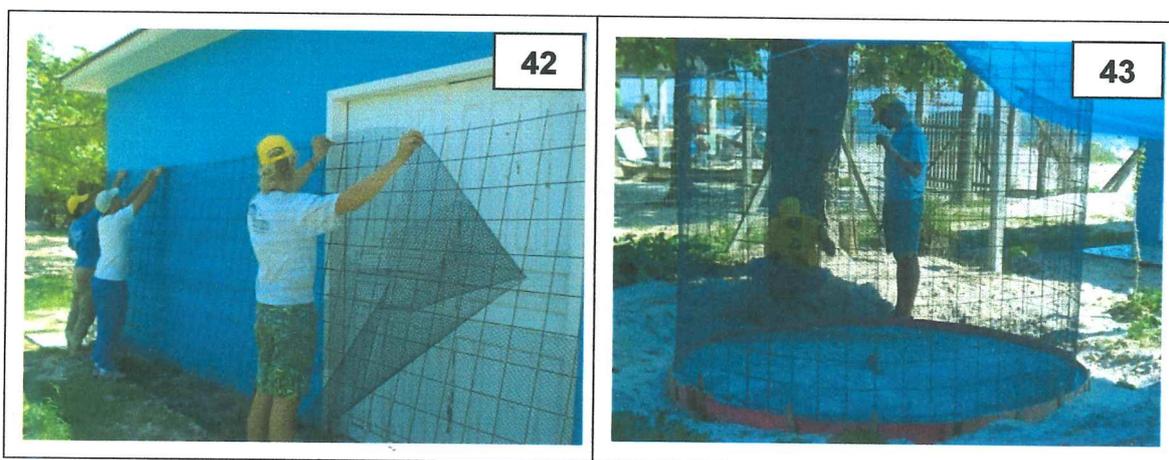


FIGURAS 40 E 41 – REVESTIMENTO DO CONTRA-PISO. FONTE: O AUTOR, 2011.

### 5.3.2.3. Parede lateral (cilindro)

O esqueleto da parede lateral da cisterna foi construído com a mesma malha de ferro utilizada para o piso, no entanto, agora revestida com tela plástica de 10 mm e fixada através de lacres plásticos.

Após revestir a malha em ferro com a tela plástica, essa estrutura foi moldada em forma de um cilindro (com a tela plástica voltada para o lado externo), e fixada nos vergalhões do contra-piso, com o uso de arame recozido (FIGURAS 42 e 43).



FIGURAS 42 E 43 – FIXAÇÃO DA MALHA PREPARADA E MOLDE DO CILINDRO. FONTE: O AUTOR, 2011.

A altura da cisterna, conforme citado anteriormente, é fixa e condiz com a largura da malha de ferro que é igual a 2 m. Já seu comprimento, o que vai dar forma ao cilindro, pode ser calculado através da relação:

$$C = 2 \times \pi \times r \Rightarrow 2 \times 3,1416 \times 1,25 \text{ m} \Rightarrow \cong 8 \text{ m}$$

(Fórmula 03)

Onde:

C = comprimento de uma circunferência (m)

$\pi = \text{Pi} = 3,1416$

r = raio = 1,25 m

Ao comprimento estabelecido na fórmula para a malha de ferro acrescentou-se duas fileiras a mais dos 'quadrates' da malha para que, no local de encontro das "paredes" do cilindro, estas pudessem ser sobrepostas a fim de garantir estabilidade e resistência à estrutura.

Depois de fixado com arame no contra-piso, o cilindro é envolto por uma barra de ferro 5.0 mm passando a cada 50 cm e a partir do chão, formando verdadeiras cintas que fortalecem o molde cilíndrico (FIGURA 44).



FIGURA 44 – REFORÇO DO CILINDRO COM VERGALHÃO 5mm. FONTE: O AUTOR, 2011.

O uso do lacre plástico para fixação da tela e a ajuda de dois moradores voluntários, fez com que esta etapa fosse concluída antes do previsto, logo ao término da manhã de segunda-feira (24/10).

#### 5.3.2.4. Revestimento do cilindro

O revestimento do cilindro foi realizado entre a tarde de segunda-feira (24/10) e a manhã de quinta-feira (27/10). Nesta etapa da construção, assim como

nas seguintes, com exceção de Jaime, a equipe do laboratório não contou mais com a participação de membros da comunidade.

Após molde e fixação da malha preparada nas esperas do contra-piso, o próximo passo foi o de revestimento interno e externo do cilindro constituído (FIGURAS 45 à 47). Desta forma, uma massa na proporção 3X1 (areia x cimento) foi novamente preparada. É bastante importante certificar que a areia comprada seja de tamanho médio, caso contrário, a massa não confere liga.

A massa forte foi aplicada em uma camada de 1 a 3 cm de espessura no lado externo do cilindro, de baixo para cima e simultâneo ao longo de toda a parede para evitar de tremer a tela e a massa ao lado desgrudar.

A espessura da camada pode variar de acordo com a experiência da equipe de trabalho, o que implica em maior ou menor demanda de material (SOUZA, 2008).



FIGURAS 44 E 45 – REVESTIMENTO PELO LADO EXTERNO DO CILINDRO. FONTE: O AUTOR, 2011.

A massa apresentava uma consistência não muito líquida nem muito sólida, o que permitiu sua aderência na malha preparada. Foi deixado exposto (sem aplicação de massa) 01 quadrante de malha em ferro na parte superior do cilindro, para amarração posterior da tampa.

Logo, quando constatado que a massa de fora já estava enxuta, aplicou-se a primeira camada de reboco na face interna, do mesmo modo como feito na parte externa.

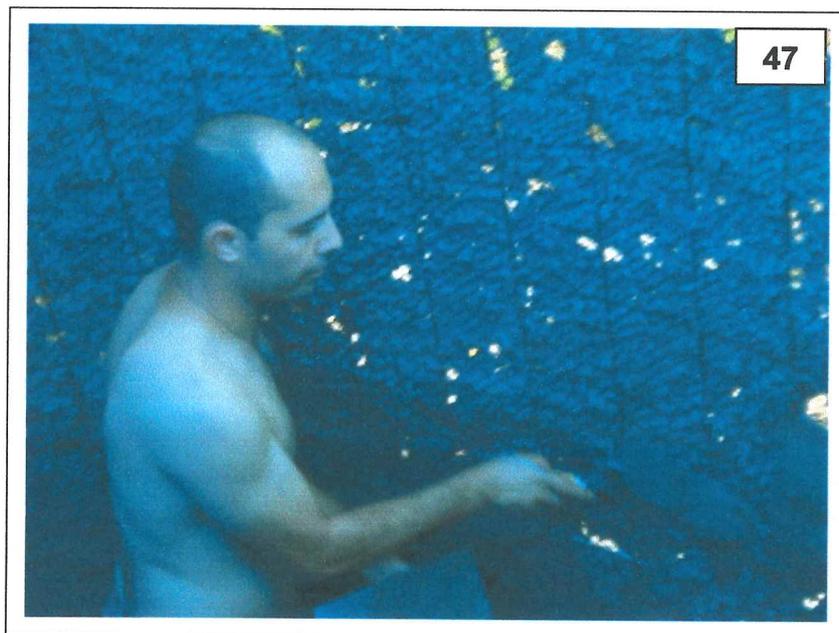


FIGURA 47 – REVESTIMENTO PELO LADO INTERNO DO CILINDRO. FONTE: O AUTOR, 2011.

Ao término da aplicação da massa interna e externa as mesmas se encontravam desuniformes e porosas. Sendo assim, quando notado certo grau de rigidez, em ambas as camadas, todo o cilindro foi escovado com o uso de uma esponja molhada empregada em movimentos leves e circulares (FIGURAS 48 à 50).

Por fim, com o propósito de impermeabilizar o cilindro e o piso, uma camada de cimento puro com água (natinha) é aplicada como base sendo em seguida recoberta com selante próprio para caixa d'água.



FIGURAS 48 À 50 – ESCOVAMENTO DO CILINDRO. FONTE: O AUTOR, 2011.

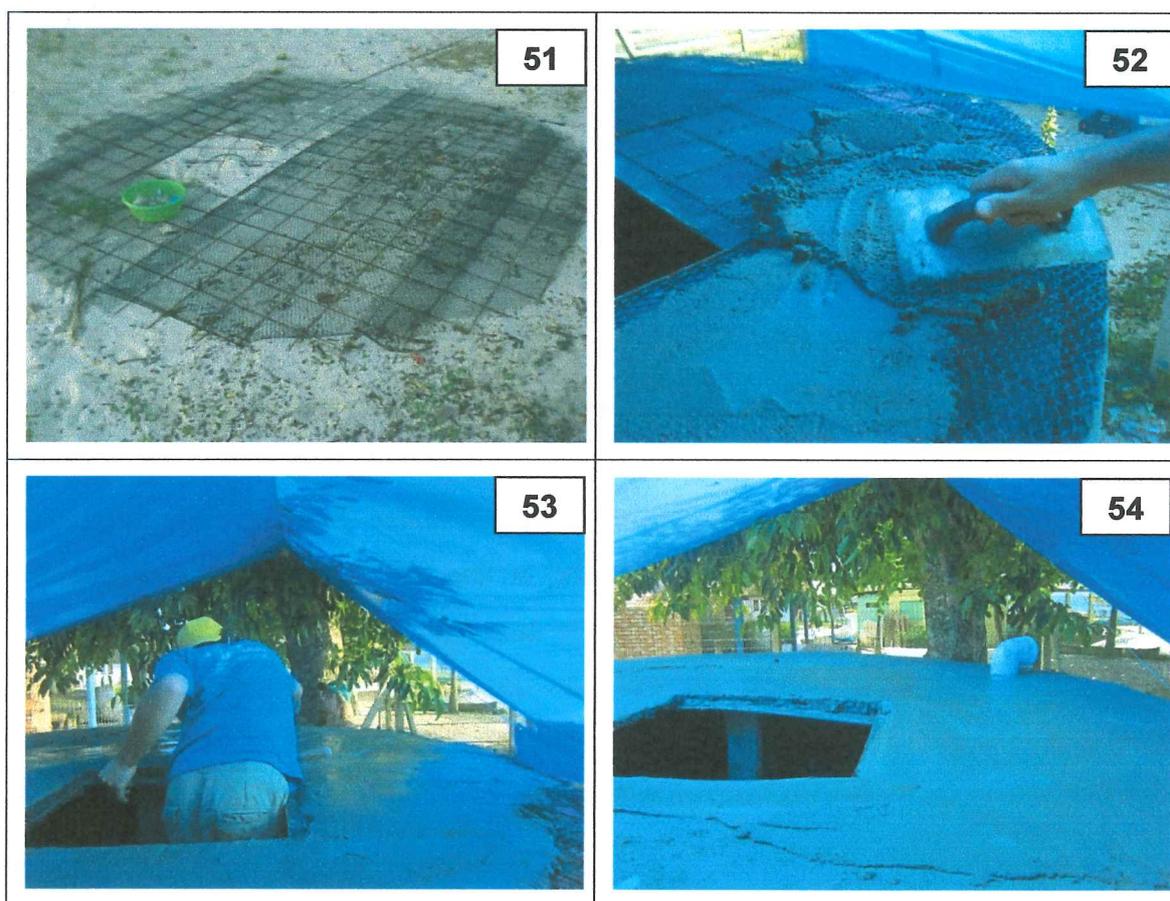
#### 5.3.2.5. Revestimento da face superior

Previamente ao revestimento da face superior, uma estrutura de apoio foi construída para suportá-la até que a massa enxugue e não escorra. Para tanto, uma chapa de madeira no formato circular da face superior foi recortada e escorada desde o piso com vigas de madeira.

Em seguida, uma malha preparada foi disposta sobre o cilindro e recortada em tamanho maior que a circunferência, para facilitar a curvatura e amarração com

arame galvanizado da face superior no cilindro. A tela plástica ficou voltada para cima.

Uma abertura de 60x60cm foi feita na face superior para permitir o acesso no interior da cisterna. Este recorte foi preservado e serviu de molde para a confecção da tampa de acesso à parte interna da cisterna. Logo, quando consolidada a estrutura, o passo final foi o de revesti-la com massa forte (3x1) similar à utilizada nos passos anteriores e em seguida, escová-la com esponja (FIGURAS 51 à 54).



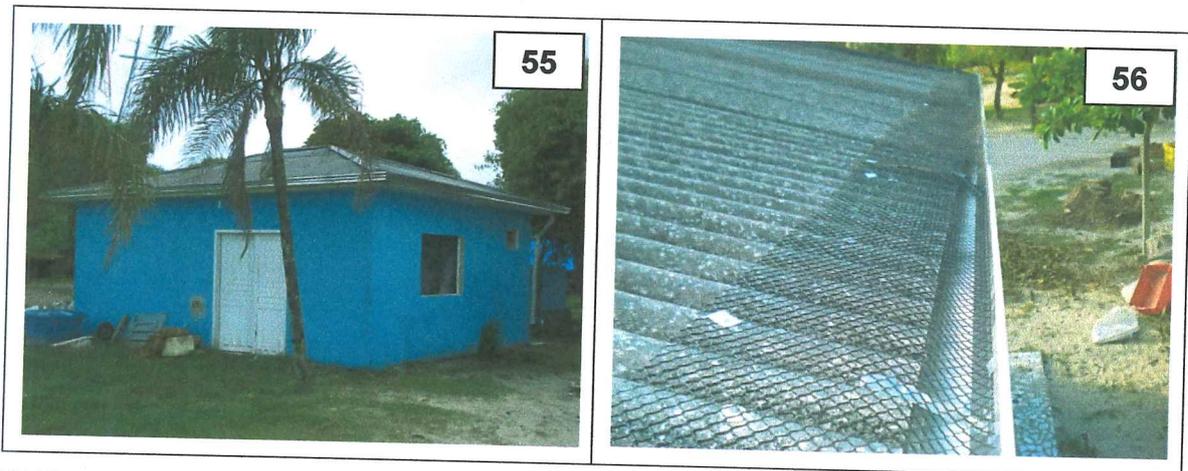
FIGURAS 51 À 54 – PREPARO E REVESTIMENTO DA MALHA SUPERIOR. FONTE: O AUTOR, 2011.

A etapa de revestimento da face superior se iniciou na tarde de quinta-feira (27/10) e foi concluída na manhã de sexta-feira (28/10) paralelamente à etapa de instalação dos componentes hidráulicos.

