



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM  
GERENCIAMENTO AMBIENTAL**



---

**FELIPE ALEX BOZZ**

**PROJEÇÃO DE SISTEMAS DE BAIXO CUSTO QUE OBJETIVAM A  
SUSTENTABILIDADE EM CASAS POPULARES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA  
2011**

**FELIPE ALEX BOZZ**

**PROJEÇÃO DE SISTEMAS DE BAIXO CUSTO QUE OBJETIVAM A  
SUSTENTABILIDADE EM CASAS POPULARES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental da Universidade Tecnológica Federal d Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo Ambiental.

Orientador: Prof. Renato Santos Flauzino

Co-orientador: Prof. Carla Daniela Camara

**MEDIANEIRA  
2011**



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM  
GERENCIAMENTO AMBIENTAL



---

TERMO DE APROVAÇÃO

**PROJEÇÃO DE SISTEMAS DE BAIXO CUSTO QUE OBJETIVAM A  
SUSTENTABILIDADE EM CASAS POPULARES**

Por

**FELIPE ALEX BOZZ**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às \_\_\_\_\_ h do dia \_\_\_\_\_ como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Medianeira*. O acadêmico foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho .....

(aprovado, aprovado com restrições ou reprovado)

---

Prof. Msc. Renato Santos Flauzino  
UTFPR – *Campus Medianeira*  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Carla Daniela Camara  
UTFPR – *Campus Medianeira*  
(Co-orientadora)

---

Prof. Edilson Chibiaqui  
UTFPR – *Campus Medianeira*  
(Convidado)

---

Prof. Msc. Alice Jacobus de Moraes  
UTFPR – *Campus Medianeira*  
(Convidada)

Dedico este trabalho ao nosso Grande Pai que me deu sabedoria e persistência para continuar apesar de todas as adversidades;

À minha querida filha Eduarda a quem amo tanto;

À minha família, são minha base e meu tesouro, em especial à Marli e Orlando, queridos pais;

À todos os professores, incentivadores e exemplos;

Ao médico que me salvou quando nasci e me deu a chance de permanecer lutando e fazendo a diferença no mundo;

A todos aqueles que realmente acreditaram na minha capacidade, pois muitas vezes eles enxergaram em mim o que eu não conseguia ver diante do próprio reflexo no espelho.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao Professor Renato Santos Flauzino pela orientação e à Professora Carla Daniela Câmara pela co-orientação deste trabalho e, por meio dele, eu me reporto a toda a comunidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo apoio.

Agradeço aos pesquisadores e professores da banca examinadora pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo.

Existe uma expressão para saudade, “O amor que permanece”. Hoje sei que isso é verdade por que olho pra trás, reviro minhas lembranças e o que elas me trazem é apenas amor por um período árduo, magnífico e se eu tivesse a oportunidade de revivê-lo, o faria para sentir mais uma vez este amor que sinto, por que ele é lembrança forte em meu coração. (BOZZ, Felipe Alex, 2011)

## RESUMO

BOZZ, Felipe Alex. Projeção de sistemas de baixo custo que objetivam a sustentabilidade em casas populares. 2011. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental da Universidade Tecnológica Federal d Paraná (UTFPR). 2011

Para uma casa, de características populares com 42m<sup>2</sup>, com 2 quartos sala e cozinha, foi projetado um sistema de tecnologias sustentáveis que inclui captação, tratamento e armazenamento de água da chuva com fins potáveis e não potáveis, um sistema de reuso de água do banho e da lavanderia para que substituam a água nas descargas, aquecedor solar de baixo custo feito de materiais recicláveis, manta térmica com caixas tetra pak, um banheiro seco, horta orgânica para produção de alimentos e possíveis fitoterápicos. Os resultados estão baseados em diversas pesquisas e estudos de caso que os comprovam. As conclusões com relação as tecnologias estudadas mostram que o uso destas tecnologias pode melhorar significativamente a qualidade de vida das comunidades mais pobres e demonstram que é possível fazer uma grande diferença utilizando pouco recurso.

**Palavras-chave:** Tecnologias sustentáveis. Comunidades Pobres. Água. Energia. Qualidade de Vida.

## ABSTRACT

BOZZ, Felipe Alex. Projeção de sistemas de baixo custo que objetivam a sustentabilidade em casas populares. 2011. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental da Universidade Tecnológica Federal d Paraná (UTFPR). 2011

For a house, with popular features 42m<sup>2</sup> with 2 bedrooms lounge and kitchen, it was designed a system of sustainable technologies that includes collection, treatment and storage of rainwater for purposes other than potable drinking water and a system to reuse the bath water and the laundry department to replace the water in the dumps, low-cost solar heater made from recycled materials, thermal blanket with Tetra Pak cartons, one bathroom dry and organic garden for food production and possible herbal medicines. The findings are based on several surveys and white papers that prove that. The conclusions regarding the technologies being studied showing that use of these technologies can significantly improve the quality of life of poor communities and demonstrate that one can make a big difference using little recourse.

**Keywords:** Sustainable technologies. Poor Communities. Water. Energy. Quality of Life.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura	1 - Sistema de Reuso de Água.....	37
Figura	2 - Planta de Cobertura.....	41
Figura	3 - Corte AA.....	41
Figura	4 - Superfície Plana Inclinada.....	42
Figura	5 - Área para Cisterna.....	46
Figura	6 - Fôrma para placa de cimento.....	47
Figura	7 - Modelo de corte da tela.....	47
Figura	8 - Área para Cisterna.....	48
Figura	9 - Área para Contra piso.....	49
Figura	10 - Distância entre furos para escoras de parede.....	49
Figura	11 - Tela escorada.....	50
Figura	12 - Tela com sombrite.....	50
Figura	13 - Detalhe da massa.....	51
Figura	14 - Canto Redondo.....	52
Figura	15 - Coluna provisória de sustentação das placas.....	53
Figura	16 - Colocação das placas.....	53
Figura	17 - Cisterna.....	54
Figura	18 - Filtro e Descarte.....	55
Figura	19 - Clorador de Garrafa.....	56
Figura	20 - Extrato de Jabuticaba.....	58
Figura	21 - Extrato de Uva.....	58
Figura	22 - Sistema de Captação e Tratamento.....	60
Figura	23 - Sistema de Aquecimento Solar.....	61
Figura	24 - Painel Solar.....	61
Figura	25 - Esquema de Montagem Tetra Pak.....	63
Figura	26 - Veneziana Tetra Pak.....	63
Figura	27 - Banheiro Seco.....	65
Figura	28 - Câmara de Matéria Orgânica.....	66
Figura	29 - Leira Ecológica.....	67
Figura	30 - Disposição no terreno.....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Faixa de cores com indicadores de papel.....	59
Quadro 2	- Faixa de Temperatura mortal para microorganismos (°C).....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela	1 - Análise de água da SANEPAR.....	20
Tabela	2 - Método de Rippl .....	33
Tabela	3 - Método de Rippl (Analítico) para 6,5 m <sup>3</sup> .....	36
Tabela	4 - Custo de implantação de sistema de reuso para banheiro.....	39
Tabela	5 - Coeficiente de rugosidade n, utilizado no cálculo para vazão.....	43
Tabela	6 - Capacidade para calhas com telhados de fibrocimento.....	43
Tabela	7 - Orçamento para Cisterna de tela de alambrado.....	54

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
NBR	Norma Brasileira
NSF	National Sanitation Foundation International
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
UNESCO	United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization
USGBC	Us Green Building Council
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
WWF	World Wide Fund for Nature (Fundo Mundial para A Natureza)

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVO .....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
3.1	SUSTENTABILIDADE .....	15
3.2	CASA.....	16
3.3	POLUENTES DO AR QUE PODEM AFETAR A QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA.....	16
3.4	COLETA E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA .....	17
3.5	CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	19
3.6	REUSO DA ÁGUA.....	20
3.7	AQUECIMENTO DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO .....	21
3.8	ISOMANTA.....	22
3.8.1	Benefício ambiental.....	23
3.9	BANHEIRO SECO.....	23
3.9.1	Eficiência.....	26
3.10	HORTA ORGÂNICA.....	26
4	METODOLOGIA .....	29
4.1	SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL.....	29
4.2	SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA .....	29
4.3	ISOMANTA.....	30
4.4	BANHEIRO SECO.....	30
4.5	BANHEIRO SECO.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5	PROJEÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA DA CHUVA .....	31
5.1	ALCANCE DO PROJETO .....	31
5.2	POPULAÇÃO QUE UTILIZA A ÁGUA.....	31
5.3	DETERMINAÇÃO DA DEMANDA.....	32
5.4	MÉTODO UTILIZADO .....	33
5.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE A CISTERNA .....	35
5.6	MÉTODOS PARA REDUÇÃO DA DEMANDA MÉDIA MENSAL DE ÁGUA...37	
5.6.1	Reuso da água de tanque e máquina de lavar e do chuveiro .....	37
5.6.1.1	Considerações sobre proposta de reuso da água.....	39
5.7	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA.....	40

5.7.1	Calhas e condutores .....	42
5.7.2	Dimensionamento da Cisterna .....	45
5.7.3	Construção.....	46
5.8	TRATAMENTO DA ÁGUA.....	54
5.9	AQUECIMENTO DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO .....	61
5.10	ISOLANTE TÉRMICO .....	62
5.11	BANHEIRO SECO.....	64
5.12	HORTA ORGÂNICA.....	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	70
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVO .....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
3.1	SUSTENTABILIDADE .....	15
3.2	CASA.....	16
3.3	POLUENTES DO AR QUE PODEM AFETAR A QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA.....	16
3.4	COLETA E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA .....	17
3.5	CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	19
3.6	REUSO DA ÁGUA.....	20
3.7	AQUECIMENTO DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO .....	21
3.8	ISOMANTA.....	22
3.8.1	Benefício ambiental.....	23
3.9	BANHEIRO SECO.....	23
3.9.1	Eficiência.....	26
3.10	HORTA ORGÂNICA.....	26
4	METODOLOGIA .....	29
4.1	SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL.....	29
4.2	SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA .....	29
4.3	ISOMANTA.....	30
4.4	BANHEIRO SECO.....	30
4.5	HORTA ORGÂNICA.....	30
5	PROJEÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA DA CHUVA .....	31
5.1	ALCANCE DO PROJETO .....	31
5.2	POPULAÇÃO QUE UTILIZA A ÁGUA.....	31
5.3	DETERMINAÇÃO DA DEMANDA.....	32
5.4	MÉTODO UTILIZADO .....	33
5.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE A CISTERNA .....	35
5.6	MÉTODOS PARA REDUÇÃO DA DEMANDA MÉDIA MENSAL DE ÁGUA ...	37
5.6.1	Reuso da água de tanque e máquina de lavar e do chuveiro .....	37
5.6.1.1	Considerações sobre proposta de reuso da água.....	39

5.7	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA.....	40
5.7.1	Calhas e condutores .....	42
5.7.2	Dimensionamento da Cisterna .....	45
5.7.3	Construção.....	46
5.8	TRATAMENTO DA ÁGUA.....	54
5.9	AQUECIMENTO DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO .....	61
5.10	ISOLANTE TÉRMICO .....	62
5.11	BANHEIRO SECO.....	64
5.12	HORTA ORGÂNICA.....	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	70
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72



## 1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 60 a humanidade defronta-se com o grande fantasma das consequências do crescimento desenfreado e a consciência ambiental começa a tomar forma na mente dos governantes. Manifestações em prol da sustentabilidade começam a acontecer. Os humanos começam a tomar consciência de que não são donos do planeta, que moram nele e dele dependem.

Dentro deste contexto, principalmente nas grandes cidades, ocorrem muitas vezes falhas de infra-estrutura das mesmas, agravando problemas, principalmente, nas áreas menos privilegiadas economicamente. Dentre os principais problemas encontrados estão o acúmulo de lixo nas ruas e nas encostas de rios. Isso traz consequências como o agravamento de enchentes, que causam prejuízos de valores exorbitantes e perdas de vidas. Famílias inteiras vêm seu suor e sua história sendo levados pela água. Os postos de saúde ficam saturados devido à proliferação de doenças que são transmitidas pela água contaminada e pelos vetores de graves doenças que se proliferam rapidamente devido ao descaso com o lixo. Muita água escoia pelas ruas, mas falta água para beber ou para o saneamento básico. Já no semi-árido brasileiro, os níveis pluviométricos são baixos, resultando em sérias dificuldades para a população. Essas dificuldades hídricas pioram ainda mais a qualidade de vida, o que prejudica o desenvolvimento econômico e social em toda esta área. Duas situações distintas no mesmo país que têm em comum o uso irracional dos recursos naturais.

O grande desafio é adequar as necessidades de uma grande massa que é diretamente afetada e castigada do ponto de vista econômico. A resposta é o conceito de sustentabilidade por meio de idéias baratas, simples e práticas. Elas solucionarão problemas políticos, e também criarão modos de vida simples e sustentáveis. Para tanto, este trabalho apresenta sugestões de tecnologias de baixo custo que podem melhorar a qualidade de vida das pessoas. Estas tecnologias abordam temas como saneamento básico, uso de água da chuva, reuso de água e utilização da energia do sol para fins de aquecimento e esterilização da água.

## 2 OBJETIVO

Projetar uma casa popular com uso de tecnologias sustentáveis simples, eficientes, baratas.

### 3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Projetar sistema de coleta e tratamento de água pluvial;
- II. Projetar sistema de reaproveitamento de água;
- III. Projetar sistema de aquecimento de água de baixo custo;
- IV. Projetar isomanta confeccionada com materiais descartáveis;
- V. Projetar e analisar a viabilidade de um banheiro seco;
- VI. Projetar de horta orgânica para alimentação e fitoterapia;
- VII. Criar condições a minimização de consumo de energia elétrica;
- VIII. Proporcionar aproveitamento de energias alternativas;
- IX. Confrontar o custo e os benefícios trazidos pelas mudanças e a viabilidade em projetos públicos de cunho social.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 SUSTENTABILIDADE

Desenvolvimento sustentável é um conceito sistêmico que se traduz num modelo de desenvolvimento global que incorpora os aspectos de desenvolvimento ambiental. Foi usado pela primeira vez em 1987, no Relatório Brundtland, um relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criado em 1983 pela Assembléia das Nações Unidas (WWF BRASIL, 2010).

"O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais (RELATÓRIO BRUNDTLAND)"(WWF BRASIL, 2010).

Segundo WWF BRASIL (World Wide Fund for Nature, BRAZIL), (2010), o conceito de sustentabilidade comporta sete aspectos principais, a saber:

- Sustentabilidade Social - melhoria da qualidade de vida da população, equidade na distribuição de renda e de diminuição das diferenças sociais, com participação e organização popular;
- Sustentabilidade Econômica - públicos e privados, regularização do fluxo desses investimentos, compatibilidade entre padrões de produção e consumo, equilíbrio de balanço de pagamento, acesso à ciência e tecnologia;
- Sustentabilidade Ecológica - o uso dos recursos naturais deve minimizar danos aos sistemas de sustentação da vida: redução dos resíduos tóxicos e da poluição, reciclagem de materiais e energia, conservação, tecnologias limpas e de maior eficiência e regras para uma adequada proteção ambiental;
- Sustentabilidade Cultural - respeito aos diferentes valores entre os povos e incentivo a processos de mudança que acolham as especificidades locais;
- Sustentabilidade Espacial - equilíbrio entre o rural e o urbano, equilíbrio de migrações, desconcentração das metrópoles, adoção de práticas agrícolas mais inteligentes e não agressivas à saúde e ao ambiente, manejo sustentado das florestas e industrialização descentralizada;

- Sustentabilidade Política - no caso do Brasil, a evolução da democracia representativa para sistemas descentralizados e participativos, construção de espaços públicos comunitários, maior autonomia dos governos locais e descentralização da gestão de recursos;
- Sustentabilidade Ambiental - conservação geográfica, equilíbrio de ecossistemas, erradicação da pobreza e da exclusão, respeito aos direitos humanos e integração social. Abarca todas as dimensões anteriores através de processos complexos.

### 3.2 CASA

Residência Unifamiliar isolada é a propriedade destinada a uma única família, incorporada a um único lote, costuma ser entendida como o próprio arquétipo da casa. Embora, durante a história da Arquitetura e do Urbanismo ela tenha sido por várias vezes criticada, ainda é considerada um ideal de moradia para muitas pessoas. No Brasil ela é tradicionalmente encontrada isolada, no meio de um único lote urbano, recuada em relação à rua. (REIS FILHO, 2004)

Segundo o mesmo autor, no Brasil existem muitos exemplos de casas populares, elas formam complexos habitacionais e são financiadas por um preço mais viável. O imóvel desse gênero é construído numa área com pouco espaço. Isso depende de um bom planejamento, cada imóvel precisa ter uma boa divisão dos cômodos para adotar pavimentos. Esse perfil residencial tem sido muito procurado devido ao baixo custo do financiamento e as vantagens concedidas pelos programas habitacionais.

### 3.3 POLUENTES DO AR QUE PODEM AFETAR A QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA.

Existem poluentes em determinadas regiões, que dificultam muito a utilização de água da chuva captada devido a grave contaminação que podem

provocar. Por isso é imprescindível a análise de água, pois através dela se pode ter certeza do nível de contaminação, as formas de tratamento e o melhor uso. Incluem-se nesta classe, poluentes de vários tipos, como gases e particulados. Muitas substâncias sólidas e líquidas podem vir a ser particulados contaminantes do ar. (MANAHAN, 2001).

### 3.4 COLETA E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Á água da chuva considerada neste trabalho é a água coletada em telhados inclinados ou horizontais onde não haja passagem de ser humano e de animais e que não esteja em baixo de árvores ou em local de grande potencial de poluentes e que não esteja contaminada (ABNT, 2007).

A captação de água da chuva é uma prática muito difundida em países como a Austrália e Alemanha, aonde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos de custo-benefício. Diversos centros urbanos no planeta enfrentam uma situação irônica e dramática (ex: São Paulo - Brasil e Delhi - Índia), que em determinados períodos do ano, sofrem com a falta de água enquanto suas ruas são alagadas por fortes chuvas que caem em curtos períodos de tempo, causando transtornos, proliferação de doenças, desastres de diversas escalas, etc., confirmando a necessidade de aplicação de leis sobre o assunto (SIQUEIRA CAMPOS, 2004)

No Brasil existem normas e legislações a respeito deste assunto dentre elas pode-se citar:

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR (Norma Brasileira) 15527 de 2007 sobre aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis (ABNT, 2007);
- Resolução CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) 54 Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água. (CNRH,2005);
- Portaria 518/2005 da Vigilância Sanitária que traz os VMP (Valores Máximos permitidos para diversos parâmetros) apenas para água de poço, e

não água de chuva, sendo aconselhável análises de comparação de potabilidade para uso dessa água e para controle, em caso de fiscalização (ANVISA, 2004).

- Constituição Federal, 1988 - Artigo 225 - Dispõe sobre o meio ambiente. Artigo. 23, VI, estabelecendo que é competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas (BRASIL, 1988).

O Brasil, segundo a UNESCO (2003), está em 5º lugar entre os países com maior disponibilidade hídrica do mundo (48.314m<sup>3</sup>/hab./ano), atrás apenas do Congo (275.679 m<sup>3</sup>/hab./ano), Suriname (292.566m<sup>3</sup>/hab./ano), Islândia (309.319m<sup>3</sup>/hab./ano) e, finalmente, Guiana Francesa (812.121 m<sup>3</sup>/hab./ano).

As águas de chuva são encaradas pela legislação brasileira hoje como esgoto, pois ela usualmente vai dos telhados, e dos pisos para as bocas de lobo aonde, como "solvente universal", vai carregando todo tipo de impurezas, dissolvidas, suspensas, ou simplesmente arrastadas mecanicamente. Esta utilização é especialmente indicada para o ambiente rural, chácaras, condomínios e indústrias (ABNT, 2007)

Na maioria dos locais do mundo, especialmente em áreas rurais e em pequenas cidades, os níveis de poluição e contaminação da atmosfera são baixos e não atingem concentrações capazes de comprometer significativamente a qualidade da água das chuvas, que é geralmente a água natural disponível de melhor qualidade (ANDRADE NETO, 2004)

A água de chuva armazenada significa uma expressiva economia no gasto de água nas áreas comuns. Ela pode ser utilizada para lavagem das calçadas, do playground, de carros, na irrigação dos canteiros e jardins, na reserva para casos de incêndio permitindo que através de sua utilização traga no mínimo uma grande economia, sendo que em uma residência, pode chegar a 50% do consumo total de água, além de contribuir para a proteção deste recurso natural indispensável. Para uso humano, inclusive para como água potável é necessária uma filtragem mais fina além de desbacterização e remoção de elementos químicos (METALUMINI, 2009).

Segundo Tavares (2009) vários estudos que examinaram a qualidade de águas de chuva armazenadas em cisternas concluíram que estas geralmente atendem os padrões de potabilidade da Organização Mundial de Saúde para os

parâmetros físico-químicos, porém freqüentemente não atendem aos padrões de potabilidade da OMS quanto aos critérios de qualidade microbiológica, o que significa que estão geralmente contaminadas ou susceptíveis a contaminação por microrganismos patogênicos. (GOULD, 1999; SIMMONS, 1999; VIDAL, 2002; GOULD e NISSEN-PETERSEN, 2002; AMORIM e PORTO, 2001 apud TAVARES, 2009).

O custo baixíssimo da água nas cidades, pelo menos para residências, pode inviabilizar o aproveitamento econômico da água de chuva para beber. Já para Indústrias, onde a água é bem mais cara, é usualmente viável (CETESB, 2011).

O Semi-árido Nordeste tem projetos onde a competência e persistência combatem a escassez de água, com a construção de cisternas proporcionando água para seus habitantes (CETESB, 2011).

### 3.5 CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA

As características organolépticas da água não são suficientes para garantir a sua potabilidade. Assim, a água deve ser submetida a análises laboratoriais periódicas, com a finalidade de (a) determinar as suas características no estado bruto, para decidir a necessidade e tipo de tratamento, e (b) controlar a eficácia do tratamento e as características de potabilidade da água.

Considerando a água de consumo, as análises a efetuar são:

(a) Físicas, para determinar a temperatura, o gosto, o odor, a cor e a turvação;

(b) Químicas, para estimar a quantidade de substâncias químicas presentes, que podem ser perigosas para a saúde ou servir de indicadores de poluição;

(c) Bacteriológicas, para determinar o número total de bactérias, incluindo as bactérias de origem intestinal;

(d) Microscópicas, para determinar as fontes prováveis de gostos e odores, bem como os efeitos dos microrganismos no processo de purificação (Portal de Saúde Pública, 2005).

O padrão de qualidade de água para consumo humano é determinado pela Portaria nº 518, de 25 de Março de 2004, do Ministério da Saúde. Isso significa que

se houver necessidade de ingestão desta água a mesma deve atender as condições da portaria acima. (ANVISA, 2005).

Na Tabela 1 estão dados referentes a qualidade da água tratada na estação de tratamento da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) em Medianeira-Pr. É um exemplo de amostra que atinge valores para água potável.

**Tabela 1 - Análise de água da SANEPAR**

Localidade: MEDIANEIRA			
	Média dos Últimos 30 Resultados	Mínimo / Máximo Permitido	Portaria 518-MS
Cor Aparente	2,5	15,0	uH-Un.Cor
Fluoretos	0,6	0,6 a 1,1	mg/L F
Turbidez	0,25	5,0	NTU
pH	7,1	6,0 a 9,5	Un. pH
Cloro Residual	1,1	0,2 a 5,0	mg/L Cl
Alumínio	0,0	0,2	mg/L Al
Ferro Total	0,0	0,3	mg/L Fe
Manganês	0,0	0,1	mg/L Mn
Microcistinas	0	1,00	ug/L
Coliformes Totais	0	(0) Ausente	
Coliformes Termo tolerantes	0	(0) Ausente	

\* Características da Água Distribuída Atualizadas em: 08/04/2011

\* Os resultados diferem dos constantes nas contas de água por referirem-se a períodos diferentes.

Fonte: SANEPAR, 2011

### 3.6 REUSO DA ÁGUA

O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não. A reciclagem de água é o reuso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição. Essas tendem, assim, como fonte suplementar de abastecimento do uso original. Este é um caso particular do reuso direto planejado (UNIAGUA, 2011).

A NBR-13.969/97 segue considerações acerca de aspectos relativos ao reuso de água, tais como: técnicas de reuso local; sistema de reservação e de distribuição; manual de operação e treinamento dos responsáveis; planejamento do



sistema de reuso; volume de esgoto a ser reutilizado e grau de tratamento necessário (ABNT, 1997).

### 3.7 AQUECIMENTO DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO

Será integrado ao sistema hidráulico da casa um aquecedor solar de baixo custo constituído, dentre outros materiais, por garrafas pet. Este projeto está disponível no site da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMA, 2011).