#### 5.3.2.6. Componentes hidráulicos

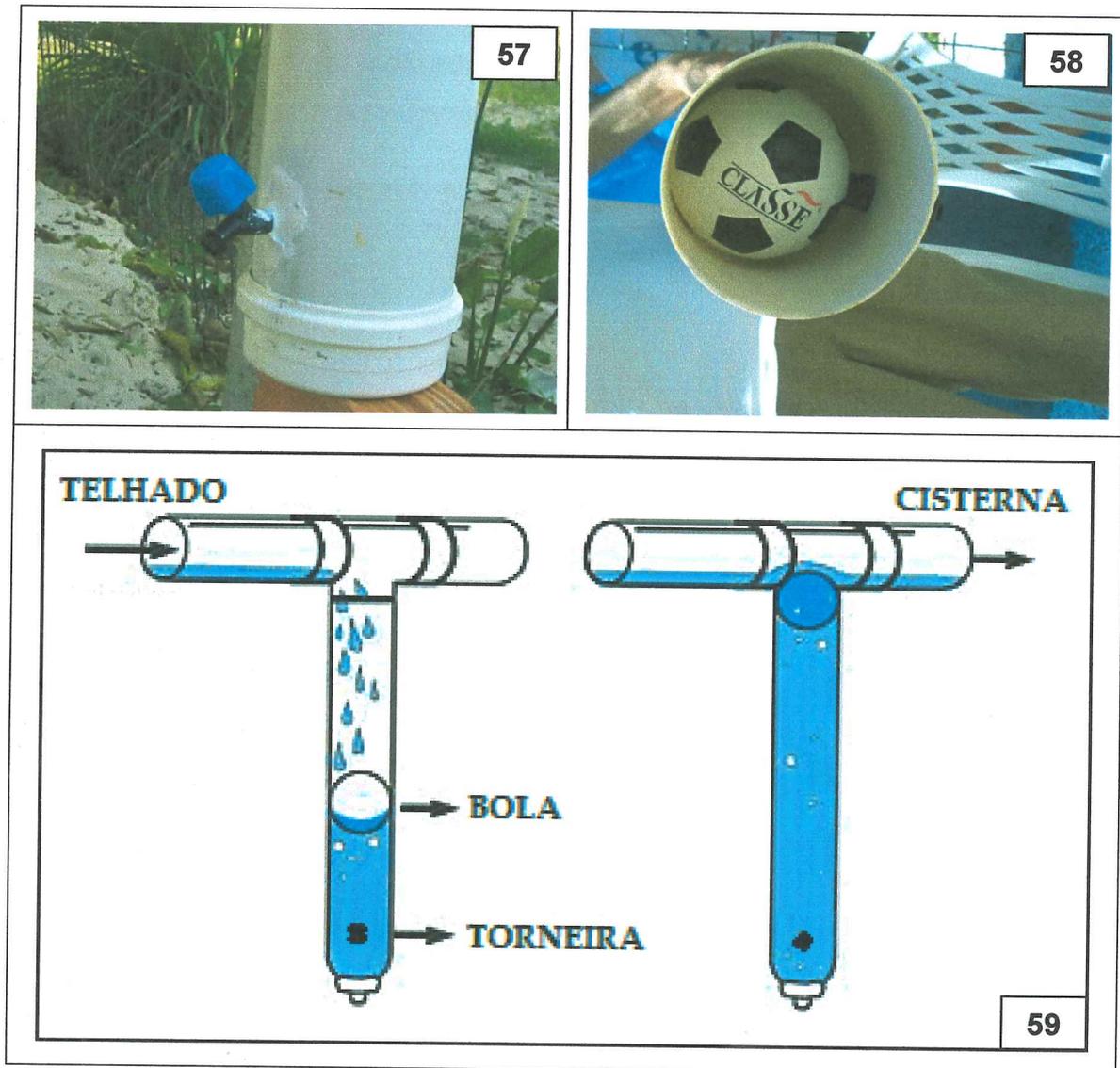
Além do dreno instalado previamente na etapa do contra-piso, os componentes hidráulicos do sistema se constituem de um jogo de calhas coletoras, tubo de descarte das primeiras águas, registro e ladrão de saída.

A água da chuva que cai no telhado é coletada por um jogo de calhas que a conduzem por uma tubulação finalizada em orifício na face superior da cisterna. Uma tela protetora entre a calha e o telhado e um ralo na saída do jogo de calhas foram instalados para evitar que o excesso de folhagem bloqueasse a tubulação (FIGURAS 55 e 56).



FIGURAS 55 E 56 – SISTEMA DE CALHAS E TELA PROTETORA. FONTE: O AUTOR, 2011

O dispositivo de descarte das primeiras águas consistiu de um tubo vertical contendo uma torneira na base e uma bola de borracha em seu interior. À medida que a água é coletada no telhado, vai sendo primeiramente desviada por este tubo, de maneira que a bola sobe até o ponto mais alto, travando numa redução e fechando o cano. É a partir daí que a água mais limpa começa a preencher a cisterna. Ao término da chuva, ou quando se queira descartar a água suja acumulada neste tubo, a torneira da base é aberta. É importante que este descarte seja periódico para que a qualidade da água armazenada seja melhor (FIGURAS 57 à 59).



FIGURAS 57 À 59 – REGISTRO E BOLA DE BORRACHA NO INTERIOR DO TUBO DE PRIMEIRAS ÁGUAS. FONTE: O AUTOR, 2011.

O passo seguinte foi instalar o registro de saída conectado a uma flange fixada na parte inferior do cilindro, de maneira a aproveitar a própria pressão da coluna d'água para distribuí-la. Para fixação da flange foi utilizado uma furadeira com serra copo acoplada e massa de calafetar ao redor para vedar a saída.

O ladrão (joelho de saída) é instalado na parte mais alta para que quando o reservatório atinja seu limite, o excesso possa ser direcionado para infiltração ou mesmo armazenamento em um tambor. A massa de calafetar foi também aplicada ao redor do joelho de saída.

Desta forma, sexta-feira (28/10), por volta das 16h00 o sistema havia sido concluído (FIGURA 60), restando apenas a etapa da pintura e um último retoque de massa marcados para 15 dias após tempo para a secagem devida. Um check-list

geral das ferramentas foi realizado, os resíduos da obra ensacados e embarcados com a equipe no retorno a Pontal do Sul.



FIGURA 60 – RESERVATÓRIO CONCLUÍDO. FONTE: O AUTOR , 2011.

#### 5.3.2.7. Pintura e acabamento

Passados 20 dias desde a finalização da construção, a equipe do laboratório Sócioambiental desembarca novamente na ilha, que além do autor era composta pelos estudantes de oceanografia Luiz Gustavo Deneka, Diego Costa Nogueira, Nicole Paloschi e o artista e colaborador Vitor Cordeiro.

O sistema apresentava bom funcionamento e o volume de água coletada já ultrapassava a metade do reservatório. As escoras de madeira foram mantidas durante estes 20 dias e, ao retirá-las, as partes da malha de ferro da face superior que eventualmente ficaram expostas foram revestidas com massa, evitando seu contato com o ar e a água, que poderiam oxidá-la, comprometendo a estabilidade da cisterna.

A prática de pintura retratou, em parte, o funcionamento do sistema e o restante da área da cisterna ficou aberta para expressão livre do artista colaborador (FIGURAS 61 à 63).



FIGURAS 61 À 63 – PINTURA DO RESERVATÓRIO. FONTE: O AUTOR, 2011.

#### 5.4 AVALIAÇÃO DA OFICINA VISANDO REPLICAÇÕES FUTURAS

A oficina intitulada 'COLETA E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM CISTERNA CONSTRUÍDA DE FERROCIMENTO' foi satisfatória principalmente do ponto de vista técnico da construção que serve de modelo e incentivo para futuras iniciativas no aproveitamento residencial da água de chuva na Vila das Peças e outras comunidades vizinhas que sofrem os mesmos problemas recorrentes do déficit no abastecimento de água.

A técnica de construção em ferrocimento mostrou ser de execução relativamente simples, de custo acessível e com alto potencial de replicabilidade.

O custo total da oficina teórico-prática, incluindo a compra de ferramentas de trabalho, materiais para alvenaria, encanamento e válvula separadora, transporte dos materiais, reprodução de material escrito, lanches e mão-de-obra (alimentação, transporte e estadia da equipe por 5 noites), ficou estimado em aproximadamente R\$ 5.680,00 (TABELA 3). É importante salientar que o valor mencionado acima não reflete o custo real da construção da cisterna propriamente dita, que seria muito menor, caso não agregasse os gastos com ferramentas (a maior parte delas as pessoas possuem em suas casas), compra e instalação das calhas, alimentação e estadia da equipe de trabalho, transporte ida-e-volta dos materiais e da equipe desde Pontal do Sul, impressões, entre outros; tendo sido estimado em aproximadamente R\$ 1.170,00.

ITEM	CUSTO APROXIMADO (R\$)
Ferramentas de trabalho	1.800,00
Materiais para construção	1.170,00
Mão de obra	900,00
Compra e instalação das calhas	1.200,00
Transporte	400,00
Impressões	110,00
Lanche servido na aula	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>5.680,00</b>

TABELA 3 – RELAÇÃO DOS CUSTOS DA OFICINA TEÓRICO PRÁTICA. O AUTOR, 2011.

Vale ressaltar que a equipe executora do projeto possuía pouca ou nenhuma experiência nos trabalhos da construção e, mesmo assim, conseguiu executar a obra no prazo previsto e com a qualidade devida.

Por outro lado, a participação e o interesse da comunidade pelo curso foram bem abaixo do esperado. Com exceção de Jaime, beneficiado pela construção do reservatório em seu terreno, a colaboração dos moradores locais durante as duas etapas da capacitação praticamente inexistiu.

Esta não é a primeira vez que isto ocorre nos trabalhos propostos pelo laboratório na Vila da Peças. Na construção das estações de tratamento de esgoto por zona de raízes (ETEZR's), por exemplo, durante a fase de implantação dos 04 primeiros módulos, a prática de construção e o monitoramento se restringiu basicamente aos moradores das casas beneficiadas.

Pode ser que esta participação reduzida esteja relacionada ao fato de, a prática de construção, ter sido realizada em residência particular, o que os pode levar a crer que aquele morador está sendo privilegiado injustamente.

No caso específico da construção da cisterna em ferrocimento é importante considerar a relevância do termo de cooperação (APÊNDICE 9) estabelecido entre o Laboratório Sócio Ambiental e o morador beneficiado pela construção. Das partes previstas no documento todas foram cumpridas a risca. Por outro lado, ainda em relação à baixa participação da comunidade durante os cinco dias da prática de construção, vale ressaltar o fato de que muitos moradores, e especificamente os construtores, tem uma rotina de trabalho e acabam não tendo a oportunidade de se capacitar em cursos como este.

Por esta razão, a exposição oral e o folheto de apoio à construção foram criados pensando justo numa forma didática de expor o tema, de forma que mesmo aqueles que não conseguissem participar do módulo prático estivessem aptos a replicar o sistema. No entanto, o não comparecimento da comunidade na exposição oral marcada e remarcada não se justifica e impediu que eles tivessem acesso a esse material.

De fato, caso o envolvimento dos construtores houvesse se concretizado, o tempo de execução da obra poderia ter sido ainda mais curto, visto que a técnica de ferrocimento é facilmente assimilada por aqueles que já têm certa experiência nos trabalhos da construção.

Outros problemas enfrentados no estabelecimento de sistemas para o aproveitamento de águas consistem em: a) dificuldade de difusão de informação sobre as técnicas aplicadas com sucesso; b) falta de conhecimento da existência e importância dessas técnicas nos vários níveis de participação pública e tomada de decisões; c) limitações econômicas; d) ausência de coordenação interinstitucional e multidisciplinar; e) ausência de uma legislação adequada; e f) incapacidade de avaliar de forma apropriada o impacto da introdução de tecnologias alternativas nas situações existentes (PALMIER, 2001).

Entre outras, coletar dados relativos aos custos e benefícios dessas técnicas, identificar as condições para transferir com sucesso técnicas de uma região para outra, e propor formas de monitoramento e avaliação para obtenção de dados básicos e informação da capacidade de aceitação dos impactos socioeconômicos dessas técnicas; são algumas medidas que poderiam ser

estudadas e desenvolvidas para aprimorar o uso das técnicas de gestão de água da chuva (SIEGERT *et al.*, 1998<sup>10</sup> *apud* PALMIER, 2001).

---

<sup>10</sup> SIEGERT, K., PETRY, B. e BOERIU, P. **Water harvesting systems: design aspects.** In: Engineering components of water harvesting systems, Petry, B. e Boeriu, P. (ed.), 1998.

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho parte do reconhecimento da escassez e má gestão da água doce como um dos problemas ambientais atuais mais graves. Um dos problemas dessa gestão é o privilegio que as autoridades sanitárias governamentais vêm dando historicamente a fontes volumosas como mananciais e rios, assim como aos grandes sistemas de distribuição centralizada. A racionalidade disso é a necessidade de atender com abastecimento permanente de água potável a grande quantidade de população que se concentra em centros urbanos. Do lado dos consumidores, o acesso facilitado e permanente a água doce e potável, assim como os preços baixos pagos por esta, induzem a um uso irresponsável que não limita devidamente as quantidades usadas e que utiliza água potável para usos que poderiam dispensar dessa qualidade.

Essa modalidade centralizada de gestão da água doce tem implicado o abandono de outras fontes antigamente mais utilizadas, como é o caso da coleta de água de chuva, que pode ser usada para fins que não demandam potabilidade, diminuindo a demanda por água potável para ser usada quando for estritamente necessário.

O fato dos sistemas centralizados de suprimento de água potável serem desenhados para o meio urbano tem implicado a simples falta do serviço ou a inadequação das formas de suprimento do recurso nas comunidades rurais que, por definição, são relativamente isoladas ou distantes dos centros urbanos. Quando as autoridades sanitárias se ocupam de abastecer água potável a esse tipo de comunidades tendem a fazê-lo reproduzindo o modelo aplicado nas cidades, isto é captando água num manancial ou rio e construindo uma rede centralizada de distribuição com uma relação custo benefício muitas vezes deficitária, já que os custos são altíssimos e a população beneficiada é pouca. Por outro lado, uma vez que os consumidores recebem água nas suas casas sem enxergar a sua origem, e sem pagar ou pagando muito pouco por ela, tendem a abandonar as fontes que usavam antes e a fazer um uso irresponsável da água não se dispondo a economizá-la. Confunde-se assim o direito de acesso a esse recurso vital com usos particulares abusivos que constituem uma irresponsabilidade social.

Um caso particular desta situação são as comunidades rurais costeiras localizadas em ilhas, de forma que a comunidade da Vila das Peças, escolhida para

receber a oficina teórico-prática aqui relatada, mostra claramente essa situação. Nela, como relatado, um sistema centralizado de suprimento de água potável encanada foi instalado pela autoridade sanitária, e a população paga muito pouco pelo serviço. A fonte resulta insuficiente, mas, mesmo assim, a população não economiza devidamente seu uso e não tem diversificado as fontes todo quanto seria possível, nem separado devidamente os usos segundo a necessidade ou não de potabilidade. Usam água do subsolo, até para usos que exigiriam potabilidade porque aparentemente é limpa, configurando um quadro de falta de água potável e de usos inadequados para a parcela não potável.

Frente a esta situação, o LabSoc/CEM/UFPR, no marco do Programa de extensão universitária "Alternativas de Saneamento para Vila das Peças", desenvolvido desde 2005, implantou em parceria com ECODAMATA, os ESF, a comunidade, e diversos apoios institucionais um reservatório de 30.000 litros em 2006, e, recentemente, colaborou com os ESF na instalação de um sistema de coleta de água de chuva, integrado com água do subsolo e da rede, e com sistemas de potabilização na escola. O reservatório mitiga, mas não resolve a falta de água na fonte do sistema centralizado de água encanada e, para pior, a comunidade tem deixado ele em desuso. Por outro lado, o sistema implantado na escola resolve o problema de falta de água num local público onde é imprescindível, mas se limita a este. A partir do anterior, este projeto se propôs somar às ações do Programa a implantação de um sistema de coleta e armazenamento de água de chuva apropriado para unidades domiciliares e similares, como forma de impulsionar o uso dessa fonte alternativa e oferecer um modelo replicável pelos moradores desta e de outras comunidades similares.