Este aquecedor contribui com a redução do consumo de energia elétrica, beneficia o ambiente com uma reciclagem direta. O projeto do aquecedor solar com recicláveis tem como objetivo, conscientizar a todos de que todas as embalagens pós-consumo podem ter aplicação útil no lado social. O registro junto ao INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) se fez necessário para garantir a finalidade social e, para proporcionar uma melhor qualidade de vida ao maior número possível de pessoas. Pela simplicidade do projeto, o mesmo vem sendo implantado por ONGs, universidades, empresas, clubes de serviços, em várias instituições e habitações de famílias com baixa renda (SEMA, 2008).

O princípio de funcionamento por termo sifão é o que melhor se adapta à sistemas simples, como este projeto. Desde que, se tenha a possibilidade de instalação do coletor solar sempre abaixo do nível inferior da caixa ou reservatório, essa diferença de altura não pode ultrapassar três metros de distância e no mínimo trinta centímetros. Esse desnível é necessário para garantir a circulação da água no coletor, pela diferença de densidade entre a água quente e a fria. À medida que a água esquenta, ela sobe pelas colunas do aquecedor/coletor, seguindo a tubulação e regressando a parte superior da caixa ou reservatório. A água fria por ser mais pesada flui para a parte inferior do coletor mantendo o aquecedor sempre cheio de água e fechando o ciclo de aquecimento. Efeito idêntico aos aquecedores convencionais do mercado com sistema termo sifão, diferenciando-se apenas nos materiais aplicados na sua fabricação. Cada vez que a água deixa o reservatório e percorre o aquecedor, ela é aquecida em média 10°C, o que permite que em uma exposição de 6 horas a água atinja no verão a temperatura de 52°C e no inverno,

38°C. Esse tempo de exposição começa a ser computado a partir das 10:00 da manhã até as 16:00 da tarde (SEMA, 2008) .

### 3.8 ISOMANTA

A isomanta proporciona conforto térmico e devido ao material de sua confecção, caixas do padrão tetra pak, traz benefícios ambientais diretos. Aplicadas para isolamento térmico de telhados, em especial telhas de cimento-amianto, essas embalagens são capazes de refletir até 95% da irradiação infravermelha do sol e, com isso, reduzir cerca de 9° C a temperatura no interior do ambiente. Esta propriedade vem sendo constatada nas experiências do engenheiro civil industrial Luis Otto Faber Schmutzler, pesquisador-colaborador do Laboratório de Engenharia Biomecânica (Labiomec), da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) DA UNICAMP. Coberturas de cimento-amianto são comuns também em escolas, submetendo crianças e professores a um calor insuportável, a alterações de humor e a problemas no rendimento escolar e de saúde. O aproveitamento do material também assegura, nas noites de inverno, o fim do gotejamento nas telhas, causado pela condensação da umidade relativa do ar (respiração e vapor desprendido das panelas no fogão) (JORNAL UNICAMP, 2001).

Segundo a mesma fonte, experiências complementares foram feitas em casas na praia de Itamambuca, em Ubatuba (SP). Ali já existem pessoas envolvidas na execução do projeto, que trataram de eliminar dúvidas sobre a capacidade isolante das embalagens. Os testes demonstraram, também, que mesmo sendo compostas por várias camadas de polietileno e papelão, elas não são auto-combustíveis e, portanto, não aumentam o risco de incêndio. “Em um curto-circuito provocado, a corrente-elétrica foi cortada pela própria embalagem, comprovando que não é iniciadora de fogo e que, como outros materiais usados na construção civil, só queima se a chama for mantida sobre ela”.

### 3.8.1 Benefício ambiental

Compostas por seis camadas de materiais – quatro de polietileno, uma de alumínio e uma de papelão – as caixinhas vazias acabam se constituindo em sério problema ecológico. Dados da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB) revelam que elas levam cerca de cem anos para se decompor. O crescente uso dessas embalagens faz com que elas passem a ocupar espaço considerável nos aterros sanitários. A previsão da multinacional sueca Tetra Pak, único fabricante mundial das embalagens longa vida, era de produzir seis bilhões de unidades no Brasil somente em 2000. A difusão de sua utilidade como material de construção contribuirá para aliviar o acúmulo de lixo urbano. (JORNAL UNICAMP, 2001).

A mesma fonte ressalta a importância das caixas nem sequer chegarem ao lixo. Para que isso aconteça é fundamental a criação de sistemas específicos de coleta pelas prefeituras ou por organizações ligadas às comunidades carentes. Deve também ser incentivado o trabalho de limpeza e colagem que deve poder ser realizado em centros comunitários. Isso pode garantir, ainda, ganho econômico para catadores ou desempregados que se dedicarem à tarefa.

Segundo Luis Otto Schmutzler, pesquisador da UNICAMP, a Tetra Pak reprocessa 15% das embalagens, destruindo-as e vendendo os resíduos para fábricas de plástico e de papelão. Esses seis bilhões de unidades poderiam se reaproveitadas, garantir 400 mil metros quadrados de isolante térmico, o suficiente para 40 mil pequenas moradias. Para cada metro quadrado de manta são necessárias 16 caixinhas de leite.

## 3.9 BANHEIRO SECO

Designações:

- Sanitário compostável (composting toilet)
- Banheiro seco (dry toilet)

- Banheiro biológico (biological toilet)
- Banheiro ecológico (ecological toilet). Ecológico porque, entre as tecnologias de tratamento de águas residuais, uma das maneiras mais diretas de evitar poluição e conservar água e recursos naturais (DEL PORTO e STEINFELD, 2000).

Os resíduos sólidos, segundo a NBR – 10.004 de 1997 podem ser definidos por:

“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água que exijam para isso soluções técnicas economicamente viáveis em face de melhor tecnologia disponível”.

São produzidos 50L de fezes e 500L de urina por ano por pessoa. Um banheiro de descarga a base de água convencional usa um adicional de 15.000L de água potável por pessoa por ano. Com isto, estima-se que 20 a 40% do consumo de água em cidades que utilizam o sistema centralizado de esgoto é devido à água do banheiro (GARDNER, 1997).

Banheiro seco para os que possuem fácil acesso a meios de saneamento básico pode tornar-se uma boa ferramenta sustentável para economia e bom uso de água potável, mas para muitas pessoas que encaram a falta de água potável como uma rotina diária, este pode ser um instrumento que possibilita melhora significativa em termos de qualidade de vida e saúde, pois normalmente o saneamento de resíduos das casas é realizado utilizando-se, como já dito, grande parte de água e se esta não existe, as pessoas podem ficar sujeitas a muitos tipos de doenças, principalmente às provocadas por parasitas. Para os menos favorecidos, este mecanismo traz uma fonte de ecologia e saneamento (GRAÇAS, 2010)

Os banheiros secos vêm sendo tratados como uma das alternativas para o problema da poluição da água de maior potencial. O Conselho Norte Americano de construções ecológicas (US Green Building Council - USGBC) estabelece que o banheiro seco como uma das tecnologias de maior potencial atualmente (LEED, 2008).

A Fundação Nacional de Saneamento Norte Americana, National Sanitation Foundation International (NSF) - The Public Health and Safety Company™, aprova e regulamenta certos banheiros secos que atendem os critérios dentro da norma NSF/ANSI Standard 41. A NSF é amplamente reconhecida por seus conhecimentos científicos e técnicos nos domínios da saúde e ciências ambientais, está diretamente ligada ao governo Norte Americano, à Organização Mundial da Saúde (OMS) e serve a fabricantes que operam em 80 países (QUEIROZ ALVES, 2009).

A NSF chama atenção que nem todos os banheiros secos são aprovados certificados e que estes devem atender aos seguintes critérios: (a) o sistema do banheiro deve ser capaz de lidar com períodos estendidos de uso e com ocasionais sobrecargas; (b) o banheiro não deve possuir odores ofensivos; (c) o material produzido deve alcançar apropriados níveis de tratamento para bactérias; (d) propagandas, literatura e rotulagem devem obter níveis adequados de confiabilidade; (e) o teste do produto final deve estar acessível ao fabricante; (f) os resultados dos testes devem ser confirmados por testes paralelos de sistemas de saneamento que operam no mercado (QUEIROZ ALVES, 2009).

A urina e fezes são fertilizantes completos de alta qualidade com níveis mínimos de contaminadores, tais como metais pesados. A urina é rica em nitrogênio, enquanto as fezes são ricas em fósforo, potássio, e material orgânico. A quantidade de nutrientes excretadas depende da quantidade de alimentação consumida e equações estão apresentadas para cálculo de nitrogênio e fósforo do excreto baseado nas estatísticas facilmente disponíveis após o fornecimento de informações da dieta alimentar das pessoas (JÖNSSON et al., 2004). Na urina a proporção dos nutrientes N:P:K é muitas vezes mais apropriada para se utilizar na agricultura que se comparado com a quantidade e proporção dos nutrientes presentes nos fertilizantes industriais. Um adulto pode produzir cerca de 400 litros de urina por ano, que por sua vez, contém 4,0Kg de nitrogênio, 400g de fósforo e 900g de potássio (JÖNSSON, 1997).

Estes macronutrientes se encontram na forma ideal para serem aproveitados pelas plantas: o nitrogênio na forma de uréia, o fósforo como ortofosfato e o potássio como íon livre. Além disso, as concentrações de metais pesados são muito menores que aquelas apresentadas na maioria dos fertilizantes químicos (ESREY et al, 1998).

A utilização da urina na agricultura pode ainda ser feita tanto na forma líquida quanto na forma sólida, através da precipitação de estruvita [ $MgNH_4PO_4$ ],

hidroxiapatita [ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ] e calcita [ $\text{CaCO}_3$ ], podendo reduzir, assim, o volume utilizado de fertilizantes artificiais (ZANCHETA et. al., 2007).

Assim, a compostagem e o banheiro seco surgem como formas alternativas à reciclagem convencional dos resíduos orgânicos urbanos ou rurais, pois, como sugere Vinnerås (2007), se realizada de maneira adequada, é capaz de quebrar o ciclo da contaminação da água e promover o ciclo fechado da utilização dos nutrientes orgânicos proposto por Esrey et al. (2001). Por este motivo, este conceito de tratamento vem se tornando cada vez mais freqüente (QUEIROZ ALVES, 2009).

### 3.9.1 Eficiência

O principal estudo que atestou a eficácia dos banheiros secos foi o estudo de Safton (1993) realizado em sete protótipos de banheiros secos (seis deles de construção doméstica), levando em consideração a taxa de sobrevivência de helmintos na câmara de compostagem. Safton concluiu que "os sistemas estão funcionando com relação à destruição dos parasitas e comensais" e que o composto final produzido também demonstrou estar majoritariamente livre de bactérias e protozoários patogênicos (SAFTON, 1993).

### 3.10 HORTA ORGÂNICA

Considera-se como alimento orgânico, aquele que sem o uso de adubos químicos ou agrotóxicos (HIGASHI, 2001).

Para implantação de uma horta orgânica em pequenas áreas pode-se considerar o cálculo de 10 m<sup>2</sup> por pessoa e que uma hora de trabalhos diários possibilita a manutenção até 100 m<sup>2</sup> de área trabalhada. Para início da produção é importante realizar um planejamento. Nele devem-se definir os espaços a serem utilizados e o tipo de produção pretendida. O planejamento da produção se refere à escolha dos produtos pretendidos, verificando-se época de plantio, variedades adaptadas, escalonamento de produção, consórcios, ciclos das culturas, exigências

e tratos culturais necessários. Em uma horta conduzida no sistema orgânico, e necessário inicialmente tomar conhecimento sobre dados regionais como clima, tipo de solo, proximidade com áreas florestadas, fauna existente, e outras. Todos estes fatores são relevantes para a condução de um plantio que deve interagir com o meio ambiente em que se insere. O clima, por exemplo, é determinante na adaptação de certas culturas e deve ser levado em consideração na seleção de variedades. As diferenças entre estações, quanto a temperatura e pluviosidade devem ser verificados, servindo como base para um calendário de épocas de plantio (PLANETA ORGÂNICO, 2011).

O Guia da horta orgânica, disponível na página eletrônica do Planeta Orgânico (2011), também menciona o tipo de solo como o fator mais relevante a ser considerado para a produção. O solo deve ser encarado como um organismo vivo, que interage com a vegetação em todas as fases de seu ciclo de vida. Devem ser analisados os aspectos físico, químico e biológico dos solos. O aspecto físico do solo se refere à sua textura e sua estrutura. A textura de um solo se relaciona ao tamanho dos grãos que o formam. Um solo possui diferentes quantidades de areia, argila, matéria orgânica, água, ar e minerais. A forma como estes componentes se organizam, representa a estrutura do solo. Um solo bem estruturado deve ser fofo e poroso permitindo a penetração da água e do ar, assim como de pequenos animais, e das raízes. O aspecto químico se relaciona com os nutrientes que vão ser utilizados pelas plantas. Esses nutrientes, dissolvidos na água do solo (solução), penetram pelas raízes das plantas. No sistema orgânico de produção os nutrientes podem ser supridos através da adição de matéria orgânica e compostos vegetais.

Este guia cita ainda o aspecto biológico trata dos organismos vivos existentes no solo, e que atuam nos aspectos físicos e químicos de um solo. A vida no solo só é possível onde há disponibilidade de ar, água e de nutrientes. Um solo com presença de organismos vivos indica boas condições de estrutura do solo. Os microorganismos do solo são os principais agentes de transformação química dos nutrientes, tornando-os disponíveis para absorção pelas raízes das plantas. A matéria orgânica é um dos componentes de um solo e atua como agente de estruturação, possibilitando a existência de vida microbiana e fauna específica, além de adicionar nutrientes à solução do solo.

Os solos no Brasil em geral são ácidos sendo recomendável, sempre, iniciar a correção do solo com a aplicação de calcário, de preferência o dolomítico que,

além de conter cálcio, tem magnésio. O calcário deve ser aplicado dois meses antes do plantio. Os solos também sofrem de deficiência de fósforo. Alguns tipos de adubo orgânico fornecem nutrientes específicos, por exemplo, cinzas de madeira são ricas em potássio, cálcio e magnésio. A proximidade com áreas florestadas é um fator que está relacionado ao equilíbrio ecológico regional de modo mais geral e, mais precisamente, à presença de espécies da fauna que podem interagir com o plantio. Aves e insetos são componentes da cadeia que vai ser gerada a partir de um plantio orgânico (PLANETA ORGÂNICO, 2011).



## 4 METODOLOGIA

### 4.1 SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

O dimensionamento da cisterna foi calculado com base na NBR -10844 (Instalações prediais de águas pluviais) e na NBR – 15527(Água da chuva, Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis-Requisitos). Exemplo prático do método de Rippl (analítico) foi baseado no trabalho de Marcos Andre Siqueira Campos (Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Paulo, 2004) com dados pluviométricos conseguidos na estação meteorológica da UTFPR. As considerações sobre partes fundamentais da cisterna, seu funcionamento e formas de tratamento de água da cisterna são de diversas fontes que vão desde páginas de internet a estudos de caso e livros. Algumas inovações são frutos de observações feitas, durante a produção deste trabalho, geradas a partir de necessidades de melhorias dos métodos estudados na literatura pesquisada. Para se chegar ao modelo de melhor custo benefício da cisterna, vários tipos de cisternas foram confrontados e orçados.

### 4.2 SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA

Este dimensionamento teve como foco a economia de água, seu uso e condições sanitárias da água reutilizada com relação à segurança dos usuários. Para os dados sobre a potabilidade da água foram pesquisados estudos de casos que abordavam este assunto.

### 4.3 ISOMANTA

Vários modelos foram pesquisados em fóruns de internet e sites com idéias que promovem tecnologias sustentáveis para se chegar a um modelo prático, barato eficaz e confiável. Dentre as características estudadas nesta tecnologia estão a capacidade de bloqueio de radiação infra-vermelha, risco de incêndios e vantagens ambientais. Os principais trabalhos que serviram de base foram (EMBALAGENS TETRA PARK, ALTERNATIVA DE BAIXO CUSTO NA CONSTRUÇÃO, 2009) e UNICAMP (PROJETO FORRO VIDA LONGA, 2001)

### 4.4 BANHEIRO SECO

O modelo que atendeu as premissas do projeto foi o banheiro seco ecológico. Para sua aprovação foi necessário buscar boas referências científicas que provassem a eficiência da compostagem na matéria orgânica na esterilização de organismos patogênicos e também suas vantagens econômicas e ambientais.

Dentre as referências para banheiro seco, as que se destacaram foram: Site do banheiro seco ecológico, Curso de permacultura (CONSTRUÇÕES ALTERNATIVAS, 2003) e Sofia Silva Lemos (GUIA DE CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DA LEIRA PARA COMPOSTAGEM DAS FEZES DO BANHEIRO SECO ECOLÓGICO, JUNTO COM RESÍDUOS ORGÂNICOS)

### 4.5 HORTA ORGÂNICA

A horta orgânica foi projetada basicamente coma as dicas encontradas na página eletrônica do Planeta Orgânico na seção guia da horta orgânica que possui conteúdo completo que abrange desde a estrutura da horta até sua plantação e manutenção em detalhes.

## 5 PROJEÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA DA CHUVA

A projeção do sistema de coleta de água de chuva deve atender às ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 10844.

O objetivo principal para este sistema de abastecimento é de fornecer água para maior parte da demanda de consumo. Esta água deve atender no mínimo aos requisitos da ABNT NBR 15527 de 2007 sobre aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis e também propiciar água totalmente potável para seus moradores seguindo parâmetros da Portaria nº 518, de 25 de Março de 2004, do Ministério da Saúde. Deve-se também levar em consideração o custo total do sistema, sua viabilidade e sua manutenção.

Outro fator a considerar é a utilização de materiais descartados como fonte de matéria prima se for possível, o que poderá reduzir custos e incentivar atitudes sustentáveis.

### 5.1 ALCANCE DO PROJETO

Este projeto deve atender às necessidades de comunidades onde a dificuldade de saneamento é grande e é diretamente proporcional a urgência na melhora de qualidade de vida de seus habitantes.

O projeto está direcionado para prefeituras, organizações não governamentais, e interessados na questão de inclusão de sistemas sustentáveis em moradias, ou seja, qualquer pessoa pode se beneficiar com as idéias do projeto.

### 5.2 POPULAÇÃO QUE UTILIZA A ÁGUA

A população em questão para o projeto refere-se aos moradores da residência atendida cujo número máximo é de quatro pessoas.

### 5.3 DETERMINAÇÃO DA DEMANDA

De acordo com a Organização das Nações Unidas, cada pessoa necessita de 3,3 m<sup>3</sup>/pessoa/mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene).

Levando em consideração a média da população brasileira é em geral mais alta que a média da (ONU) também em casas populares, uma pessoa gasta aproximadamente 150L/dia de água. Quatro pessoas gastarão então em média 600L/dia o que nos leva ao consumo médio da família de aproximadamente 18000L/dia (18m<sup>3</sup>/mês).

Adotou-se como média de consumo interno as seguintes porcentagens:

Uso interno: % do Consumo Água de Chuva

- Descargas na bacia sanitárias 29% Sim– 5220L/mês (ABNT NBR 15527)
- Chuveiros e banheiras 20% ( Portaria nº 518)
- Máquinas de lavar roupas 15% Sim – 2700L/mês (ABNT NBR 15527)
- Torneiras internas 10% (Portaria nº 518)

Uso externo

- Jardim / horta 21% Sim – 3780L/mês (ABNT NBR 15527)
- Lavagem de carro 3% Sim – 540L/mês (ABNT NBR 15527)
- Lavagem de área externa 2% Sim – 360L/mês (ABNT NBR 15527)

Consumo para fins não potáveis: 12600L/mês

Consumo para fins potáveis: 5400L/mês

Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa da USP.

## 5.4 MÉTODO UTILIZADO

O cálculo para o dimensionamento será feito através do método de Rippl. Ele é apresentado por meio de diagrama de massa e pode ser resolvido para a demanda constante ou variável e para chuvas mensais e diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

$$\text{Sendo que: } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

$S(t)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D(t)$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

$V$  é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial. (Runoff  $C=0,80$ )

A Tabela 2 foi utilizada para calcular a demanda constante de maneira analítica e chuvas mensais.

**Tabela 2 - Método de Rippl - Através do Método de Rippl (Analítico) e das médias mensais pode-se obter o volume exato do reservatório a ser construído.**

<b>Método de Rippl (Analítico)</b>							
<b>MESES</b>	<b><i>cmm</i></b>	<b><i>dcm</i></b>	<b><i>a.cap</i></b>	<b><i>vcm</i></b>	<b><i>vd - vc</i></b>	<b><i>dif. Acu.</i></b>	
	mm	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA
1	2	3	4	5	6	7	8
JAN	107,8	18	-56	-4,82944	13,17056	13,17056	d
FEV	151,6	18	-56	-6,79168	11,20832	24,37888	d
MAR	119,4	18	-56	-5,34912	12,65088	37,02976	d
ABR	364,6	18	-56	-16,33408	1,66592	38,69568	d
MAI	117	18	-56	-5,2416	12,7584	51,45408	d
JUN	44	18	-56	-1,9712	16,0288	67,48288	d
JUL	100,5	18	-56	-4,5024	13,4976	80,98048	d

**Tabela 2 - Método de Rippl - Através do Método de Rippl (Analítico) e das médias mensais pode-se obter o volume exato do reservatório a ser construído.**

<b>Método de Rippl (Analítico)</b>							
<b>MESES</b>	<b>cmm</b>	<b>dcm</b>	<b>a.cap</b>	<b>vcm</b>	<b>vd - vc</b>	<b>dif. Acu.</b>	
AGO	21,8	18	-56	-0,97664	17,02336	98,00384	d
SET	86,2	18	-56	-3,86176	14,13824	112,14208	d
OUT	251,4	18	-56	-11,26272	6,73728	118,87936	d
NOV	48,1	18	-56	-2,15488	15,84512	134,72448	d
DEZ	261,2	18	-56	-11,70176	6,29824	141,02272	d
<b>TOTAL</b>	<b>1673,6</b> mm	<b>216</b> m <sup>3</sup> /ano		<b>-74,97728</b> m <sup>3</sup> /ano			

O significado de cada coluna na Tabela 2 pode ser melhor entendido da seguinte maneira:

Coluna 1 – Período de tempo que vai de Janeiro à Dezembro

Coluna 2 - São representadas as chuvas médias mensais em milímetros do município de medianeira no ano de 2010.

Coluna 3 – Demanda mensal (ÍTEM 5.1), em conseqüência das necessidades. Fornecida em m<sup>3</sup>. O total do volume consumido deve ser menor ou igual ao volume total da chuva da coluna 5.

Coluna 4 – Representa a área de captação da chuva. Fornecida em m<sup>2</sup>, e é a projeção da área do telhado sobre o terreno.

Neste caso:  $7,99 \times 6,99 = 56\text{m}^2$

Coluna 5 – Indica os volumes mensais de água da chuva captados. (coluna 2 x coluna 4 x coef. Runoff (0,80)/1000= área de captação de água da chuva.)

Exemplo:  $201,9 \times 56 \times 0,80/1000=9,045$

Coluna 6 – Indica a diferença entre os volumes da demanda (coluna 3) e os volumes das chuvas mensais (coluna 5). Quando o valor apresentado for negativo, significa que há excesso de água, se o valor for positivo, o volume da demanda supera o volume de água disponível.

Coluna 7 – Representa as diferenças acumuladas dos valores positivos encontradas na coluna 6. Nesta coluna é considerada a hipótese inicial do reservatório estar cheio.

- Os meses que apresentam excesso de água que são representados por valores negativos não são computados.
- “Começa com a soma dos valores positivos, prosseguindo até que a diferença se anule, desprezando a soma quando aparecer o primeiro valor negativo” (TOMAZ, 2003).

Coluna 8:

- **E:** Água escoando pelo extravasor: Se o volume do reservatório estivesse cheio no mês de janeiro, por exemplo, seriam verificados valores negativos na coluna 6, significa que a água estaria saindo pelo extravasor.
- **D:** Nível de Água baixando: Caso contrário a **(E)** significa que o nível do reservatório está diminuindo.
- **S:** Nível de Água subindo.

Conclui-se que o sistema proposto não atenderia a demanda constante, pois as chuvas não serão suficientes para suprir a necessidades apresentadas utilizando a área de captação em questão em nenhum dos meses, pois, o consumo da casa começa superando o abastecimento da cisterna já no mês de janeiro, faltando 13m<sup>3</sup>.

## 5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A CISTERNA

O dimensionamento indica que esta casa não pode ser auto-sustentável em termos de demanda de água utilizando a água da chuva sob condições normais. Deve-se então promover condições para que o consumo de água possa ser otimizado e reduzido. Dentre estas alternativas pode-se citar o reuso de águas cinzas e a educação ambiental para o bom uso da água evitando desperdícios.