A pesquisa bibliográfica realizada mostrou a coleta de água de chuva no telhado e a cisterna construída em ferrocimento como uma boa alternativa para esta proposta. Suas características de baixo custo inicial, aliadas à simplicidade e facilidade de construção, manutenção e controle fazem com que seja importante efetuar esforços para incrementar tanto os estudos teóricos sobre esses sistemas, como para aumentar sua aplicação prática em regiões que enfrentam problemas de abastecimento de água. Quis-se enfatizar com este estudo que a água de chuva não só pode assumir um papel complementar importante na equação dos problemas de saneamento existentes, mas que o manejo sustentável dela é imprescindível para que as fontes de abastecimento não sejam exauridas, os preços d'água não

disparem, e as doenças de origem hídrica possam ser controladas com mais eficácia.

É esperado desta experiência o incentivo do uso da água de chuva para consumo doméstico em regiões costeiras isoladas e com fontes restritas de água. Isto proporcionará maior autonomia e segurança hídrica às comunidades, contribuindo para a conservação dos mananciais e manutenção do estoque de água doce para esta e para as gerações futuras. Aproveitar a chuva, que vem gratuitamente do céu, com tecnologias simples e sustentáveis, é um sinal de inteligência e comprovação de que se pode avançar rumo a um mundo melhor (GROUP RAINDROPS, 2002).

Porém, propostas como esta são insuficientes para modificar a gestão atual da água doce, porque provem da iniciativa de instituições que não são as responsáveis dela, como universidades ou ONGS, e porque ficam restritas aos locais onde se ensaiam ou, no melhor dos casos, à região próxima. Daí que é fundamental despertar a atenção das autoridades sanitárias governamentais para que elas integrem estas alternativas de forma a diversificar os modelos de captação, armazenamento e distribuição da água doce a serem implantados e promovidos, especialmente nas áreas rurais. Nesse sentido é muito pertinente a frase citada na abertura do IX Congresso Internacional de Sistemas de Captação de Águas de Chuva, realizado em Petrolina, no ano de 1999, que diz que: "O que é mais necessário é a aceitação moral dessas técnicas e a vontade política de implementar os sistemas" (CARLON, 2005).

Vale lembrar, nesse sentido, que além dos benefícios locais, o objetivo destas ações realizadas pelo laboratório Sócioambiental na Vila das Peças, é o de montar um modelo integrado de saneamento alternativo adequado técnica e socialmente às condições das comunidades rurais isoladas, que seja replicável pelas mesmas comunidades, e cuja eficácia seja base do reconhecimento e adoção pela autoridade sanitária estadual, de forma que esta promova a sua ampla implantação.

Em relação a este aspecto vale também a lembrança de que muitos trabalhos de caráter ambiental e social já foram e estão sendo executados na Vila, por instituições do terceiro setor (ONG's), universidades e outros. O sistema de parceria entre instituições públicas, privadas e a comunidade em questão facilitam o sucesso das ações na Vila. Porém, não se pode perder de vista que é de

responsabilidade municipal a gestão e o gerenciamento dos programas de atendimento aos serviços básicos, entre eles o saneamento.

Por outro lado, destaca-se a importância de discutir a gestão da água em todos os aspectos e de incluir na sua concepção e implantação todos os atores envolvidos com a questão, particularmente os consumidores. As soluções para as questões hídricas não devem apenas incorporar fontes e tecnologias alternativas de captação, armazenamento e preservação da água. É um problema que exige mudança de mentalidade e de atitudes, compromissos sociais de todos os envolvidos em processos politicamente inclusivos (PICCAZIO, 2007).

A autonomia das comunidades é um ponto importante que se relaciona com as tecnologias sociais apresentadas. Quando as pessoas são capazes de assumir os problemas e de construir as soluções, a auto-estima e responsabilidade aumentam, se tornando importantes fatores para atingir coletivamente melhor qualidade de vida (ALMEIDA *et al.*, 2010). Mas, para que as comunidades assumam a gestão de seus próprios problemas e participem ativamente na concepção e execução das soluções falta amadurecimento, autonomia e consciência. Desta forma, tanto oferecer soluções técnicas alternativas quanto abrir a possibilidade de participação são insuficientes sem um processo educativo, que atinja esses aspectos.

A oficina realizada na Vila das Peças se propôs principalmente apresentar a alternativa técnica e capacitar as pessoas para sua replicação. Os aspectos educativos previstos na concepção da oficina foram mínimos. Entendeu-se que sua abordagem requer projetos mais complexos, de implantação mais prolongada que estavam fora das possibilidades do autor no marco da elaboração de uma monografia de fim de curso de graduação.

Já considerando a realização da oficina, a ausência de público na aula e a ausência de pessoas da comunidade envolvidas na construção, reduziram absolutamente o cumprimento desses aspectos e objetivos, de forma que a oficina resultou principalmente na demonstração de uma solução técnica possivelmente replicável pelos comunitários. Isso comprova e destaca que, ainda sendo muito valiosa e oportuna essa demonstração, o problema principal é de falta de consciência, de autonomia, de compromisso da população para ter uma atitude diferente com a questão da água, entre outras que a afetam. Assim, o trabalho ressalta a necessidade de programas educativos de meio e longo prazo que foquem

as questões mais profundas para desenvolver sujeitos políticos autônomos e comprometidos, assim como programas específicos em matéria de gestão da água e saneamento em geral.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis – Requisitos**. NBR 15527. Rio de Janeiro, 2007.
- ALMEIDA F. B., LEITE, H. C. M., SILVA, J. M. **Banheiro Seco: Uma alternativa ao saneamento em comunidades rurais e tradicionais**. Projeto final de curso II (Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 100p. 2010.
- ANGULO, R. J. & SOUZA, M<sup>a</sup>. C. **Zoneamento Econômico-ecológico da APA de Guaraqueçaba – Geologia dos Sedimentos Cenozóicos**. SEMA/IBAMA, Curitiba, 1996.
- ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 150 p. 2005.
- ARNT, R. **Clara água, clara água**. Super Interessante. São Paulo, v.9, n.5, p.46-51, 1995.
- ARTEN, A. R. **Processo de implantação de estações de tratamento de esgoto por zona de raízes na Vila das Peças (Guaraqueçaba-Paraná)**. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 118p. 2007.
- ASMUS, M. & KITZMANN, D. (Orgs). **Gestão costeira no Brasil: estado atual e perspectivas**. In: ECOPLATA: Programa de apoyo a La gestión integrada en La zona costera uruguayana. Uruguai. Relatório técnico. Fundação Universidade Federal de Rio Grande – FURG / RS. 63p. 2004

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em áreas urbanas.** Diretrizes. Rio de Janeiro, 2007.
- AZEVEDO NETTO, J. M. **Aproveitamento de águas de chuva para abastecimento.** Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, ano III, n.2, abr./jun. p.44-48. 1991.
- BARCELLOS, B. R.; FELIZZATO, M. R. **Aproveitamento das águas atmosféricas.** In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande. Saneamento Ambiental Brasileiro: Utopia ou Realidade? Campo Grande: ABES. p. 112 - 112. CD-ROM. 2005.
- BARROS, R. T. V. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios.** 2. vol. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG. 1995.
- BIGARELLA, J. J. **A serra do mar e a porção oriental do Estado do Paraná - Contribuição à geografia, geologia e ecologia regional.** Curitiba: Secretaria do Estado do Planejamento – Associação de Defesa e Educação Ambiental, 248p., 1978.
- BORN, H. R. **Seguridade Hídrica, Comitês de Bacia Hidrográfica e Cidadania.** Brasília, R. CEJ., Brasília, n.12, p.63-70. 2000.
- BRASIL, Presidência da República. **LEI N° 9.795**, de 27 de abril de 1999.
- BRASIL. Decreto n. 5.300 de 7 de dezembro de 2004. **Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC e dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 dez. 2004.
- BRASIL, FUNASA. **Manual de Saneamento.** Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Brasília, 2004.

BRASIL, Presidência da República. **Lei 11.445 de 05 de Janeiro de 2007**, In: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20072010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2007/Lei/L11445.htm)>, consulta em 07/08/2011.

CAMPOS, M. A. S.; AMORIM, S. V. **Aproveitamento de água pluvial em um edifício residencial multi-familiar no município de São Carlos**. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL: QUALIDADE AMBIENTAL E RESPONSABILIDADE SOCIAL. Porto Alegre: ABES. CD-ROM. 2004.

CARDOSO, P. C. **Viabilidade do aproveitamento de águas de chuvas em zonas urbanas: Estudo de caso no município de Belo Horizonte – MG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 171P. 2009.

CARLON, M. R. **Percepção dos atores sociais quanto as alternativas de implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva em Joinville – SC**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 202P. 2005.

COHIM, E. *et al.* **Captação direta de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Belo Horizonte, 2007.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A. **Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios**. In: IX SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2008. Salvador: Anais do IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2008.

CORREA, M. F. M. **A pesca artesanal da tainha no litoral do Estado do Paraná**. Curitiba, Secretaria de Estado da cultura: Imprensa Oficial, 1993.

CZAJKOWSKI, S. **O Parque Nacional do Superagüi e alternativas para o planejamento de unidades de conservação de proteção integral.** Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2004.

CUNHA, I. **Desenvolvimento sustentável na costa brasileira.** Revista Galega de Economía, vol. 14, núm. 1-2, pp. 1-14, 2005.

DIEGUES, A. C. **Diversidade Biológica e Culturas Tradicionais Litorâneas: O caso das comunidades caiçaras.** NUPAUB – Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras – USP. Série Documentos e Relatórios de Pesquisa n. 5. São Paulo, 1988.

DIEGUES, A. C.; CUNHA, L. H. de O.; ROUGEULLE, M. D.; VON BEHR, M. F. **Comunidades Litorâneas e Unidades de Proteção Ambiental: Convivência e Conflitos - O Caso de Guaraqueçaba, Paraná.** NUPAUB – Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras – USP. Série Documentos e Relatórios de Pesquisa n. 3. São Paulo, 2004.

ENGELHARDT, R. P. **Projeto de Educação Ambiental dirigido a pescadores artesanais. Pontal do Paraná (PR).** Monografia (Graduação em Oceanografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2008.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais - (100 Maneiras Práticas).** Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

FISCHER, D. **Energia elétrica: um indutor de mudanças na comunidade da Vila da Barra do Superagüi - entorno do Parque Nacional do Superagüi - Paraná.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 131 p. 2004.

- GHISI, E. **Potential for potable water saving by using rainwater in the residential sector of Brazil.** Building and Environment, [S.l.], v. 41, p. 1544-1550, 2006.
- GNADLINGER, J. **Apresentação técnica de diferentes tipos de cisternas, construídas em comunidades rurais do semi-árido brasileiro.** In: 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, Embrapa do Semi-Árido. Petrolina, 1999.
- GOMES, J.; WEBER, D. C.; DELONG, C. M. **Dimensionamento de Reservatório de Armazenamento de Águas Pluviais, usando um Critério Financeiro.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 15, n.1, p 89-100, jan/mar 2010.
- GONÇALVEZ, V. B. **Sistemas de captação de água de chuva.** In: CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA – SISTEMAS RESIDENCIAIS, 2001, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2001.
- GROUP RAINDROPS. **Manual de utilização das águas pluviais (100 maneiras práticas).** Curitiba: Livraria Chain, 2002. 167p. Tradução de Roberto Fendrich e Rogério Oliynik. Tradução da versão inglesa de Nichibei Kaiwa Gakuin do original japonês "Yatte Miyo Amamizu Riyo".
- IPARDES. **Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba.** Curitiba, versão preliminar. Convênio IPARDES/IBAMA. V. 1. Plano de Desenvolvimento Sustentável do entorno do Parque Nacional do Superagüi – Guaraqueçaba/PR, 1997.
- IRCSA, International Rainwater Catchment Systems Association. **Rainwater Harvesting for Household and Agricultural Use in Rural Areas.** In: WORLD WATER FORUM. 2. – Electronic annals... Haia – Holland, 2000. Disponível em: <<http://www.irpaa.org.br/colheita/indexb.htm>>. Acesso em: 26 out. 2011.
- JQUES, R.C. **Qualidade da água de chuva no Município de Florianópolis. A potencialidade para o aproveitamento em edificações.** Dissertação (Mestrado em

- Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina de Mestrado. Florianópolis, 101 p., 2005.
- KASSEBOEHMER, A. L. **Restrições e impactos da legislação ambiental aplicada no município de Guaraqueçaba - PR.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 133p. 2007.
- KÖNIG, K. W. **Rainwater Technology Handbook - Rainharvesting in Building. Fundamentals, practical aspects, outlook. Includes materials and tools for planning and design.** WILO-Brain, Dortmund, Germany. 143p. 2001.
- LANA, P.C.; MARONE, E.; LOPES, R.M. & MACHADO, E.C. **The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil.** Ecological Studies, Coastal Marine Ecosystems of Latin American. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, v.144, p.131-145, 2001.
- LEGAN, L. **Soluções Sustentáveis – Uso da água na permacultura.** Editora Mais Calango, Pirenópolis/GO. Ecocentro IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado. 64P. 2007.
- MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2007.
- MARTINS, R. F. **Avaliação da qualidade das águas de chuva de Florianópolis, Tubarão, Criciúma e São Martinho, com ênfase na caracterização das influências marinhas e continentais simuladas através do modelo Hysplit.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.
- MAY, S. **Estudo da Viabilidade do aproveitamento de chuva para consumo não potável em edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção

Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2004.

OLSEN, S. B.; PADMA, T. V.; RITCHER, B. D. **Guia para o manejo da água doce aos estuários**. Agencia estadunidense para o desenvolvimento internacional. Washington D. C., EUA, 2009.

PALMIER, L. R. **Perspectivas da aplicação de técnicas de aproveitamento de água em regiões de escassez**. In: IV DIÁLOGO INTERAMERICANO DE GERENCIAMENTO DE ÁGUAS, 2001, Foz do Iguaçu. Resumos, 2001.

PARANÁ. **Lei n. 13.164, de 23 de maio de 2001. Dispõe sobre a Zona Costeira do Estado do Paraná e adota outras providências**. Diário Oficial, Curitiba, 28 mai. 2001.

PEREZ, M. L. **Integração da gestão de recursos hídricos com a zona costeira: estado atual e desafios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

PICCAZIO, C. **Água, urgente! Nosso futuro pode morrer de sede**. São Paulo: terceiro nome, 2007. (Coleção Repórter Especial).

PETERS, M. R. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de pós graduação em engenharia ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 109p. 2006.

PIERRI, N.; CHANG, M. Y.; VAN KAICK. **Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Recicláveis na Vila das Peças (Ilha das Peças, Guaraqueçaba-PR)**. Projeto de Extensão Universitária FDA/UFPR. Curitiba, 2005.