A Tabela 3 apresenta um cálculo para o volume de água não potável (6 m<sup>3</sup>).

**Tabela 3 - Método de Rippl (Analítico) para 6,5 m<sup>3</sup> – Cálculo do volume do reservatório para consumo de 6,5m<sup>3</sup> mensais.**

<i>Rippl (Analítico) – Consumo de 6,5m<sup>3</sup> mensais</i>							
MESES	<i>cmm</i> mm	<i>dcm</i> m <sup>3</sup>	<i>a.cap</i> m <sup>2</sup>	<i>vcm</i> m <sup>3</sup>	<i>vd - vc</i> m <sup>3</sup>	<i>dif. Acu.</i> m <sup>3</sup>	<i>Colunas1</i>
COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA	COLUNA
1	2	3	4	5	6	7	8
JAN	107,8	6,5	-56	-4,82944	1,67056	1,67056	d
FEV	151,6	6,5	-56	-6,79168	-0,29168	1,37888	S
MAR	119,4	6,5	-56	-5,34912	1,15088	2,52976	D
ABR	364,6	6,5	-56	-16,33408	-9,83408	-7,30432	E
MAI	117	6,5	-56	-5,2416	1,2584	-6,04592	E
JUN	44	6,5	-56	-1,9712	4,5288	-1,51712	E
JUL	100,5	6,5	-56	-4,5024	1,9976	0,48048	D
AGO	21,8	6,5	-56	-0,97664	5,52336	6,00384	D
SET	86,2	6,5	-56	-3,86176	2,63824	8,64208	D
OUT	251,4	6,5	-56	-11,26272	-4,76272	3,87936	S
NOV	48,1	6,5	-56	-2,15488	4,34512	8,22448	D
DEZ	261,2	6,5	-56	-11,70176	-5,20176	3,02272	S
TOTAL	1673,6	78		-74,97728			

Desprezam-se os valores acumulados negativos. Conclui-se que o reservatório com 8,64m<sup>3</sup> é o suficiente para atender a demanda de consumo proposta de 6,5m<sup>3</sup> (36% de 18m<sup>3</sup>).

Quando o interesse em captar água da chuva está sob o ponto de vista ecológico, deve-se utilizar o máximo rendimento do sistema. Isso objetiva a economia de água potável, o mesmo é refletido da seguinte forma:

O volume máximo apresentado pela coluna 7 é de 8,64m<sup>3</sup>/mês. Assim, para a regularização da demanda constante de 6,50m<sup>3</sup>/mês o reservatório deverá ter a capacidade de 8,64m<sup>3</sup>, ou seja, uma cisterna padrão tem 10m<sup>3</sup>.

Esta captação contribuirá diretamente com 36% de economia na utilização de água das companhias de abastecimento que é utilizada em uma casa popular.

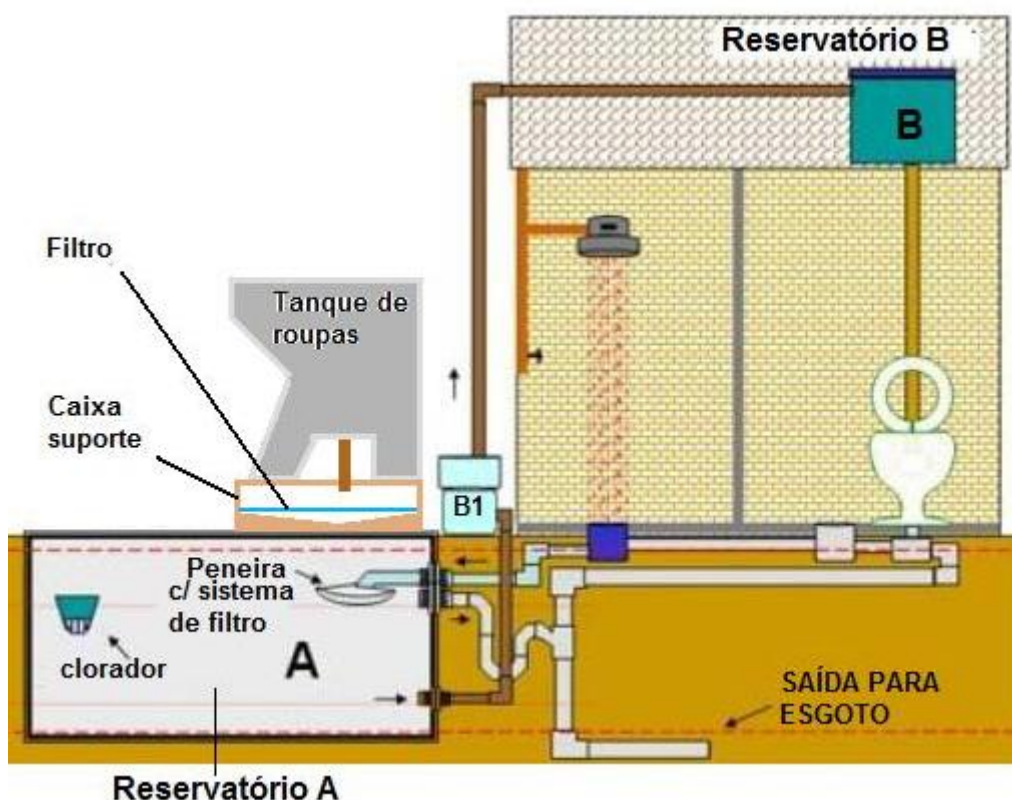
Esta porcentagem aumenta caso sejam adotadas práticas sustentáveis, que reduzem o consumo médio mensal.



## 5.6 MÉTODOS PARA REDUÇÃO DA DEMANDA MÉDIA MENSAL DE ÁGUA

### 5.6.1 Reuso da água de tanque e máquina de lavar e do chuveiro

Na Figura 1 é apresentado um sistema de reuso de água que utiliza a água do chuveiro, tanque de lavar roupa, máquina de lavar roupa e centrífuga.



**Figura 1 – Sistema de Reuso de Água**

Para calcular a economia na demanda depois de instalado o projeto, consegue-se a seguinte economia:

- 29% (consumo em  $m^3/mês$  de água da bacia sanitária) de economia da demanda de  $18m^3 = 5,22m^3/mês$ , ou seja, a casa passou a necessitar apenas  $12,78m^3$ .

A água de banho e das lavagens, apesar de muito mais limpas do que a do esgoto, apresentam aspectos químicos e biológicos especiais, cuja solução está

sendo estudada por muitos grupos interessados no seu reuso. A tecnologia para o trato desse tipo de água ainda não é pública.

A literatura das técnicas de reuso é extensa, mas sem oferecer claramente as informações procuradas. Reforçando o aspecto da esterilidade, ela é necessária para evitar uma eventual multiplicação de germes e bactérias nas partes mais sensíveis do corpo humano, como os órgãos genitais, que usualmente estão expostos a respingos provenientes dos vasos sanitários (FIORI et al., 2006).

Os caminhos de tratamento dessa água envolvem, entre outros, um sistema de filtro simples colocado na entrada do reservatório terrestre que reterá grande parte da sujeira e de um sistema de desinfecção e conservação que utiliza "cloro orgânico" para garantir a desinfecção e conservação, deixando a água segura para o reuso no vaso sanitário.

O Cloro Orgânico é chamado assim, porque a estrutura química deste tipo de derivado clorado é orgânica, ou seja, possui "carbono" na sua estrutura química. Os principais representantes são o Dicloro Isocianurato de Sódio e o Ácido Tricloroisocianúrico (DYCHDALA, 1977; BLATCHLEY III, 1994; ANDRADE e MACÊDO, 1996; MACÊDO, 2000).

Geralmente, os derivados clorados de origem orgânica, são comercializados na forma de pó ou granulado, pois possuem uma maior estabilidade ao armazenamento do que os compostos clorados inorgânicos, por exemplo, os derivados clorados de origem inorgânica possuem um prazo de validade de 4 meses, enquanto os orgânicos, chegam a alcançar um prazo de validade de 3 a 5 anos (HIDROALL, 2000a; HIDROALL, 2000b; LEVER INDUSTRIAL, 1991; LEVER INDUSTRIAL, 1995; BAYER, sd, HTH, 1999; GENCO, 1998). Também são mais estáveis em solução aquosa o que implica numa liberação mais lenta de ácido hipocloroso e conseqüentemente permanecem efetivos por períodos de tempos maiores, mesmo na presença de matéria orgânica (ANDRADE e MACÊDO, 1996).

### 5.6.1.1 Considerações sobre proposta de reuso da água

A Tabela 4 descreve os materiais necessários e o custo destes itens para realizar a implantação do sistema de reutilização de água. Estes preços podem variar de acordo com a loja ou região.

**Tabela 4 - Custo de implantação de sistema de reuso para banheiro**

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIA		
<b>Materiais</b>	<b>Qty.</b>	<b>Custo R\$:</b>
Filtro TratWay IBBL 4001	1	100
Reservatório de fibra de vidro (250L) marca Makrocaixa	2	150
Motor-bomba e acessórios (1/4 CV) Marca Dancor CP4R14 110/220V	1	217
Mão de obra	1	300
Tubos e conexões		228
Tela plástica fina (filtro coletor de fios)		5
<b>TOTAL</b>		<b>1000</b>

A análise dos cálculos demonstrados sugere que, quando mesclados, o sistema de coleta de água de chuvas e o sistema de reuso da água atingem diversos objetivos entre os quais, economia significativa de água, racionalização de custos e área construída.

A economia de água é claramente vista entre as variações de consumo da residência padrão e os resultados projetados para a casa com sistemas sustentáveis.

Consumo reduzido de 18m<sup>3</sup> para 12,78m<sup>3</sup>/mês dos quais aproximadamente 6,5m<sup>3</sup> podem ser supridos pelo sistema de abastecimento com água da chuva com segurança, segundo método de Rippl, isso mostra que apenas 34,9% da demanda total não é atendida pela capacidade do sistema de captação e reuso, a casa precisa apenas de 6,28m<sup>3</sup>/mês (6280L/mês) de água do sistema de abastecimento público o que simboliza uma economia total de 65,1% de água.

Ocorre também minimização dos custos de construção do sistema de abastecimento de água, pois, quanto menor a demanda menor será o custo de construção do reservatório de água. .

Como o sistema de captação requer grande espaço para grandes volumes a área utilizada tende a ser menor, sobrando mais área livre para outros aproveitamentos.

O custo para implantação pode ser reduzido quando utilizados materiais alternativos. Isso pode tornar mais viável o projeto em termos de retorno financeiro.

Os aspectos a seguir tornam ainda mais atrativa a escolha por este sistema:

- Demanda mensal:  $12,78\text{m}^3/\text{mês}$  – 2% água de lavagem de área externa ( $0,25\text{m}^3/\text{mês}$ )=  $12,53\text{m}^3/\text{mês}$ . Percentual que utiliza o sistema de reuso de água.
- Os sistemas de reuso de água e sistema de coleta de água da chuva somam uma economia de 67,1% no consumo de água da casa. Pode não ter um impacto tão grande no gasto de algumas famílias com fácil acesso a água, mas para famílias que possuem dificuldades quanto a água, pode vir a ser uma poderosa ferramenta.
- Pode vir a se tornar mais atraente, caso haja necessidade de acumulação para haver suprimento individual, como ocorre em regiões metropolitanas onde períodos de estiagem muitas vezes são longos.
- É muito útil em algumas situações de emergência, por exemplo, quando o abastecimento de água público foi prejudicado por catástrofes.

## 5.7 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA

Para padronizar o projeto, o dimensionamento está baseado na ABNT NBR 10844. A calha utilizada é uma calha de beiral e deve, sempre que possível, ser fixada centralmente sob a extremidade da cobertura e o mais próximo desta.

Nas figuras 2 e 3 estão ilustradas as características das calhas e suas respectivas posições com relação ao telhado.

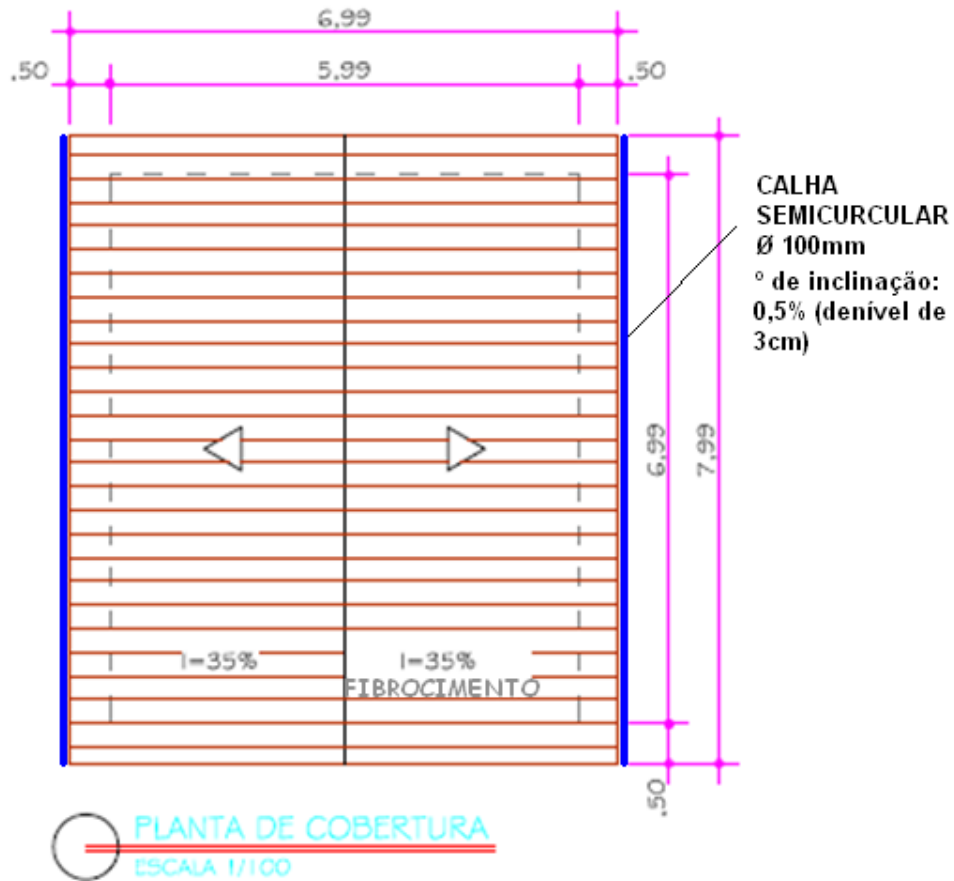


Figura 2 – Planta de Cobertura

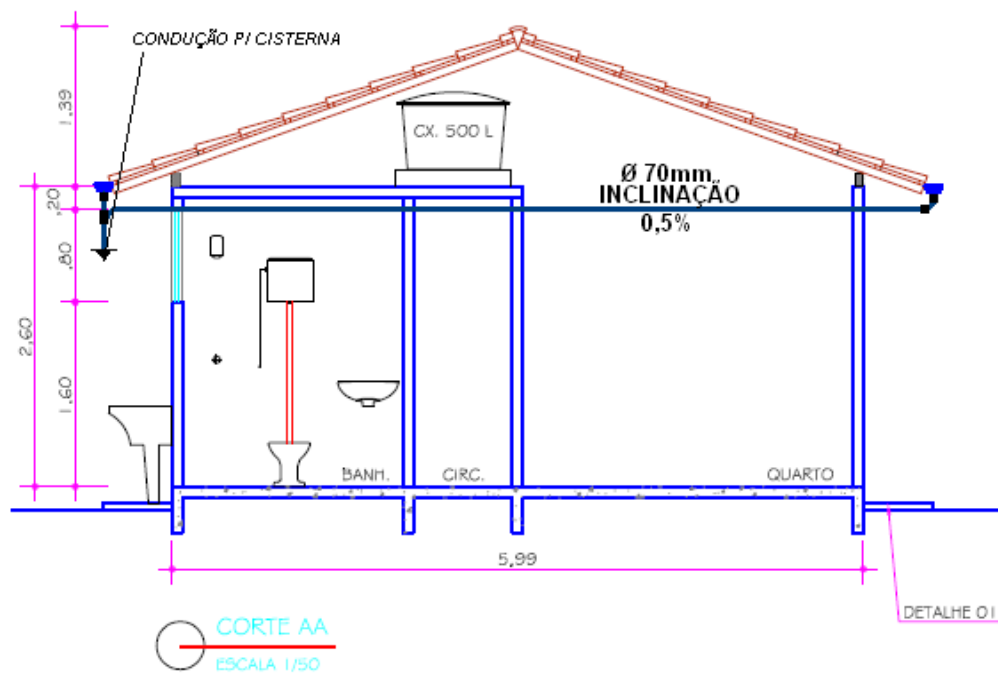


Figura 3 – Corte AA

### 5.7.1 Calhas e condutores

Para construção até  $100\text{m}^2$  de área de projeção horizontal, salvo casos especiais, pode-se adotar:  $I = 150 \text{ mm/h}$ . A inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

O dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de Manning-Strickler, indicada a seguir, ou de qualquer outra fórmula equivalente:

—

$Q$  = Vazão de projeto, em L/min

**Vazão do projeto:**  $Q = I \cdot A / 60$   **$Q = 150 \cdot 29,82 / 60 = 747 \text{ L/min}$**

$S$  = área da seção molhada, em  $\text{m}^2$

$n$  = coeficiente de rugosidade

$R$  = raio hidráulico, em m

$P_H$  = P/S perímetro molhado, em m

$i$  = declividade da calha, em m/m

$K = 60.000$

$Q$  = Vazão de projeto, em L/min

$I$  = intensidade pluviométrica, em mm/h

$A$  = área de contribuição, em  $\text{m}^2$   **$A = (3,49 + 1,39/2) \cdot 6,99 = 29,25\text{m}^2$**

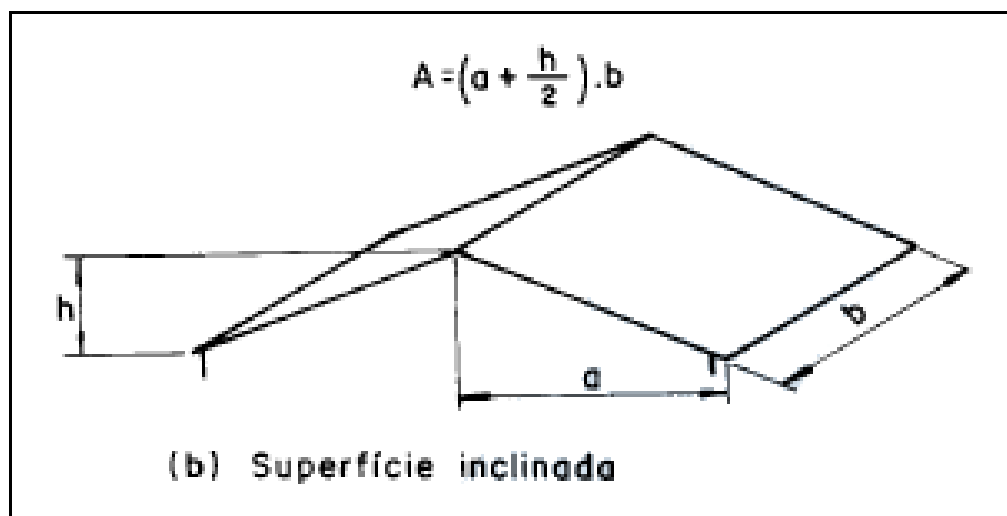


Figura 4 – Superfície Plana Inclinada  
Fonte: ABNT NBR 10844

A Tabela 5 informa o valor do coeficiente de rugosidade de acordo com o material do telhado. Este coeficiente é necessário para a escolha do diâmetro da calha semicircular e para o cálculo de vazão.

**Tabela 5 - Coeficiente de rugosidade n, utilizado no cálculo para vazão.**

COEFICIENTES DE RUGOSIDADE	
Material n	n
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: ABNT – NBR 10844

A Tabela 6 fornece as capacidades de calhas semicirculares, usando coeficiente de rugosidade  $n = 0,011$  para alguns valores de declividade. Os valores foram calculados utilizando a fórmula de Manning-Strickler, com lâmina de água igual à metade do diâmetro interno.

**Tabela 6 - Capacidade para calhas com telhados de fibrocimento**

CAPACIDADES DE CALHAS SEMICIRCULARES COM COEFICIENTES DE RUGOSIDADE  $N = 0,011$  (VAZÃO EM L/min)

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,50%	1,00%	2,00%
<b>100</b>	<b>130</b>	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Fonte: ABNT – NBR 10844

A calha deverá possuir diâmetro interno de no mínimo 100mm e sua declividade deverá ser de no mínimo 0,5% para que a vazão não extrapole os níveis de condução.

Os condutores verticais de seção circular devem ser projetados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45° e devem ser previstas peças de inspeção.

Os mesmos podem ser colocados interna ou externamente de acordo com o projeto, do uso, da ocupação do edifício e do material dos condutores sendo seu diâmetro interno mínimo de 75mm.

Seu dimensionamento é feito á partir dos seguintes dados:

Q = Vazão do projeto em L/min

H = Altura da lâmina de água na calha em mm

L = comprimento do condutor vertical em m

D = diâmetro obtido através de um ábaco da ABNT NBR 10844.

Pelas dimensões e valores deste projeto, o mesmo utilizará para condutores verticais o diâmetro de 75mm.

Para os condutores horizontais, o valor mínimo de inclinação é de 0,5% e o diâmetro da tubulação também é de 75mm.

Esta casa utiliza tubulações aparentes e para as mesmas devem ser previstas inspeções sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda a cada trecho de 20m nos percursos retilíneos.

A ligação entre os condutores verticais e horizontais é sempre feita por curva de raio longo com inspeção ou caixa de areia estando o condutor horizontal aparente ou enterrado.



### 5.7.2 Dimensionamento da Cisterna

Através do método Rippl concluiu-se que o melhor volume adotado para a cisterna é de no mínimo  $8,64\text{m}^3$ . Assim para que haja melhor aproveitamento no caso de maior volume de chuva adotou-se  $10\text{m}^3$  para o volume da cisterna.

O modelo de construção da mesma é baseado no projeto publicado no 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva em 2005 de autoria de Harald Schistek (Uma nova tecnologia de construção de cisternas usando como estrutura básica tela galvanizada de alambrado).

A cisterna escolhida é a de tela de arame porque é fácil de fazer, e tem maior custo benefício em relação as outras. De preferência não deve possuir cantos, que em geral são pontos fracos.

Ela deverá ser externa a casa e sobre o chão. Isso se deve a facilidade em revisões na cisterna procurando possíveis vazamentos ou pontos fracos. Torna também mais higiênico e fácil o processo de limpeza da mesma, pois através de um duto de saída de água da limpeza na parte inferior da cisterna a limpeza torna-se mais dinâmica e barata, pois não é preciso bombear a água suja para fora da cisterna, é necessário simplesmente deixar a gravidade agir. Também não há risco de ser violada por raízes ou ser contaminada por águas que não sejam as da chuva.

Dimensões:  $V=10\text{m}^3$  (volume),  $R= 1,26\text{m}$  (raio),  $D = 2,52\text{m}$  (diâmetro),  $h= 2\text{m}$  (altura)

$$\text{Cálculo: } V= \pi R^2 h$$

A Figura 5 demonstra que a posição da cisterna deve ser próxima a cozinha.