PIERRI, N. **Melhora do abastecimento de água potável e tratamento do esgoto doméstico na Vila das Peças (Guaraqueçaba-PR) visando otimizar o sistema de**

**saneamento.** Projeto de extensão universitária. Solicitação de continuidade. PROEC/CEM/UFPR, 2007.

PIERRI, N.; CHANG, M. Y.; VAN KAICK. **Promoting Sustainable Sanitation Solutions in a Fishing Community in Paraná – Brazil.** In: Sharing innovative experiences, vol.16 – UNDP, 2010. Nova Iorque, 2010.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água.** São Paulo: Escrituras Editora. 207 p., 2004.

ROCHA, E. P. **Nomes, rezas e anzóis: tradição e herança caiçara.** Curitiba: dissertação (Mestrado em Antropologia Social) - Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ROSA, R. G.; MENDES, R. L. R.; COSTA, T. C. D. **Comparativo de custos de utilização de águas subterrâneas e águas pluviais para abastecimento de água – caso da Ilha Grande em Belém.** In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS. São Luís, 2010.

RUSKIN, R. H. **Armazenagem de água em cisternas 1ª Parte: Uma velha idéia para um mundo moderno.** Água Latinoamérica, p.13-16, Jul/ago., 2001.

SALGE, P. G. **Avaliação da implantação do sistema de gestão dos resíduos sólidos na Vila das Peças, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil.** Monografia (Graduação em Oceanografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2007.

SANTOS, D. C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 7-18, 2002.

SEEGER, L. M. K.; SARI, V.; PAIVA, E. M. C. D. **Análise comparativa do aproveitamento da água da chuva na lavagem de veículos em duas cidades da**

**Região Sul e Centro-Oeste.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.], 2007. 1-13.

**SERAVAL, T. A. A Evolução da Pesca Artesanal e a Participação da Mulher na Reprodução Econômica e Social de uma Comunidade Pesqueira: O Caso de Vila das Peças (Ilha das Peças, Guaraqueçaba –PR – Brasil)** Monografia (Graduação em Oceanografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 152 p. 2007.

**SICKERMANN, J. M. Sistema de aproveitamento d'água das chuvas em edificações.** Técnica: revista de tecnologia e negócios da construção. São Paulo: Editora Pini, vol. 10, nº 59, p.69-71, fev. 2002.

**SOUZA, R. A. D. Captação e armazenamento de água de chuva em cisternas de ferrocimento.** Monografia (Especialização em Gestão dos Recursos Naturais) - Setor de Ciências Agrárias, Pontifícia Universidade Católica. Curitiba, 21p. 2008.

**STEFANONI, M. F. Ictiofauna e ecologia trófica de peixes em ambientes praias da Ilha das Peças, Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná.** Dissertação (Mestrado em Ciência Biológicas-Zoologia) Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 143p. 2008.

**TANABE, A.; WEBER, T. V. Análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos e discussão da área de acordo com o fluxo hidráulico de quatro ETE's por zona de raízes na Ilha das Peças – Guaraqueçaba/PR.** Monografia (Tecnologia em Química Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 86 p. 2009.

**TOMAZ, P. Conservação da água.** 1ed. São Paulo: Parma, 1998.

**TOMAZ, P. Economia de água para empresas e residências.** Editora Navegar. São Paulo, 2001, 112 p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva. Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis.** Navegar. São Paulo, SP. 2003.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, UNEP. **Rainwater harvesting and utilization. Newsletter and Technical Publications.** Disponível em: <<http://www.unep.or.jp/letc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/index.asp>> Acesso em 08 nov. 2011.

VALLE, J. A. B. et al. **Aproveitamento de água de chuva.** In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Campo Grande: ABES. p. 112 – 112. CD-ROM, 2005.

VIOLA, H.; NUNES, R. T. S.; FREITAS, M. A. V. **Aproveitamento de águas pluviais como potencial ação mitigadora dos efeitos das mudanças climáticas: o caso da Cidade do Samba no Município do Rio de Janeiro.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. São Paulo, 2007.

VIVEKANANDA, G. **Parque Nacional do Superagüi: a presença humana e os objetivos de conservação.** Dissertação (Mestrado em Conservação da Natureza) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 115p. 2001.

WATER HISTORY. **Aguadas, Cenotes & Chultuns,** 2006. Disponível em: <<http://www.waterhistory.org/histories/aguadas/>>. Acesso em: 26 out. 2011.

WINBLAD, U.; SIMPSON-HÉBERT, M. **Ecological Sanitation - revised and enlarged edition.** Stockholm Environment Institute - SEI, Stockholm, 2004.

WOOD, D.S. & WOOD, D.W. **Como planejar um programa de educação ambiental.** Centro para o Desenvolvimento Internacional e Meio Ambiente; Instituto de recursos mundiais; Serviço de pesca e vida silvestre dos EUA, Virginia, EUA, 2008.

YASSUDA, E. R. **Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais**. Revista de Administração. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 27(2):5-18. 1993

ZOLET, M. **Potencial de aproveitamento de água de chuva para uso residencial na região urbana de Curitiba**. Trabalho de conclusão de curso. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2005. Disponível em: <[www.puc.com.br/pr](http://www.puc.com.br/pr)>. Acesso em 23 out. 2011.

**APÊNDICES**

APÊNDICE 1 –	SLIDES DA AULA EXPOSITIVA.....	102
APÊNDICE 2 –	MANUAL DE APOIO A CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS.....	108
APÊNDICE 3 –	FORMULÁRIO DA ENQUETE INICIAL.....	113
APÊNDICE 4 –	FORMULÁRIO DA ENQUETE FINAL.....	115
APÊNDICE 5 –	MODELO DE LISTA DE PRESENÇA UTILIZADA.....	117
APÊNDICE 6 –	PLANEJAMENTO DO CURSO DETALHADO POR FASES....	118
APÊNDICE 7 –	PROGRAMA RESUMIDO DO CURSO.....	128
APÊNDICE 8 –	MODELO DO CONVITE UTILIZADO.....	130
APÊNDICE 9 –	MODELO DO CERTIFICADO PARA OS PARTICIPANTES...	131
APÊNDICE 10 –	TERMO DE COOPERAÇÃO DA CONSTRUÇÃO.....	132
APÊNDICE 11 –	FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO (ICMbio).....	133
APÊNDICE 12 –	ORÇAMENTO DA CONSTRUÇÃO.....	134

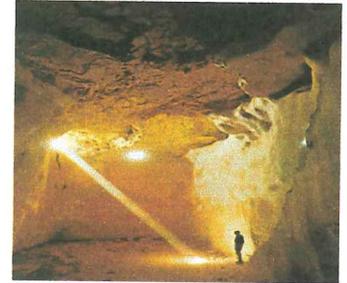
APÊNDICE 1- SLIDES DA AULA EXPOSITIVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, UFPR  
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
LABORATÓRIO SÓCIO AMBIENTAL



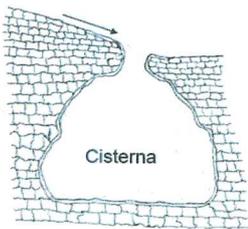
AS ÁGUAS DE CHUVA  
o APRENDENDO COM O PASSADO

A coleta da água da chuva é uma prática bastante antiga e que vem sendo retomada na atualidade.



Israel 850 a.C. –Fortaleza de Masada, rei de Moab: "... para que cada um de vós faça uma cisterna para si mesmo, na sua casa..."

AS ÁGUAS DE CHUVA  
o APRENDENDO COM O PASSADO



Século X: Cisterna do povo Maia, Yucatán – México. (Fonte: Anaya-Garduño, 2001)

AS ÁGUAS DE CHUVA  
o APRENDENDO COM O PASSADO



Tomar, Portugal –Fortaleza dos Templários. Abastecimento por captação de água de chuva desde o ano 1160.

AS ÁGUAS DE CHUVA  
o VANTAGENS E DESVANTAGENS

São inúmeras as **vantagens** na coleta e uso da água da chuva:

1. Uso de estruturas pré-existentes (lages, telhados e rampas)
2. Baixo impacto ambiental
3. Qualidade da água da chuva
4. Fonte complementar
5. Baixo custo no uso e manutenção
6. Suprimento no ponto de consumo



AS ÁGUAS DE CHUVA  
o VANTAGENS E DESVANTAGENS

Algumas possíveis **desvantagens** na coleta e uso da água da chuva:

1. Suprimento limitado
2. Falta de incentivos do estado
3. Água não-potável
4. Possível rejeição cultural
5. Pode demandar uso de eletricidade

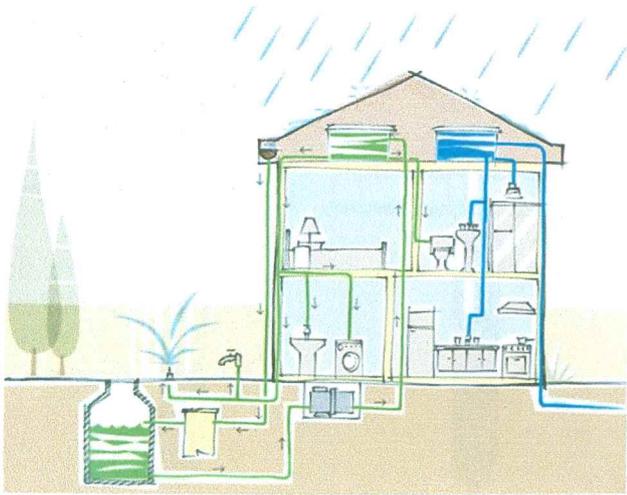


### AS ÁGUAS DE CHUVA o USOS DA ÁGUA NÃO POTÁVEL

- 1. Descarga de vaso sanitário
- 2. Lavagem de pisos
- 3. Lavagem de roupas
- 4. Gelo não-potável



- 5. Irrigação no jardim
- 6. Lavagem de embarcações
- 7. Reserva para incêndio
- 8. Usos da construção



### COLETA E ARMAZENAMENTO o DIFERENTES FORMAS



### AS ÁGUAS DE CHUVA o USO RESIDENCIAL

#### A água que gastamos em casa...

- 30% descarga no banheiro
- 35% higiene pessoal
- 20% lavagem de roupa
- 20% cozinha e água para beber
- 5% limpeza

55% da água que utilizamos não necessita de tratamento para consumo.

Durante um ano, uma pessoa consome, em média, 1.700 litros de água.



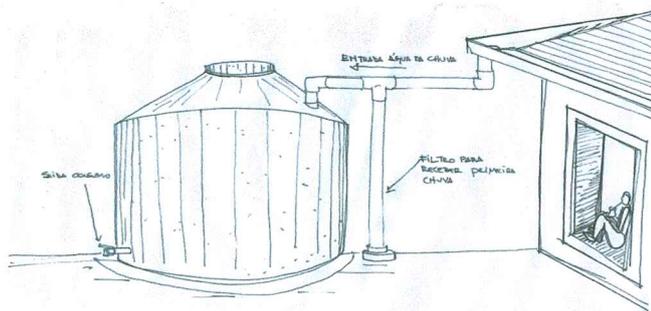
### COLETA E ARMAZENAMENTO o DIFERENTES FORMAS



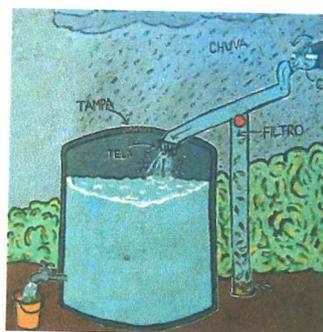
### COLETA E ARMAZENAMENTO o CISTERNA EM FERROCIMENTO



COLETA E ARMAZENAMENTO  
o CISTERNA EM FERROCIMENTO

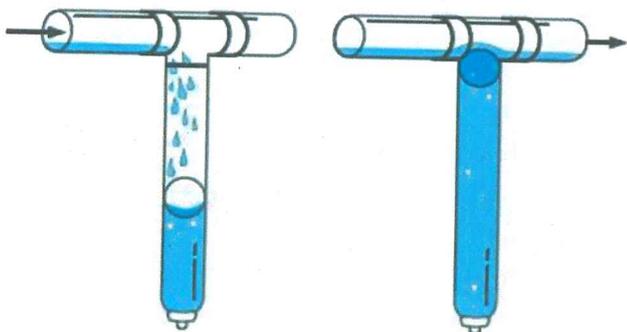


COLETA E ARMAZENAMENTO  
o COMPONENTES PRINCIPAIS



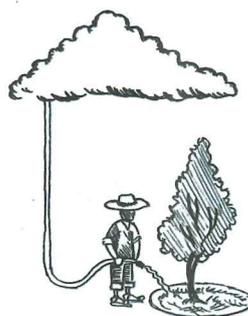
- Área de coleta: telhado
- Calhas e tubulações:
  - transporte do telhado à cisterna
  - distribuição para o consumo
- Telas/peneiras
  - filtro de primeiras águas
- Cisterna ou tanque de armazenamento
- Filtro comum de carvão ativado

COLETA E ARMAZENAMENTO  
o DESCARTE DE PRIMEIRAS ÁGUAS



COLETA E ARMAZENAMENTO  
o LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES

1. Qual a área do telhado?
2. Quanto chove?
3. Qual finalidade é dada à água?
4. Qual o consumo diário?
5. Existem outras fontes?
6. Quanto investir?



COLETA E ARMAZENAMENTO  
o TAMANHO DO TANQUE

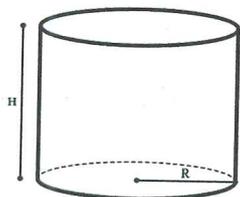
□ VOL. POSSÍVEL DE SER COLETADO

$$V_{\text{máx}} (H_2O) = A (\text{telhado}) \times IP (\text{Illa das Peças}) \Rightarrow 63 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m/ano} \Rightarrow 157,5 \text{ m}^3/\text{ano}$$

□ VOL. TOTAL DO RESERVATÓRIO

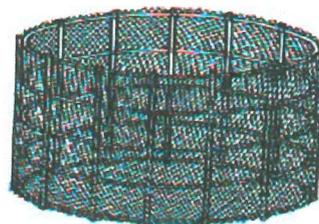
$$V_{\text{cisterna}} = h \times \pi \times r^2 \Rightarrow 8 \text{ m}^3 = 2 \text{ m} \times 3,1416 \times r^2 \Rightarrow r \cong 1,15 \text{ m}$$

\* 1 m<sup>3</sup> = 1000 litros

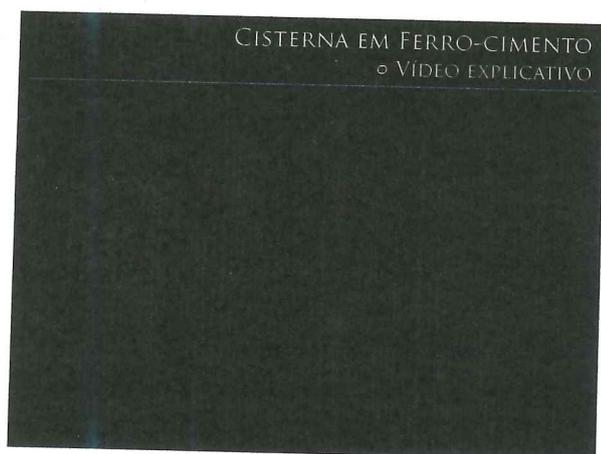


CISTERNA EM FERRO-CIMENTO  
o RELAÇÃO DE MATERIAL

Material	Quantidade	Preço
Tela de armação (15x15 e c/ 2,2mm)	05 (3x2m)	R\$ 239,09
Vergalhão 5mm	02	R\$ 18,67
Tela de vidro (1m x 1,6mm)	20 metros	R\$ 70,22
Cimento	05 sacos	R\$ 206,64
Areia média	1,5 m <sup>3</sup>	R\$ 88,31
Pedra Brita fina	01 m <sup>3</sup>	R\$ 81,18
Solante para cimento (saco c/ 38 kg)	01	R\$ 59,98
Lanex plástico (coto c/ 100 cm)	05	R\$ 17,35
Tubo PVC 50mm (barra c/ 6m)	01	R\$ 48,29
Adaptador c/ flange 50mm	01	R\$ 18,65
Registro PVC 50mm	01	R\$ 23,08
Curva de 90° PVC 50mm	01	R\$ 9,28
Luva PVC meia 50mm	01	R\$ 2,34
Tampão com rosca 50mm	01	R\$ 6,67
Tubo PVC 100mm (barra c/ 6m)	02	R\$ 63,96
Joelho PVC 90° 100mm	02	R\$ 10,96
Luva PVC 100mm	05	R\$ 11,28
Tubo PVC 150mm (barra c/ 6m)	01	R\$ 57,99
Tampão PVC 150mm	01	R\$ 8,44
Redutor PVC 150-100mm	01	R\$ 8,35
Torneira plástica N c/ flange	01	R\$ 3,79
Bola de borracha (130 x 100mm)	01	R\$ 5,00
<b>TOTAL:</b>		<b>R\$ 1.059,53</b>



Volume: 9000 litros



ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o PISO E CONTRA PISO



1. Cavar entre 20 e 30 cm, nivelando o piso

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o PISO E CONTRA PISO



2. Preencher com cascalho ou entulho batido

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o PISO E CONTRA PISO



3. Massa forte (3x1) cobrindo o cascalho

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o PISO E CONTRA PISO



4. Malha do piso com esperas para cima

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o CILINDRO E TAMPA



5. Fixação da tela na malha de ferro (parede lateral)

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o CILINDRO E TAMPA



6. Malha da cobertura (parte de cima)

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o CILINDRO E TAMPA



7. Juntando a parede lateral com a tampa

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o CILINDRO E TAMPA



8. Malharia pronta para ser cimentada

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o REVESTIMENTO



9. 1º camada de massa forte

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o REVESTIMENTO



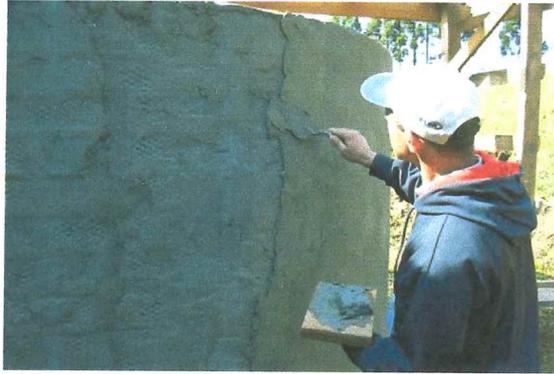
10. 1º camada de massa forte (continuidade)

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o REVESTIMENTO



11. 1º camada de massa forte (continuidade)

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o REVESTIMENTO



12. 2ª camada de massa forte (continuidade)

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o REVESTIMENTO



13. Revestimento da cobertura

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o IMPERMEABILIZAÇÃO



14. Última demão e selador

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO  
o INSTALAÇÃO



15. Pintura e conexão com as calhas

CISTERNA EM FERRO-CIMENTO  
o VÍDEO: PASSOS DA CONSTRUÇÃO



COLETA E ARMAZENAMENTO  
o CUIDADOS NO MANEJO

- Desinfecção
- Proteção da luz
- Abertura / acesso
- Temperatura



## APÊNDICE 2- MANUAL DE APOIO À CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS



UFPR - Centro de Estudos do Mar  
Laboratório Sócio-Ambiental / IOI



### UMA IDÉIA QUE CAIU DO CÉU...



GUIA PRÁTICO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA  
MANUAL DE APOIO À CONSTRUÇÃO DE CISTERNA EM FERROCIMENTO

VILA DA ILHA DAS PEÇAS, OUTUBRO DE 2011.

EXECUÇÃO: AD. SAMUEL ALTRAN DOURADO E SOUZA  
ORIENTAÇÃO: PROF. DRA. NAÍNA PIERRI

### 1. APRESENTAÇÃO

A água de chuva é um recurso natural de alto valor, no entanto não é aproveitado plenamente. Coletá-la e armazená-la é bastante simples e pode trazer muitas vantagens.

A coleta da água de chuva que cai nos telhados é uma solução prática e segura no abastecimento de água para diversos fins. Esta água não é potável, e, se não for tratada, não deve ser bebida nem utilizada para alimentação nem higiene humanas, mas serve para diversos fins, tais como descarga no banheiro, limpeza e lavagem de roupa, etc.

Vale lembrar que mais da metade da água que usamos nas nossas casas não necessita de tratamento.



### 2. A TECNOLOGIA

A água da chuva que cai nos telhados é coletada utilizando calhas que a conduzem até um cano que finaliza no reservatório ou cisterna. Coloca-se tela protetora nas calhas para evitar que a folhagem impeça a circulação da água.

Com o objetivo de colher a água mais limpa na cisterna, a primeira chuva coletada se descarta, sendo desviada por um cano conhecido como **Filtro de Primeiras Águas**. Nele há uma torneira na base e uma bola de borracha dentro.

À medida que a água vai entrando, a bola sobe até o ponto mais alto, travando na redução. Assim, fecha o cano, e a água mais limpa começa a passar para a cisterna. Quando se queira descartar a água suja acumulada nesse cano, se abre a torneira na base. Este descarte é importante para evitar que a água parada se apodreça.

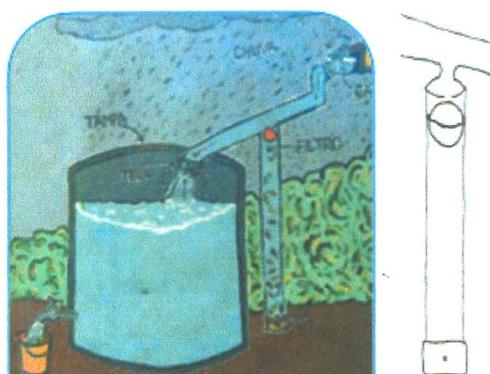


Fig. 1 - Cisterna e filtro de primeiras águas (Fonte: IPEC, 2007).

É possível guardar água de chuva nos mais diversos tipos de reservatórios, feitos de plástico, aço, fibra de vidro, barro, alvenaria, etc. Uma opção acessível é fabricar uma cisterna de **ferrocimento**.

Trata-se de uma maneira muito econômica de se utilizar o cimento e que nos permite uma construção rápida de reservatórios de diferentes tamanhos.

Cisternas em ferrocimento são muito resistentes e de fácil reparo. A técnica consiste em utilizar uma malha de ferro de armação ("tela de reforço"), telinha plástica de galinheiro para sustentação, e uma camada de 2 cm de espessura de massa de cimento forte, aplicado levemente em camadas.

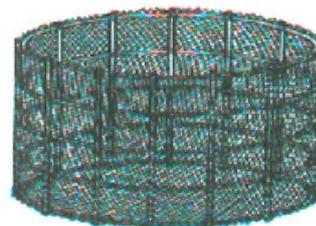


Fig. 2 - A técnica de construção em ferrocimento (Fonte: PERMACOLETIVO, 2008).

### ALGUMAS VANTAGENS...

- o Cisternas em ferrocimento são muito resistentes e permitem fáceis reparos e inspeções;
- o São normalmente mais econômicas e não necessitam mão de obra especializada na construção;
- o No Brasil, há cisternas de ferrocimento com capacidade para armazenar até 150.000 L de água; e
- o Podem variar em tamanho e forma, adaptando-se às condições e necessidades específicas.

### 3. PLANEJAMENTO

A quantidade de água coletada em um telhado é muita ao ponto de que pode impressionar. Assim, o tamanho da cisterna deve ser determinado pela necessidade de consumo e usos previstos para essa água.

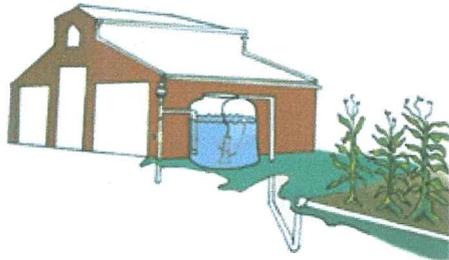


Fig. 3 – Aproveitamento da água de chuva no cultivo de alimentos.

Desta forma, antes de iniciar a construção é importante considerar algumas questões:

- Qual a área do telhado disponível?
- Quanto chove na região?
- Que quantidade de água se necessita e para quê?
- De quanto dinheiro se dispõe?

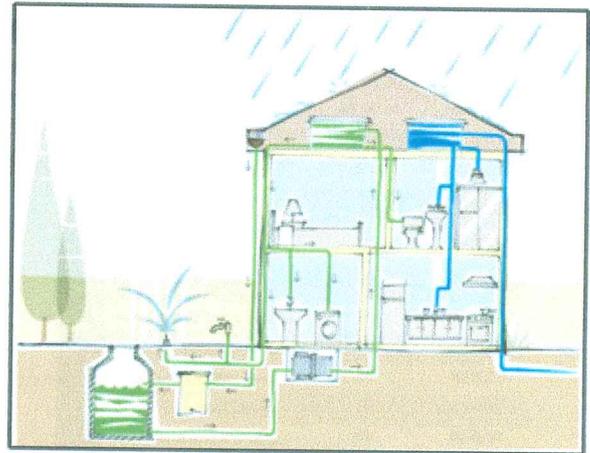


Fig. 4 – Divisão de usos para a água: potáveis e não potáveis.

Vejamos um exemplo:

- Superfície de coleta: **63 m<sup>2</sup>**
- Quantidade de chuva: **2,5 m/ano**
- Volume coletável (1 m<sup>3</sup> = 1000 L)  
 $(63 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m/ano}) = 157,5 \text{ m}^3/\text{ano}$   
 $157,5 \div 12 = 13,1 \text{ m}^3 = \mathbf{13.000 \text{ L/mês}}$
- Usos não potáveis

Se para cada m<sup>3</sup> tem-se o equivalente a 1.000 litros de água, 157,5 m<sup>3</sup> corresponderão a 157.500 litros de água possíveis de se coletar em um ano. Sendo assim, têm-se em média disponível para uso 13.000 L de água mensalmente.

Devido o uso não potável previsto para esta água a cisterna será dimensionada para um volume de 8000 L.

$$V_{\text{cisterna}} = h \times \pi \times R^2 \Rightarrow 8 \text{ m}^3 = 2 \text{ m} \times 3,1416 \times R^2 \Rightarrow R \cong 1,15 \text{ m}$$

Sendo que:

$V_{\text{cisterna}}$  = volume de uma cisterna (cilindro, m<sup>3</sup>)

h = altura do reservatório = 2m

$\pi = \text{PI} = 3,1416$

r = raio (m)

Para tanto, a altura (H) do reservatório será de 2 metros e o diâmetro do círculo (R x 2) será de 2,30 m.

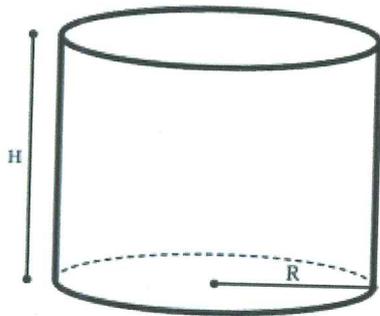


Fig. 4 – Dimensionamento da cisterna (Fonte: IPEC, 2007).

#### 4. MATERIAIS E CUSTOS

No exemplo aqui proposto, o de uma cisterna com capacidade para 8000 litros, materiais necessários e os custos são apresentados na tabela seguinte.

Materiais	Quantidade	Preço
Tela de armação (15x15 e c/ 4,2mm)	06 (3x2m)	R\$ 239,09
Vergalhão 5mm	02	R\$ 18,67
Tela de viveiro (1m x 10mm)	20 metros	R\$ 70,22
Cimento	08 sacos	R\$ 206,64
Areia média	1,5 m <sup>3</sup>	R\$ 88,31
Pedra Brita fina	01 m <sup>3</sup>	R\$ 81,18
Selante para caixa (saco c/ 18 kg)	01	R\$ 99,98
Lacres plásticos (pcte. c/ 100 un.)	05	R\$ 17,35
Tubo PVC 50mm (barra c/ 6m)	01	R\$ 48,29
Adeptador c/ flange 50mm	01	R\$ 18,65
Registro PVC 50mm	01	R\$ 23,09
Curva de 90° PVC 50mm	01	R\$ 9,28
Luva PVC mista 50mm	01	R\$ 2,34
Tampão com rosca 50mm	01	R\$ 6,67
Tubo PVC 100mm (barra c/ 6m)	02	R\$ 63,96
Joelho PVC 90° 100mm	02	R\$ 10,96
Luva PVC 100mm	03	R\$ 11,28
Tubo PVC 150mm (barra c/ 3m)	01	R\$ 57,99
Tampão PVC 150mm	01	R\$ 8,44
Redutor PVC 150-100mm	01	R\$ 8,35
Torneira plástica ½ c/ flange	01	R\$ 3,79
Bola de borracha (130 e 140mm)	01	R\$ 5,00

**TOTAL: R\$ 1.059,53**

\* Os preços acima foram coletados em Petrópolis e Pontal do Sul no mês de outubro de 2011.

#### 5. A CONSTRUÇÃO

Os principais passos da construção da cisterna são os que se detalham a seguir.

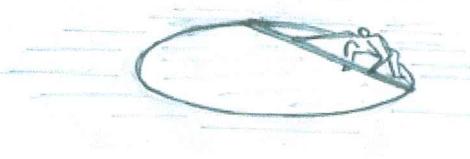
- 1) Cavar um círculo de 20 a 30 centímetros de profundidade, somando ao diâmetro da cisterna 50 cm ao redor.



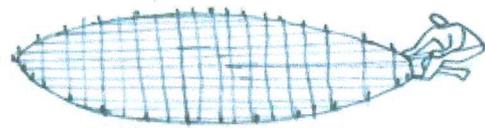
- 2) Nivelar e compactar o solo com brita ou entulho batido (fundação).



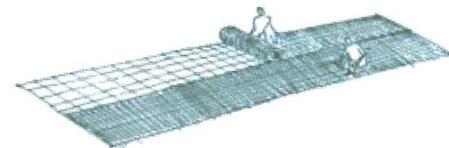
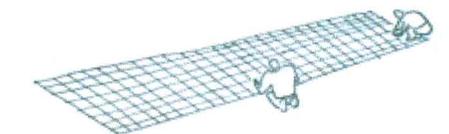
- 3) Revestir esta base com uma massa forte (3 areia x 1 cimento) de 4 centímetros de espessura.