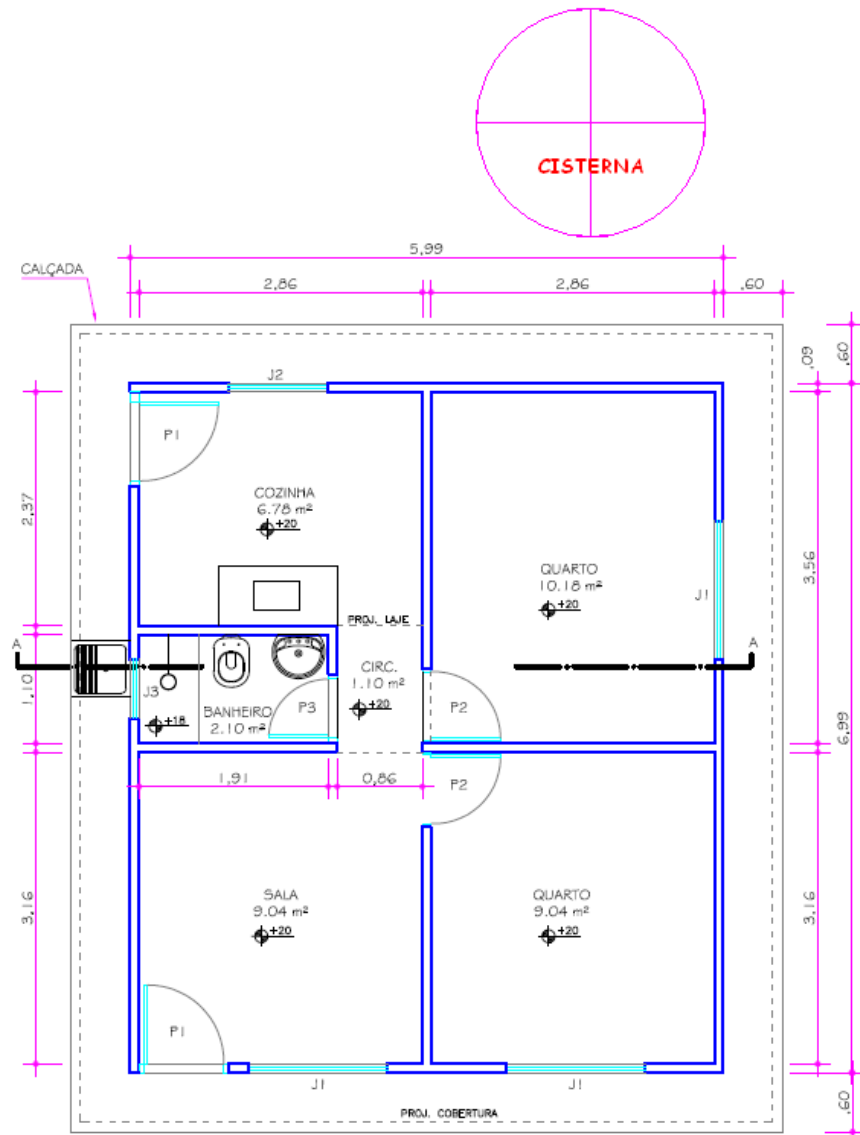
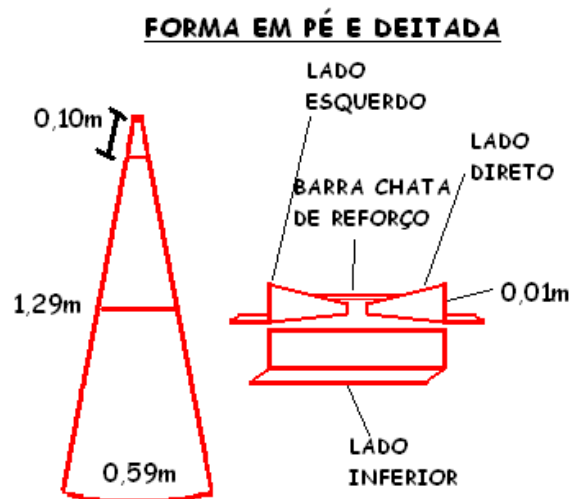


Figura 5 – Área para Cisterna

### 5.7.3 Construção

O primeiro passo consiste na fabricação das placas de cobertura, o concreto necessita de tempo para atingir resistência e só alcança esta resistência pelo processo de maturação que depende de umidade constante. Para isso é preciso que haja uma forma que irá padronizar as partes da tampa. Ela é feita com pedaços de cantoneira 1/2”.

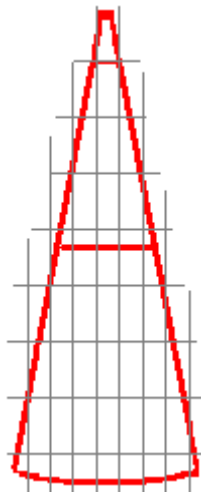
A Figura 6 representa a forma e as medidas da fôrma para placa de cimento. Estas placas serão utilizadas para confecção da tampa da cisterna.



**Figura 6 – Fôrma para placa de cimento**

Após a confecção da forma cortamos pedaços de tela no mesmo formato deixando alguns milímetros de tela sobrando para fora das bordas da forma. Deve-se deixar a tela totalmente plana antes de adicionar a massa com a medida de 3 latas de areia grossa para 1 de cimento.

A figura 7 representa a área e a forma da tela que será utilizada na confecção das placas de cimento.



**Figura 7 – Modelo de corte da tela**

As fôrmas receberão o cimento no chão, em um local plano, então é preciso preparar o local, limpando-o e espalhando uma camada grossa de areia, molhando-a e compactando-a com uma régua de madeira.

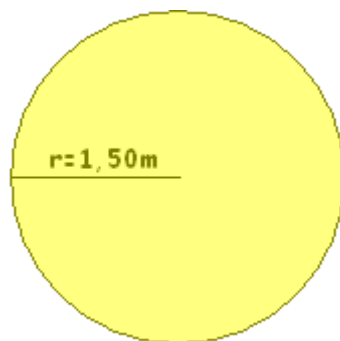
Depois de pronto o local, coloca-se a forma no chão sem a tela. Adiciona-se a massa até que toda a forma esteja cheia com 1cm de massa. É preciso sarrafear

(tornar plano com ajuda de régua de madeira). Com muito cuidado a forma é retirada ficando a massa no chão. Por cima desta é colocada a tela recortada. Por cima da tela colocamos a fôrma de forma a coincidir com o formato da massa que está sob a tela. Depois de ajustada a fôrma sobre a tela adiciona-se mais 1cm de massa que deve ser espalhada cuidadosamente fazendo pressão para que a massa de cima misture-se com a de baixo. Depois de sarrafeiar novamente, a forma é retirada e utilizada em outra peça. Três destas placas deverão possuir aberturas, uma para entrada de água, outra para saída e a do extravasor (ladrão). Estas aberturas já podem ser marcadas pressionando a ponta de um pedaço de encanamento que será utilizado para cada fim.

O tempo de cura destas placas é de 10 dias e não se pode esquecer de não deixá-las expostas diretamente ao sol, é necessário cobrir e também mantê-las úmidas durante todo este processo.

Ao ser escolhido o local para a construção do reservatório, o mesmo deve ser limpo e nivelado. Para a fundação é importante, quando for necessário, que se retire a camada que contém matéria orgânica no solo, normalmente em torno de 20 a 30 cm de solo e em seguida deve-se compactá-lo. Sobre este solo compactado serão colocadas uma camada de 7 cm de pedra brita nº02 ou seixo rolado, em seguida nivelando-a e compactando-a e outra de 7 cm de areia grossa bem lavada também realizando compactação e nivelamento e molhando-a abundantemente sem encharcar. A área onde será feito o contra piso deverá possuir raio de no mínimo 1,50m, ou seja, o diâmetro da área de construção da cisterna deverá ter 3m no mínimo.

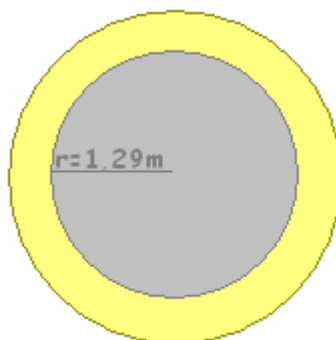
A Figura 8 representa a área necessária para construção da cisterna.



**Figura 8 – Área para Cisterna**

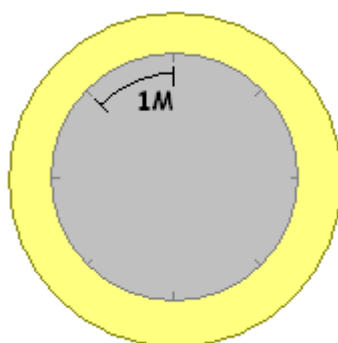
O próximo passo é marcar na camada de areia as medidas da área do contra piso. Para facilitar pode-se utilizar uma corda presa a um ponto fixo no centro

do círculo. Adiciona-se concreto na razão de 4:3: 1. A Figura 9 representa a área do piso da cisterna.



**Figura 9 – Área para Contra piso**

Serão utilizados 8,30m de tela, este valor é obtido com o cumprimento da circunferência ( $C=2\pi R$ ) da área do contra piso da cisterna mais um valor de 20cm de sobreposição tela para a amarração. De preferência o cilindro formado pela tela já deverá estar feito para que apenas seja instalado no contra piso. Depois de encaixado o cilindro o mesmo deve ser nivelado e fixado com concreto que completará a área de construção. A Figura 10 demonstra o espaço necessário entre cada suporte para manter a firmeza da estrutura da tela quando for adicionada a massa de cimento.



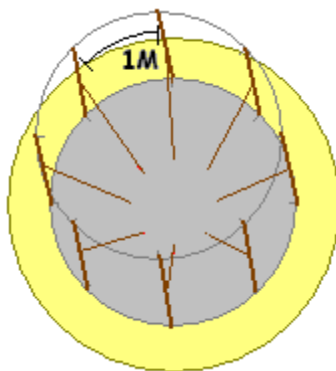
**Figura 10 – Distância entre furos para escoras de parede**

Serão feitos 8 furos no contra piso. Nestes furos se encaixarão as escoras internas. Os furos podem ser feitos com as próprias escoras desde que a ponta que for usada para furar esteja envolvida com areia para que depois possa ser facilmente retirada.

Para fixação da argamassa nas paredes, poderão ser utilizados três materiais: sacos de cebola plásticos, sombrites 50% de sombra ou tela de arame

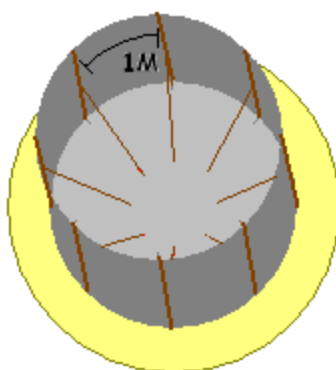
galvanizada com malha de 5 mm e fio 20. Tanto os sombrites quanto os sacos de cebola precisam ser lavados com sabão em pó para eliminar substâncias hidrofóbicas, originadas do processo de fabricação.

São colocadas então as escoras, para manter o formato cilíndrico durante a colocação de massa nas paredes como é mostrado na Figura 11.



**Figura 11 – Tela escorada**

Na seqüência é fixado o sombrite ou outro material utilizado. O mesmo deve ser disposto firmemente a tela e amarrado na borda superior da tela de alambrado utilizando o fitilho (este deve ser torcido) ou arame fio 20. A distância entre cada ponto de fixação é de no máximo 5 cm e o sombrite deve estar bem esticado e fixo para não escorregar na hora da fixação da massa como demonstra a Figura 12.



**Figura 12 – Tela com sombrite**

Para a preparação da massa das paredes da cisterna deve ser preparada uma mistura de 3:1 ou três latas de areia para uma de cimento, das três latas de areia apenas 2 serão de areia grossa, 1 será de areia fina para garantir a plasticidade das paredes. O cal nesta mistura também é bem vindo, pois melhora a vedação dos poros das paredes e também contribui na plasticidade da massa.

A primeira camada de massa tem 1 cm e será aplicada por fora com ajuda de uma espátula flexível de náilon ou material semelhante. Tem como função estabilizar o conjunto tela de alambrado/sombrite. Deve-se observar na malha pelo lado interno se a massa está passando bem pelos poros e se fixando bem no conjunto. Ela deve estar passando um pouco pelos poros com uma textura equivalente a de massa de modelar, não deve escorrer e nem quebrar como demonstrada na Figura 13.



**Figura 13 – Detalhe da massa**  
**Fonte: (Harald Schistek, 2005)**

Para que se tenha acesso ao interior da cisterna é necessário o uso de uma escada dobrável que forme um triângulo que terá um dos lados dentro e o outro fora sem encostar nas paredes da cisterna, ou então é só juntar as extremidades superiores de duas escadas para conseguir mesmo efeito.

O trabalho deve ser organizado para que a equipe aplique uma camada inteira a cada dia. Terminada a aplicação a cisterna deve ser protegida com lona e envolvida por corda. Quando for necessário interromper o trabalho também é preciso cobrir a cisterna para que não haja risco de ressecamento precoce que impeça a cura da massa. É necessário também molhar constantemente porque o processo de cura que dará maior resistência a massa depende da umidade, mas não se deve usar a água que escorra das paredes e fique acumulada na cisterna pois a mesma é altamente alcalina e prejudica a cura.

A aplicação entre cada camada deve ter intervalo de uma noite, mas não exceder 12 horas é feita a aplicação da segunda camada também de 1 cm,. Utilizando desempenadeira de aço dentada e depois alisando com desempenadeira de madeira, se a desempenadeira for de aço provocará micro rachaduras. Para maior

vedação dos poros pode-se passar uma espuma úmida alisando delicadamente a parede borrifando água com pincel ou de outro jeito de forma a deixá-la ainda mais lisa. A distribuição de massa deve ser sempre o mais uniforme possível.

É necessário que 1 cm da ponta da borda superior da tela seja deixada exposta para posterior encaixe com a tampa.