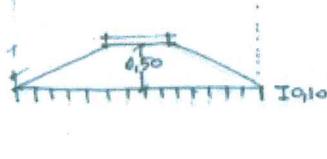
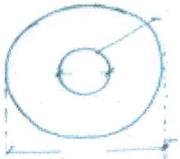
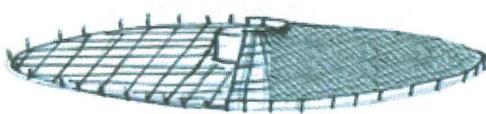
- 4) Preparar a malha que será colocada no piso e revesti-la com uma camada de massa forte, deixando esperas de 15 centímetros para cima.



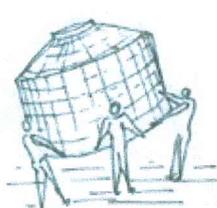
- 5) Na malha de ferro que será colocada na parede lateral da cisterna, fixar bem a tela plástica de viveiro com uso de presilhas plásticas.



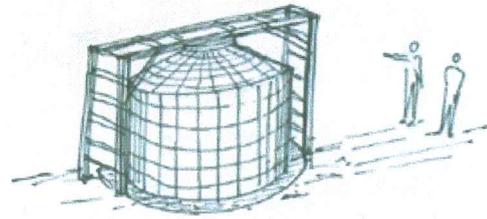
- 6) Preparar a malha para a tampa no diâmetro da cisterna e fixar tela de viveiro na parte superior, deixando uma abertura de 60 centímetros no centro, para acesso ao interior do tanque.



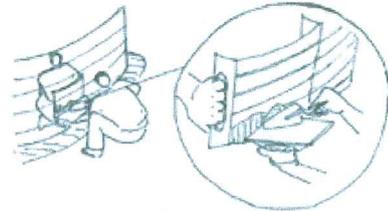
- 7) A parede lateral é unida à tampa e em seguida conectada nas esperas do piso pronto.



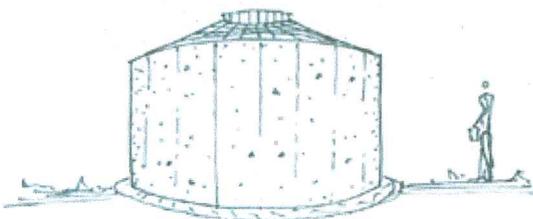
- 8) Preparo do andaime para facilitar o reboco das partes mais altas da cisterna.



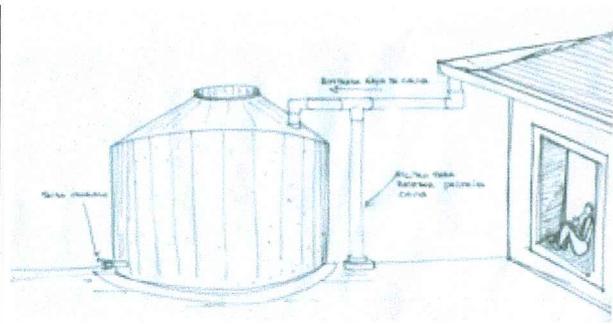
- 9) O trabalho de rebocar é feito em duplas: uma pessoa por dentro, segurando uma placa, e a outra por fora, colocando a massa com a colher.



- 10) Depois de rebocada por dentro e por fora (lateral e tampa) é hora de aplicar uma massa de cimento e água ("natinha").



- 11) Instalação da parte hidráulica e pintura.



\* A autoria destes desenhos é do arquiteto Tomaz Lotufo e estão disponíveis em seu site [www.bioarquiteto.com.br](http://www.bioarquiteto.com.br)

## 6. CUIDADOS BÁSICOS

Para assegurar que a água da chuva coletada tenha boa qualidade é muito importante uma manutenção regular do sistema.

- ✓ É conveniente a limpeza anual do telhado, calhas, filtro de primeiras águas e cisterna, no começo do período de chuvas;
- ✓ Assegurar sempre que não ocorram bloqueios ou entupimentos na tubulação;
- ✓ Esgotar regularmente o filtro de primeiras águas;
- ✓ Manter a tampa da cisterna sempre fechada;
- ✓ Utilizar telas mosquiteiras nas partes não vedadas;
- ✓ Em caso de reparo na estrutura do ferrocimento, antes de colocar massa nova, primeiro remover a parte comprometida, com o uso leve de um formão e uma marreta.

## 7. OUTRAS BOAS IDÉIAS

Existem outras maneiras simples de guardar a água da chuva, busque mais informações e ouse sua criatividade.





### APÊNDICE 3- FORMULÁRIO DA ENQUETE INICIAL

Universidade Federal do Paraná Centro de Estudos do Mar IOI-OC- SWAO Laboratório Sócio-ambiental  <b>Questionário inicial</b>	<b>Curso de Construção de Cisterna para Coleta de Água de Chuva</b> 24 a 28 de outubro de 2011 Local: Vila da Ilha das Peças, Guaraqueçaba / PR  Responsável: Ac. Samuel Aufran Dourado e Souza Orientadora: Prof. Dra. Náina Pierri Colaboração: Luiz Deneka, Raphael Souza, Tiago Lemos Guedes	<b>Data:</b> _____ _____
--	--	--------------------------------

1. Nome completo: \_\_\_\_\_
2. Sexo: ( ) Masc. ( ) Fem. 3. Idade: \_\_\_\_\_
4. Telefone para contato: \_\_\_\_\_
5. Qual último ano de escolaridade do Sr.? \_\_\_\_\_
6. Há quanto tempo a família mora na vila? \_\_\_\_\_
7. Qual(is) trabalho(s) realiza atualmente? \_\_\_\_\_
8. Desde quando realiza estes trabalhos?  
\_\_\_\_\_
9. Participa das reuniões da associação de moradores? ( ) Sim. ( ) Não.
10. Desempenhou algum cargo nesta associação ou colônia? ( ) Sim. ( ) Não.
11. Se sim, Qual cargo? \_\_\_\_\_
12. Qual o grau de informação e conhecimento que o Sr.(a) possui sobre: (marcar com um X)

	Nada	Pouco	Bastante
1. Rede Poruquara de água da vila			
2. Qualidade da água subterrânea na vila			
3. Cuidados necessários com a água			
4. Coleta e armazenamento da água de chuva			
5. Trabalhos em alvenaria (preparo da massa, reboco, alisamento, etc.)			
6. Trabalhos em hidráulica (emenda de tubos, instalação de registro, bóia, etc.)			
7. Instalações elétricas (bomba)			

8. Pintura predial			
9. Instalação e manutenção de calhas			

13. O Sr.(a) já participou de algum outro curso sobre questões de saneamento ou água? ( ) Sim. ( ) Não. (caso negativo ir para 23).

14. Se sim, qual (is) curso (s) realizou:

15. Em que período realizou? \_\_\_\_\_

16. Qual foi a duração do curso? \_\_\_\_\_

17. Quem ofereceu ou realizou o curso? \_\_\_\_\_

18. Onde foi realizado? \_\_\_\_\_

19. Como acha que este curso lhe ajudou pessoalmente?

20. Que benefícios o Sr.(a) acha que a coleta de água de chuva poderia trazer para as pessoas da vila?

21. E que fatores negativos poderia trazer?

22. Como ficou sabendo do curso?

23. Por que se interessou por este curso?

27. O que espera do curso ou no que acha que ele poderá te ajudar na vida?

Observações:

## APÊNDICE 4- FORMULÁRIO DA ENQUETE FINAL

Universidade Federal do Paraná Centro de Estudos do Mar IOI-OC- SWAO Laboratório Sócio-ambiental  <b>Questionário final</b>	<b>Curso de Construção de Cisterna para Coleta de Água de Chuva</b> 24 a 28 de outubro de 2011 Local: Vila da Ilha das Peças, Guaraqueçaba / PR  Responsável: Ac. Samuel Aufran Dourado e Souza Orientadora: Prof. Dra. Náina Pierri Colaboração: Luiz Deneka, Raphael Souza, Tiago Lemos Guedes	<b>Data:</b>  <hr/>
--	--	---------------------------

1. Nome completo:

---

2. Assinale com um X o quanto interessa ao/a Sr/a os temas do curso

Temas	Nada	Pouco	Mais ou menos	Muito	Muitíssimo
a. Aprendendo com o passado					
b. Vantagens e desvantagens no uso da chuva					
c. Usos de água não potável					
d. Coleta e Armazenamento: diferentes formas					
e. Cisterna construída em ferrocimento					
f. Passos da construção					
g. Dimensionamento do sistema					
h. Filtros e descarte da 1ª água de lavagem					
i. Cuidados no manejo					

3. Sobre quais desses temas gostaria ter mais informação ou discutir mais?

---



---



---



---



---

4. Que temas novos proporia para discutir num próximo curso?

---



---



---



---



---

5. Marque com uma X o que o/a Sr./Sra. acha dos seguintes aspectos do curso:

Aspectos	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
a. Apresentação de slides				
b. Material didático: cartilha, fotos				
c. Explicação do tema				
d. Esclarecimento das dúvidas				
e. Prática de construção				

6. O curso satisfaz as suas expectativas? Sim ( ); Não ( ), Por que?

---



---



---



---

7. Acha importante oferecer este curso em outras ilhas para mais construtores? Sim ( ); Não ( ), Por que?

---



---



---



---

8. O que sugeriria para melhorá-lo?

---



---



---



---

9. Observações

---



---



---



---



---

### APÊNDICE 5- MODELO DE LISTA DE PRESENÇA UTILIZADA

<p>Universidade Federal do Paraná Centro de Estudos do Mar IOI-OC- SWAO Laboratório Sócio-ambiental</p> <p><b>Lista de presença</b></p>	<p><b>Curso de Construção de Cisterna para Coleta de Água de Chuva</b> 24 a 28 de outubro de 2011 Local: Vila da Ilha das Peças, Guaraqueçaba / PR</p> <p>Responsável: Ac. Samuel Autran Dourado e Souza Orientadora: Prof. Dra. Naina Pierri Colaboração: Luiz Deneka, Raphael Souza, Tiago Lemos Guedes</p>	<p><b>Data:</b></p> <hr/>
---	---	---------------------------

NOMES	1º dia (24/10)	2º dia (25/10)	3º dia (26/10)	4º dia (27/10)	5º dia (28/10)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

## APÊNDICE 6 - PLANEJAMENTO DO CURSO DETALHADO POR FASES

### I. FASE PRÉVIA

ETAPA/TAREFA	DIAS E HORÁRIOS	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEIS	MATERIAL
<b>1. ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO DO CURSO</b>				
1.1 Desenho geral do curso: objetivos e definição de conteúdos e público-alvo	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saída de campo para Ilha das Peças</li> <li>Revisão bibliográfica</li> <li>Elaboração da proposta geral</li> <li>Revisão e correção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração: Samuel</li> <li>Revisão: Naina e Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aluguel de barco</li> <li>Computador</li> <li>Máquina Fotográfica</li> </ul>
1.2. Elaboração e design da apresentação de PowerPoint	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisão bibliográfica</li> <li>Fichamento e arquivo de fotos</li> <li>Design da apresentação</li> <li>Revisão e correção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração: Samuel</li> <li>Revisão: Naina e Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Computador</li> <li>Livros, manuais, cartilhas e apostilas</li> </ul>
1.3 Desenvolvimento do cronograma de execução da parte prática.	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento geral da parte prática: tempo e participantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração: Samuel e Raphael</li> <li>Revisão: Naina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Computador</li> <li>Cartolina</li> </ul>
<b>2. MATERIAL DIDÁTICO A SER ENTREGUE, LISTA E COMPROVANTES</b>				
2.1 Preparo e diagramação da cartilha a ser distribuída no curso	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração conteúdo</li> <li>Revisão e correção do conteúdo</li> <li>Desenho do layout</li> <li>Impressão de 30 cópias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração: Samuel</li> <li>Revisão: Naina e Raphael</li> <li>Impressão: Samuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Computador</li> <li>Ordem de serviço: gráfica</li> </ul>
2.2 Elaboração de: - Convites (Programa), - Enquetes (inicial e final) - Listas de presença - Certificados	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração</li> <li>Revisão e correção</li> <li>Impressão dos materiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração: Samuel</li> <li>Revisão: Naina</li> <li>Impressão: Samuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ordem de serviço: gráfica</li> <li>Convites: 20</li> <li>Enquetes: 20</li> <li>Listas de presença: 2</li> <li>Certificados: 20</li> </ul>

### 3. EQUIPAMENTOS PARA A AULA TEÓRICA E MATERIAIS PARA PRÁTICA DE CONSTRUÇÃO

3.1 Equipamentos p/ aula teórica	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar lista de equipamentos</li> <li>• Solicitar empréstimo</li> <li>• Checar previamente que esteja tudo funcionando (especialmente multimídia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsável: Samuel</li> <li>• Supervisão: Naina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador portátil</li> <li>• Multimídia</li> <li>• 2 máquinas fotográficas</li> <li>• Caixas de som</li> <li>• Carregadores</li> <li>• Extensão e adaptador</li> </ul>
3.2 Compra dos materiais p/ parte prática e firma de termo de cooperação	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar orçamento detalhado</li> <li>• Cotação em 3 estabelecimentos</li> <li>• Firma do termo de cooperação</li> <li>• Compra dos materiais</li> <li>• Entrega no cais de Pontal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsável: Samuel</li> <li>• Supervisão: Naina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferramentas</li> <li>• Materiais p/ alvenaria</li> <li>• Materiais p/ hidráulica</li> <li>• Outros itens (orçamento)</li> </ul>
<b>4. CONVITE AOS CONSTRUTORES E PROJETO DAS CALHAS</b>				
4.1 Informação e convite aos construtores locais e moradores interessados	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saída de campo para Ilha das Peças</li> <li>• Contatos com lideranças (Wilson, Fernando, Paulo)</li> <li>• Identificação de construtores interessados</li> <li>• Convite diretos aos construtores</li> <li>• Fixação de cartazes nos pontos principais da vila</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsável: Samuel</li> <li>• Supervisão: Naina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluguel de barco</li> <li>• Convites impressos</li> <li>• Fita adesiva</li> </ul>
4.2 Projeto e orçamento das calhas	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saída de campo para Ilha das Peças</li> <li>• Dimensionamento das calhas</li> <li>• Contrato com Calheiro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsável: Samuel</li> <li>• Técnico: Jorge</li> <li>• Supervisão: Naina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fita métrica</li> <li>• Prancheta</li> <li>• Máquina fotográfica</li> <li>• Ordem de serviço: calhas</li> </ul>
<b>5. OUTROS</b>				
5.1 Previsão do lanche e bebidas	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contato com Lúcia (esposa / Jaime) p/ estimar custo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsável: Samuel</li> <li>• Supervisão: Naina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Comprar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lanche para 1 tarde</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lanche para 20 pessoas             <ul style="list-style-type: none"> <li>café, suco e água</li> <li>pães com patê, bolo e biscoitos</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Xícaras plásticas: 20</li> <li>Térmica: 2</li> <li>Guardanapos: 2 pcts</li> <li>Galão de água</li> </ul>
5.2. Requerimento autorização junto a Associação de Moradores e Órgão ambiental (ICMBIO)	Prévio curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requisitar contrato com Wilson (Associação de Moradores)</li> <li>Contato com Guadalupe (ICMBIO)</li> <li>Contato com Guadalupe             <ul style="list-style-type: none"> <li>Reenviar formulário de autorização para construção assinado por Wilson e Jaime</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsável: Samuel</li> <li>Supervisão: Náina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Computador</li> <li>Telefone</li> <li>Formulário</li> </ul>

## II. TAREFAS PERMANENTES DOS MEMBROS DA EQUIPE DURANTE O CURSO

ETAPA/TAREFA	DIAS E HORÁRIOS	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEIS	MATERIAL
<b>1. COORDENAÇÃO/SUPERVISÃO</b>				
1.1 Coordenação geral	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabalhar com o planejamento supervisionando todos os aspectos</li> <li>Checar traslado dos materiais</li> <li>Supervisionar o uso do tempo</li> <li>Se relacionar com os participantes</li> <li>Resolver ou encaminhar qualquer problema ou imprevisto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Samuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plano de execução</li> <li>Computador</li> <li>Relógio</li> <li>Telefone</li> </ul>
1.2 Coordenação técnica	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Referencial no quesito da técnica de construção</li> <li>Orientar os participantes da prática quanto ao uso das ferramentas e desempenho da técnica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Computador</li> <li>Cartilha impressa</li> </ul>

		• Estabelecimento dos passos da construção		
<b>2. OBSERVAÇÃO E REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
2.1 Observação e relato crítico	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observação crítica da rotina de atividades do curso</li> <li>Sintetizar em um relato escrito as atividades diárias do curso</li> <li>Registrar a percepção dos participantes acerca do curso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Samuel: etapas prévias</li> <li>Thiago: durante o curso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prancheta</li> <li>Caneta</li> <li>Computador</li> </ul>
2.2 Registro fotográfico	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro fotográfico sistemático de todas etapas do trabalho realizado</li> <li>Organizar o arquivo de fotos no computador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thiago e Samuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 máquinas fotográfica</li> <li>Cabos e carregadores</li> <li>Computador</li> </ul>
<b>3. ALMOXERIFADO E FERRAMENTAS</b>				
3.1 Compra/Empréstimo das ferramentas e equipamentos	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsável pela aquisição das ferramentas e equipamentos</li> <li>Assegurar que não falta nem uma ferramenta/equipamento imprescindível ao curso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Samuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Computador</li> </ul>
3.2 Uso e manutenção	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpeza e eventual manutenção das ferramentas</li> <li>Zelar e confiar pelo manuseio correto das ferramentas</li> <li>Chek-list diário na lista de ferramentas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luiz Gustavo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prancheta com lista de ferramentas</li> <li>Lápis</li> </ul>

### III. IMPLEMENTAÇÃO DO CURSO

ETAPA/TAREFA	DIAS E HORÁRIOS	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEIS	MATERIAL
<b>1. CHECAGEM DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS, TRANSLADO E ACONDICIONAMENTO, MONTAGEM DO TOLDO.</b>				
1.1 Checagem de equipamentos e materiais	Sábado (22/10) 9:00 - 12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar se todos os materiais foram entregues pela loja</li> <li>• Chek-list das ferramentas e equipamentos para aula teórica</li> <li>• Ensacar o que for possível para facilitar o traslado</li> <li>• Confirmar detalhes da embarcação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de materiais para checar</li> <li>• Sacos de rafia</li> </ul>
1.2 Traslado da equipe e materiais	Domingo (23/10) 07:00 - 12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslado de todos os equipamentos e materiais de Pontal do Sul à Ilha das Peças</li> <li>• Ponto de embarque dos materiais na casa do Zé e desembarque na praia em frente ao mercado do Jaime</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos os equipamentos e materiais</li> <li>• Bote a motor</li> <li>• Carrinho de mão</li> <li>• Rampa de madeira</li> </ul>
1.3 Acondicionamento dos materiais e ferramentas	Domingo (23/10) 14:00 - 18:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionamento dos sacos de cimento e ferramentas em local fechado</li> <li>• Check-list de que não faltou nada</li> <li>• Funcionamento dos equipamentos, provar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel e Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de materiais</li> </ul>
1.4 Montagem do toldo e caixaria	Domingo (23/10) 14:00 - 18:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montagem do toldo com o uso de 2 lonas e varas de 2 m para firmá-las</li> <li>• Cuidado em esticar bem os cabos e fechar as faces voltadas para a chuva</li> <li>• Com o uso de tábuas e chapa madeirite, preparar caixaria quadrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel e Thiago</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 lonas (7x5 m)</li> <li>• 30 m de corda</li> <li>• Varas de bambu ou madeira</li> <li>• Escavadeira</li> <li>• Corda espessa</li> <li>• Tábuas e chapa madeirite</li> </ul>

<b>2. CAVADA DO CONTRA-PISO, DIÂMETRO, NIVELAMENTO E DRENO</b>				
2.1 Cavada do contra-piso	2ª feira (24/10) 07:30 – 12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cavar o círculo da cisterna com 20 a 30 centímetros de profundidade e sobra de 50 cm além do diâmetro</li> <li>• Completar a área cavada com brita ou entulho batido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pá de bico e cavadeira</li> <li>• Enxada e mangueira de água</li> <li>• Brita ou entulho batido</li> </ul>
2.2 Demarcação do diâmetro do contra-piso, nivelamento e dreno	2ª feira (24/10) 07:30 / 12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demarcar o diâmetro de 2,30m com o uso de estacas e nelas fixar uma chapa madeirite de 4 cm de largura</li> <li>• Com o uso de uma mangueira de nível e nylon acertar o nível do dreno de lavagem e piso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raphael e Luiz Gustavo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estacas de madeira e marreta</li> <li>• Pregos, martelo e lápis</li> <li>• Chapa madeirite cortada</li> <li>• Mangueira de nível e nylon</li> <li>• Tubo de 100mm, joelho e cola</li> </ul>
<b>3. MALHA DO PISO E REVESTIMENTO DA BASE</b>				
3.1 Corte da malha do piso e esperas entortadas	2ª feira (24/10) 07:30 / 12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortar tela de armação 15x15 no diâmetro demarcado do contra-piso</li> <li>• Cuidado em deixar as esperas onde será depois conectada a parede da cisterna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel, Thiago e Jaime</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alicate e rolo de arame</li> <li>• Tesoura de vergalhão</li> <li>• Tela de armação</li> </ul>
3.2 Revestimento da base	2ª feira (24/10) 14:00 / 16:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparo de massa forte (3 areia x 1 cimento)</li> <li>• Espalhar a camada de 4 cm de espessura com enxada sobre o diâmetro demarcado</li> <li>• Com o uso da desempenadeira e um pouco de água alisar o piso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elisandro, Raphael e Jaime</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacos de cimento</li> <li>• Areia</li> <li>• Pás e Enxada</li> <li>• Desempenadeira</li> <li>• Baldes</li> </ul>
<b>4. AULA EXPOSITIVA</b>				
4.1. Boas vindas e apresentação	2ª feira (24/10) 19:00 / 19:20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da equipe e participantes do curso</li> <li>• Distribuição: cartilhas e programação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> <li>• Samuel dá boas vindas e conduz a apresentação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 cartilhas / programação</li> </ul>

4.2 Apresentação do laboratório e histórico do trabalho na Vila das Peças	2ª feira (24/10) 19:20 / 19:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar, de forma geral, o trabalho realizado pelo lab. Sócioambiental</li> <li>• Demonstrar as iniciativas idealizadas pelo lab. Sócioambiental na Vila das Peças</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador</li> <li>• Multimídia</li> </ul>
4.3 Introdução: coleta e armazenamento da água de chuva	2ª feira (24/10) 19:30 / 19:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzir o tema da coleta e armazenamento da água de chuva: histórico, vantagens e desvantagens, usos residenciais não-potáveis, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel e Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador</li> <li>• Multimídia</li> <li>• Caixas de som</li> </ul>
4.4 Levantamento de informações, planejamento e dimensionamento	2ª feira (24/10) 19:50 / 20:10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar os passos sugeridos para o estabelecimento de um sistema de coleta e armazenamento de água de chuva</li> <li>• Relacionar os materiais necessários para a construção do reservatório em ferrocimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel e Thiago</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador</li> <li>• Multimídia</li> <li>• Caixas de som</li> <li>• Calculadoras</li> </ul>
4.5 Passo a passo na construção da cisterna em ferrocimento	2ª feira (24/10) 20:10 / 20:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoiado no uso de vídeos e imagens apresentar o passo a passo na construção de uma cisterna em ferrocimento</li> <li>• Demonstrar cuidados no manejo e limpeza dos canos e cisterna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel e Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador</li> <li>• Multimídia</li> <li>• Caixas de som</li> <li>• Cartilhas</li> </ul>
4.6 Conclusão e encaminhamentos para a prática de construção	2ª feira (24/10) 20:30 / 20:40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar outras maneiras criativas de se aproveitar a água da chuva</li> <li>• Apresentar o cronograma para a prática de construção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador</li> <li>• Multimídia</li> <li>• Caixas de som</li> </ul>
4.7 Enquete inicial e lista de presença	2ª feira (24/10) 20:40 / 21:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolher assinaturas dos presentes na aula expositiva</li> <li>• Aplicar junto a cada participante a enquete inicial proposta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de presença: Raphael</li> <li>• Enquete inicial: Thiago e Luiz Gustavo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enquete e lista de presença</li> <li>• Pranchetas</li> <li>• Canetas</li> </ul>

**5. PAREDE LATERAL**

5.1 Fixação da tela plástica na malha de ferro 15x15	3ª feira (25/10) 07:30 / 11:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com o uso de lacres plásticos, fixar tela "galinheiro" na malha de ferro</li> <li>• Cuidado em não deixar "barrigas", principalmente na junção das duas telas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presilhas plásticas</li> <li>• Tesoura de jardim</li> <li>• Alicates de corte</li> </ul>
5.2 Firmar malha preparada nas esperas do piso (construção do cilindro)	3ª feira (25/10) 13:30 / 15:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando-se de arame recozido, fixar tela preparada nas esperas deixadas para cima do piso, construindo o formato cilíndrico</li> <li>• Este cilindro é abraçado por anéis de ferro (vergalhão) de 0,40 em 0,40 cm, o que confere estrutura a cisterna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alicates e rolo de arame</li> <li>• Tesoura de jardim</li> <li>• Presilhas plásticas</li> <li>• Tesoura de vergalhão</li> <li>• Vergalhão 5mm</li> </ul>
5.3 1ª camada de massa forte (1ª "demão") por fora	3ª feira (25/10) 15:00 / 18:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com uma colher de pedreiro e desempenadeira, aplicar de baixo para cima 1ª camada de massa forte</li> <li>• No interior do cilindro fica um ajudante segurando chapa de madeira para evitar que a massa caia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colher de pedreiro</li> <li>• Desempenadeira</li> <li>• Balde</li> <li>• Chapa de madeira</li> <li>• Massa forte</li> </ul>
5.4 1ª camada de massa forte (1ª "demão") por dentro	4ª feira (26/10) 08:00 / 11:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguindo o mesmo passo anterior a massa forte é agora aplicada pelo lado de dentro do cilindro</li> <li>• É importante respeitar o intervalo da noite entre a 1ª camada de massa por fora e por dentro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colher de pedreiro</li> <li>• Desempenadeira</li> <li>• Escada</li> <li>• Balde</li> <li>• Massa forte</li> </ul>
5.5 2ª camada de massa forte por fora e por dentro, alisamento.	4ª feira (26/10) 13:30 / 18:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar 2ª "demão" por dentro e por fora, vedando o cilindro</li> <li>• Com o uso da buxa umedecida e em movimentos circulares alisar o cilindro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colher de pedreiro</li> <li>• Desempenadeira</li> <li>• Escada</li> <li>• Buxa e balde com água</li> <li>• Massa forte</li> </ul>

### 6. PARTE SUPERIOR COM ALÇAPÃO

6.1 Fixação da tela plástica e recorte da malha de ferro	5ª feira (27/10) 8:00 / 10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com o uso das presilhas plásticas a tela galinheiro é fixada na malha de ferro</li> <li>• A tesoura de vergalhão é utilizada para o corte circular da parte superior com abertura para tampa</li> <li>• A parte superior é firmada com arame nas esperas da parede lateral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alicates e rolo de arame</li> <li>• Tesoura de jardim</li> <li>• Presilhas plásticas</li> <li>• Tesoura de vergalhão</li> </ul>
6.2 Escoras e reforço com vergalhão	5ª feira (27/10) 10:00 / 12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergalhões são dispostos concentricamente para reforçar a estrutura superior</li> <li>• A chapa madeirite é cortada em círculo com uso de maquita, de forma a cobrir toda a parte superior</li> <li>• As escoras de madeira são serradas e dispostas de forma a sustentar a chapa a partir do piso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel e Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prego e martelo</li> <li>• Maquita</li> <li>• Serrote</li> <li>• Escada de madeira</li> </ul>
6.3 Camada de massa forte e alisamento da parte superior	5ª feira (27/10) 13:30 / 18:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar massa forte em toda a extensão da parte superior</li> <li>• Quando der uma enxugada, com uso da buxa alisar a área</li> <li>• As escoras devem permanecer por pelo menos 10 dias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colher de pedreiro</li> <li>• Desempenadeira</li> <li>• Escada</li> <li>• Massa forte</li> <li>• Buxa e balde com água</li> </ul>
6.4 Confeção da tampa (alçapão)	5ª feira (27/10) 16:30 / 18:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar uma moldura de madeira quadrada na medida da tampa</li> <li>• Quadrado é reforçado com ferro vergalhão disposto em cruz e alça para levantar</li> <li>• Plástico no contato com o piso e preencher moldura com massa forte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raphael e Luiz Gustavo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madeira de rodapé</li> <li>• Plástico</li> <li>• Ferro vergalhão</li> <li>• Colher de pedreiro</li> <li>• Massa forte</li> </ul>

### 7. HIDRÁULICA E INSTALAÇÃO DAS CALHAS

7.1 Saídas de água: registro e ladrão	6ª feira (28/10) 7:30 / 9:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com o uso de uma serra copo acoplada a uma furadeira abrir a saída do registro e ladrão</li> <li>• O registro é lixado e colado numa pequena barra de cano presa a flange</li> <li>• Aplica-se massa de calafetar e silicone e a flange é fixada na parte baixa da cisterna (um balde do chão)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Furadeira e serra copo</li> <li>• Extensão</li> <li>• Lixa e Cola de PVC</li> <li>• Massa de calafetar</li> <li>• Silicone</li> </ul>
7.2 Tubo de primeiras águas	6ª feira (28/10) 9:00 / 12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tubo de descarte, de tamanho relativo a descida da calha, inserir a bola e o registro de descarte</li> <li>• Não tem necessidade de colar os canos, basta encaixá-los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thiago e Raphael</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serrote</li> <li>• Registro</li> <li>• Massa de calafetar</li> <li>• Silicone</li> </ul>
7.2 Instalação do jogo de calhas coletoras e saída p/ reservatório	6ª feira (28/10) 8:00 / 18:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Firma especializada executa a instalação</li> <li>• José Hugo se reponsabiliza pelo transporte dos materiais e pessoal de instalação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jorge Calhas (9691-5057)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escada longa</li> </ul>
<b>8. IMPERMEABILIZAÇÃO E PINTURA</b>				
8.1 Aplicação de natinha de cimento	Sábado (27/10) 07:30 / 11:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa de cimento e água é aplicada com broxa no interior da cisterna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel e Luiz Gustavo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broxa e balde</li> <li>• Cimento</li> </ul>
8.2 Cobertura com SELAMIX	Sábado (27/10) 14:00 / 16:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobre a natinha seca o selante líquido é aplicado também com broxa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raphael e Thiago</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broxa e balde</li> <li>• 18kg SELAMIX</li> </ul>
8.3 Pintura	Sábado (27/10) 14:00 / 16:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura terceirizada, amigos do Diego</li> <li>• Organizar transporte e refeição para o grupo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel e Luiz Gustavo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinta branca e corantes</li> <li>• Rolo e pincel</li> </ul>



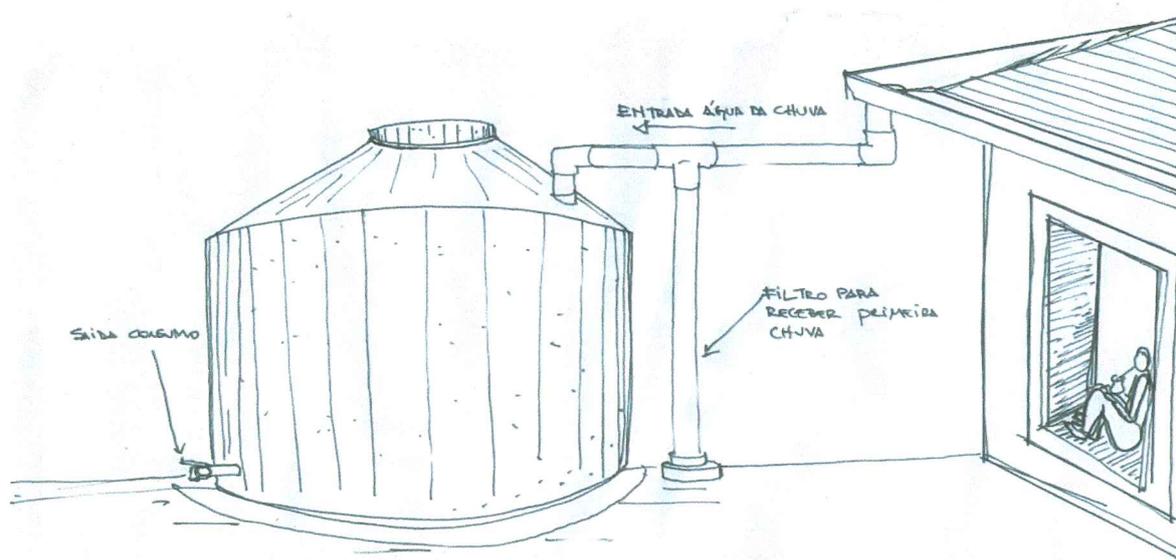


APÊNDICE 8 – MODELO DE CONVITE UTILIZADO PARA CONVOCAR OS PARTICIPANTES

# CURSO DE CONSTRUÇÃO DE CISTERNA PARA COLETA DA ÁGUA DE CHUVA

ILHA DAS PEÇAS, 2011

**A água da chuva que cai no telhado da casa  
pode ser coletada, armazenada e reutilizada!**



Desenho de Tomaz Lotufo ([www.bioarquitecto.com.br](http://www.bioarquitecto.com.br))

**O curso consistirá de  
uma aula expositiva  
seguido pela construção  
de uma cisterna em  
ferro-cimento na vila.**

## ENCONTRO

**LOCAL: Clube da Vila  
DATA: 24/10 (2ª feira)  
HORA: 18:00**

**Gratuito para todos interessados. Os participantes  
do curso receberão apostila e certificado.**

Realização:



Laboratório  
Sócio Ambiental

\* Outras informações: Samuel Autran (9927-2053)

APÊNDICE 9 – MODELO DE CERTIFICADO ELABORADO PARA OS PARTICIPANTES DO CURSO.



CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR/IOI-OC SWAO  
LABORATÓRIO SÓCIOAMBIENTAL



INTERNATIONAL OCEAN INSTITUTE  
OPERATIONAL CENTER-SW ATLANTIC OCEAN

## CERTIFICADO

CERTIFICA-SE QUE O SR/SRA \_\_\_\_\_

PARTICIPOU DO CURSO DE CONSTRUÇÃO DE CISTERNA PARA COLETA DE ÁGUA DE CHUVA OFERECIDO PELO AC. DE OCEANOGRAFIA SAMUEL AUTRAN DOURADO E SOUZA NA VILA DAS PEÇAS (ILHA DAS PEÇAS - GUARAQUEÇABA, PARANÁ), ENTRE OS DIAS 24 E 28 DE OUTUBRO DE 2011, TOTALIZANDO 40 HORAS.

VILA DAS PEÇAS, 28 DE OUTUBRO DE 2011.

AC. SAMUEL AUTRAN DOURADO E SOUZA  
RESPONSÁVEL DO CURSO

PROF. DRA. NAÍNA PIERRI  
RESPONSÁVEL DO LABORATÓRIO SÓCIOAMBIENTAL

## APÊNDICE 10 – TERMO DE COOPERAÇÃO

### TERMO DE COOPERAÇÃO

Entre os dias 24 e 28 de outubro de 2011, na vila da Ilha das Peças, Guaraqueçaba/PR, será ofertado pelo laboratório Sócioambiental do Centro de Estudos do Mar da UFPR, aqui representado pelo estudante **SAMUEL AUTRAN DOURADO E SOUZA**, portador do CPF: **058.553.689-98** e RG: **7.868.049 0** o curso de construção de cisternas em ferro-cimento para coleta e armazenamento da água de chuva.

O treinamento se passará por dois momentos, sendo o primeiro, uma explicação inicial para exposição do tema e nos dias seguintes uma prática de construção de uma cisterna de 8000 L na casa do morador **JAIME CARVALHO MARQUES**, portador do CPF: **018.547.389-09** e RG: **6.480.096 5**.

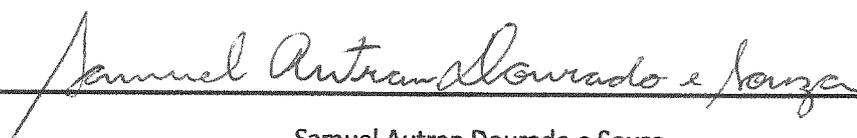
O presente documento tem por finalidade distribuir as responsabilidades e encargos entre as partes envolvidas na construção. Sendo assim, fica ao Laboratório Socioambiental a responsabilidade pela elaboração do projeto técnico, o fornecimento dos materiais a serem utilizados na construção do reservatório (ferramentas, materiais para alvenaria e hidráulica), betoneira assim como o jogo de calhas em alumínio para coleta da água de chuva e a construção propriamente dita.

O proprietário Jaime se responsabiliza pelo transporte dos materiais desde Pontal do Sul até a Ilha das Peças e da equipe de quatro membros ida-e-volta; alojamento e três refeições diárias para a equipe durante os 5 dias do curso e ajuda de custo no total de 500 reais para o consultor técnico.

Por ser expressão da verdade assinamos o presente termo de cooperação na Vila das Peças, Ilha das Peças, Guaraqueçaba-PR, no dia 12 de outubro de 2011.



Jaime Carvalho Marques



Samuel Autran Dourado e Souza

## APÊNDICE 11 – FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO (ICMbio)



## SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

À SUPERINTENDÊNCIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO  
À CHEFIA DO PARQUE NACIONAL DO SUPERAGÜI

## REQUERIMENTO

Eu, Jaimé Carvalho Marques, portador (a)  
do RG nº 16.480096-5 e do CPF nº 01854738909,  
residente e domiciliado (a) na localidade de ILHA DAS PEÇAS, Município  
de Guaraqueçaba, PR, cadastrado no Patrimônio da União sob RIP nº 75850100073-50  
venho respeitosamente requerer AUTORIZAÇÃO para:

- ( ) Construir uma casa de \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
( ) Reformar uma casa respeitando a metragem total da construção já existente  
( ) Ampliar uma casa em \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Com a seguinte justificativa para a execução da obra:

CONSTRUÇÃO DE CISTERNA PARA COLETA ÁGUA DE CH  
8 MIL LITROS  
SERVINDO DE MODELO PARA FUTURAS INSTALAÇÕES NA VILA.

( ) Veranista

(X) Nativo. Informo que sou nativo (a) da referida localidade e que resido no local há \_\_\_\_\_ anos.  
Declaro estar ciente que, em caso de averiguação da veracidade do alegado, estarei sujeito às  
penas cominadas ao crime de Falsidade Ideológica (art. 299 do Código Penal) e a suspensão do  
meu cadastro.

Local e data: ILHA DAS PEÇAS 12/10/2011

Assinatura do requerente: [Assinatura]

Anuência do presidente da Associação de Moradores: Wilson Muniz Pereira

(assinatura Pres. Associação Moradores)

( ) NÃO AUTORIZADO

( ) AUTORIZADO conforme requerimento apresentado, ficando estabelecida a obrigatoriedade  
de serem observadas as exigências ambientais e patrimoniais aplicadas e as condicionantes da  
Autorização Prévia em anexo.

## APÊNDICE 12 – ORÇAMENTO

O orçamento abaixo procurou listar e valorar todos os itens e serviços utilizados durante a experiência da construção de um sistema para coleta e armazenamento da água de chuva em cisterna construída de ferrocimento e com capacidade para 10.000 litros na Vila das Peças, Guaraqueçaba/PR.

Ferramentas de trabalho (1)			
Material	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Trena emborrachada c/ 05m - Mister	01	6,64	6,64
Fio de prumo (cordão em polipropileno 2mm) – 20m	01	3,58	3,58
Torquês para armador – 12”	02	20,98	62,94
Tesoura para vergalhão – 30”	01	67,56	67,56
Pá de bico c/ cabo grande	01	16,28	32,56
Pá ajuntadeira	01	21,50	21,50
Enxada c/ cabo largo	01	16,68	16,68
Carrinho de mão p/ 60 litros	01	87,98	87,98
Tesoura p/ jardim 8”	01	14,28	14,28
Escada de madeira em “A” c/ 4 degraus	01	84,68	84,68
Escada de madeira extensiva 10m	01	217,98	217,98
Desempenadeira de metal lisa	02	6,28	18,84
Desempenadeira de madeira	02	13,08	39,24
Broxa retangular grande	02	4,68	14,04
Espuma p/ limpeza	05	2,38	11,92
Betoneira de 220 litros (aluguel p/ 05 dias)	01	250,00	250,00
Balde p/ pedreiro inteiriço – 12 litros	04	9,68	38,72
Colher para pedreiro c/ canto arredondado	04	12,98	51,92
Presilhas plásticas	05	3,47	17,35
Martelo	01	9,36	9,36
Nylon (fio)	01	5,68	5,68
Pregos (15x16mm)	01	13,20	13,20
Furadeira e conjunto de serra-copo	01	230,00	230,00
Extensão elétrica (10m)	01	32,00	32,00
Lona (toldo)	02	74,68	149,36
Tapume em MDF fino	01	20,98	20,98
Mangueira de jardim ¾ ou ½”	01	21,98	21,98
Corda sintética (toldo)	01	0,46	4,63
Tinta acrílica e corantes	02	72,80	145,60

Tinta spray mundial	05	10,86	54,30
Pincéis	02	8,41	16,82
Rolo de pintura c/ cabo	02	14,45	28,90
<b>SUBTOTAL</b>			<b>1791,22</b>

**Alvenaria (2)**

Material	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Malha em ferro 15X15 c/ 4.2 mm – m	06 (3x2m)	39,85	239,09
Tela PVC viveiro	20m (L=1)	3,51	70,22
Arame recozido simples	01	7,38	7,38
Cimento (sacos de 50 kg)	10	25,83	258,30
Areia lavada de granulometria média p/ fina – m <sup>3</sup>	1,5	88,31	132,46
Peneira redonda p/ areia média	1	14,30	14,30
Escora pinus c/ 3m cada – m	40	7,06	282,40
Ferro 3/16 (5.0mm) (barra c/ 12 m) GERDAU – un.	02	9,33	18,67
Pedra Brita fina (m <sup>3</sup> )	01	81,18	81,18
Selamix (selante para caixa d'água) – 18 kg	01	59,98	59,98
Saco para tijolo grande 0, 70x1,00	80	0,68	54,40
<b>SUBTOTAL</b>			<b>774,21</b>

**Encanamento (3)**

Material	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Mangueira transparente ½ "	12	1,62	19,43
Joelho p/ mangueira ½ "	02	1,71	3,42
Abraçadeira ajustável ½ "	02	0,66	1,32
Tubo de PVC soldável 50 mm	01	48,29	48,29
Adaptador com Flange de PVC 50 mm	01	18,65	18,65
Registro de PVC 50 mm	01	23,09	23,09
Curva de 90° de PVC soldável 50 mm	01	9,28	9,28
Luva mista 50 mm	01	6,94	6,94
Tampão com rosca 50 mm	01	6,67	6,67
Adesivo (cola plástica) p/ PVC 75 g	01	9,11	9,11
Fita veda rosca 18 mm (rolo c/ 10 m)	01	2,41	2,41
<b>SUBTOTAL</b>			<b>148,61</b>

**Válvula separadora (4)**

<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
Tubo de PVC soldável 100 mm (barra c/ 6 m)	02	31,98	63,96
Joelho de 90° de PVC soldável 100 mm	02	5,48	10,96
Tubo de PVC soldável 150 mm (3 m)	01	73,99	73,99
Redutor de PVC soldável 150-100mm	01	7,15	7,15
Tampão de PVC soldável 150mm	01	4,80	4,80
Conexão em T de PVC soldável 100mm	01	15,40	15,40
Luva de PVC soldável 100mm	03	11,90	35,70
Torneira plástica ¾ p/ jardim + flange (interna)	01	3,79	3,79
Bola de borracha (entre 130 e 140mm)	01	12,00	12,00
Silicone (pistola) c/ aplicador	01	13,18	13,18
<b>SUBTOTAL</b>			<b>240,93</b>

**Outros (5)**

<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
Consultoria técnica	01	500,00	500,00
Compra e instalação das calhas	01	1.200,00	1.200,00
Alimentação e estadia (5 noites)	04	100,00	400,00
Transporte da equipe e materiais	02	200,00	400,00
Impressão dos cartazes de divulgação	05	2,50	12,50
Impressão das apostilas	20	5,00	100,00
Lanche preparado para aula expositiva	01	100,00	100,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>2.712,00</b>

**TOTAL (1 a 5) R\$ 5.666,97**