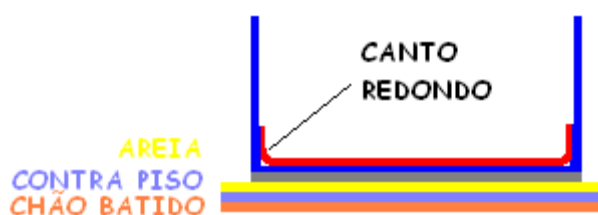
A aplicação da terceira camada também deve ser feita com desempenadeira dentada de aço, pois os sulcos deixados pela ferramenta auxiliarão na fixação da quarta camada.

A quarta camada segue os passos da terceira camada com o cuidado ainda maior na parte do alisamento pois ela estará em contato direto com a água.

Ao final a espessura da parede da cisterna será de 4 a 5 cm.

No dia seguinte a aplicação da última camada será colocada no contra piso uma camada de 4cm de massa bem compactada que também deve ser alisada com desempenadeira de madeira e se possível com a esponja. A mistura dessa massa também é de 3:1 só que apenas a areia grossa é utilizada e se desejar pode-se adicionar também cal.

É imprescindível adicionar massa nos cantos formados pela junção entre as paredes e o piso arredondando e ajustando a massa para fazer uma meia lua, isso soluciona o problema dos cantos como observado na Figura 14.



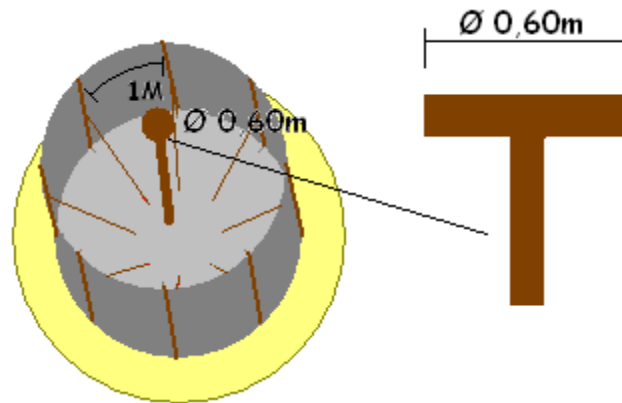
**Figura 14 – Canto Redondo**

No dia seguinte para garantir a vedação dos poros da cisterna, aplica-se uma camada nata de cimento em todo o interior da cisterna.

Passados os 10 dias de cura das placas que formarão a tampa, a cisterna pode ser finalizada.

Deve ser colocado um palanque no centro da cisterna e o mesmo terá que exceder a altura da borda em 0,50 cm conforme a Figura 15.



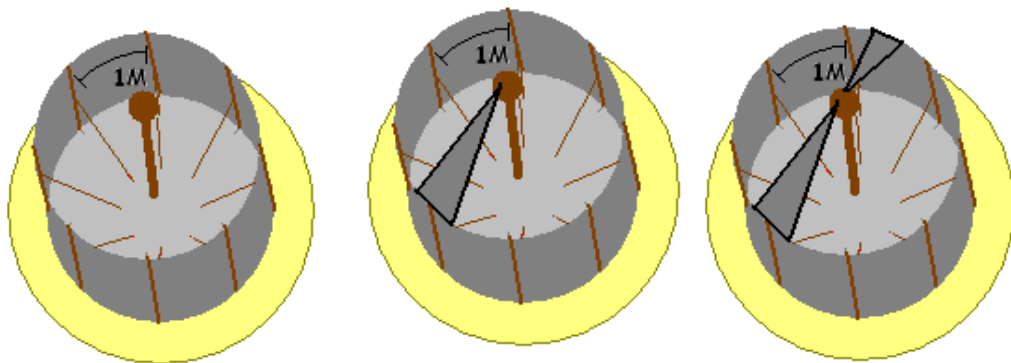


**Figura 15 – Coluna provisória de sustentação das placas**

As placas serão colocadas neste palanque uma por vez em sentidos opostos para não desequilibrar o suporte. Elas devem encaixar seus fios de tela na tela da borda da cisterna e deixar sua ponta sobre o suporte. Entre as placas deve haver um espaço de 2,5 cm onde são inseridos cilindros feitos de tela de arame fino e depois se completa estes espaços com massa, formando “costelas entre as placas”.

O topo será completado com concreto 3:3:1 e todas as emendas deve ser completadas com massa formando relevo. Nenhuma parte da cisterna deve ser rebocada.

A porta da cisterna deve ser um corte na placa de 0,50 m e envolta da mesma devem ser feitas saliências que evitem a entrada de sujeiras na cisterna, como demonstra a seqüência das Figura 16 e 17.



**Figura 16 – Colocação das placas**



**Figura 17 – Cisterna**  
**Fonte: Harald Schistek, 2005**

A Tabela 7 apresenta os principais materiais utilizados para construção da cisterna de alambrado e seus respectivos valores. Os valores podem variar de acordo com a loja ou a região.

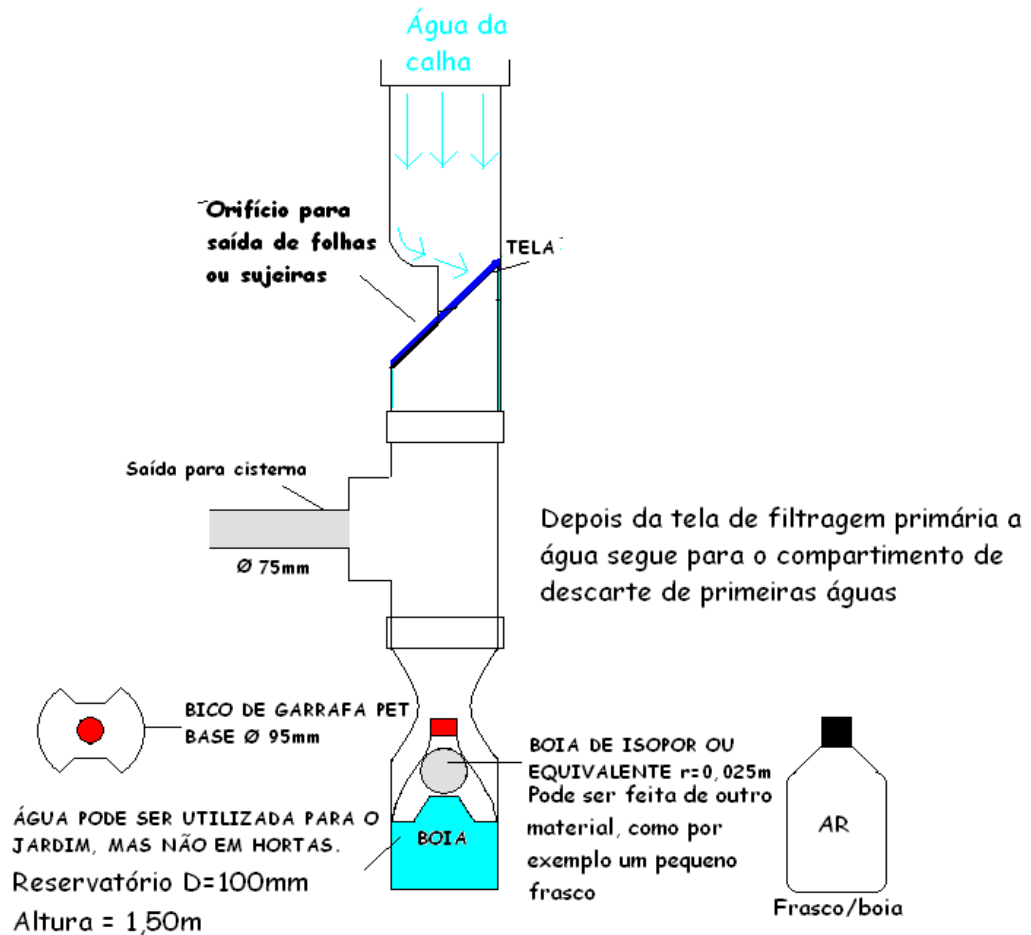
**Tabela 7 - Orçamento para Cisterna de tela de alambrado**

TABELA DE INSUMOS E CUSTO DO RESERVATÓRIO			
ÍTEM	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO R\$	PREÇO TOTAL R\$
AREIA GROSSA	2m <sup>3</sup>	52,00	104,00
AREIA MÉDIA	0,35m <sup>3</sup>	50,00	17,50
CAL	2 SACOS	06,90	13,80
CIMENTO	9 SACOS	21,00	189,00
PEDRA Nº2	1m <sup>3</sup>	42,00	42,00
SOMBRITE 50%	11m	11,60	125,00
TELA DE ALAMBRADO	17m	26,00	442,00
<b>TOTAL</b>			<b>938,65</b>

## 5.8 TRATAMENTO DA ÁGUA

A água da chuva realiza na atmosfera uma limpeza, traz consigo impurezas que se acumulam com a sujeira no telhado. Não se deve enviar a água das primeiras chuvas direto para a cisterna. Os primeiros 2 mm devem ser descartados.

Para evitar mistura deve ser construído um sistema, de preferência automático, que separe a água depois que o reservatório de descarte estiver cheio como mostra a Figura 18.



**Figura 18 – Filtro e Descarte**

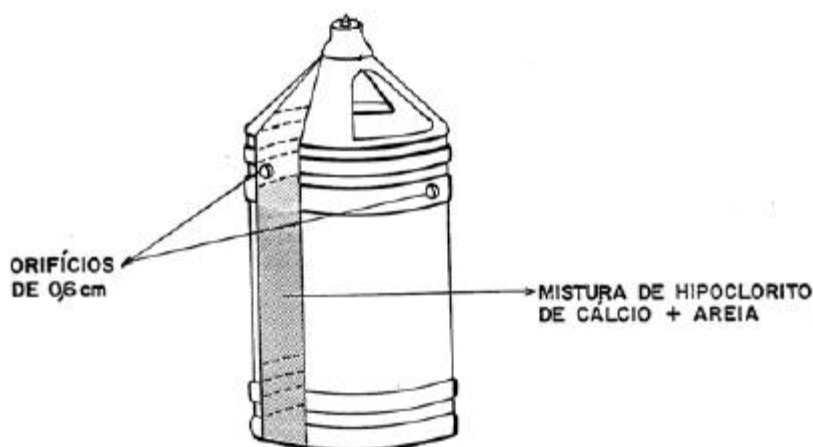
Deve-se dar preferência pela coleta da água efetuada sempre na camada superficial que é a de melhor qualidade.

Neste modelo existe a possibilidade de bombeamento de água promovido por bomba elétrica, que levaria a água da cisterna para outra caixa de água que realizaria a distribuição. Mas também há a possibilidade de bombeamento manual nas mais variadas formas, desde bombas de água caseiras de baixíssimo custo, às bombas vendidas nas lojas que são mais sofisticadas. É preciso definir a utilidade da água e o custo limite do projeto. Não há restrições contanto que haja todo cuidado para não promover contaminação da água.

Para a desinfecção da água acumulada na cisterna, pode-se optar por clorador por difusão caseiro, ou pela cloração manual. A eficácia da cloração

depende de fatores como: o tempo de contato do cloro com a água, que deve ser de no mínimo, 30 minutos; o cloro residual livre, que em soluções alternativas de abastecimento é de 0,5 mg de cloro por litro de água, após ter recebido uma dosagem de 2 mg/L durante a cloração; e a turbidez da água, a qual deve ser no máximo 1 UT (BRASIL,2004a). Recomenda-se por tanto que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos (BRASIL, 2004a). Murakami e Moruzzi (2008) confirmam a ação desinfetante do produto.

O método simplificado por difusão consiste na mistura de 340 g de hipoclorito de cálcio com 850 g de areia de granulometria média (peneira 48 = 0,295 mm) lavada em uma garrafa plástica de um litro, onde são feitos dois furos opostos acima do limite da mistura, de 6 mm de diâmetro, aproximadamente 10cm abaixo do gargalo para que o cloro possa sair da garrafa. Essa garrafa deve ser introduzida na cisterna anexando a ela uma bóia, que pode ser feita com litros descartáveis. Este nível faz com que aja difusão através dos furos. Deve-se também amarrar a ponta do clorador com fio de náilon para que possa ser resgatado na hora de sua manutenção. Cada garrafa é suficiente para tratar 2000L de água e pode permanecer por 30 dias na cisterna (Viana, 1992). Esse método é o mais indicado, pela sua eficiência, constância e facilidade de emprego, segundo Viana (1992). A Figura 19 demonstra um exemplo do clorador de baixo custo para cisternas .



**Figura 19 – Clorador de Garrafa**  
Fonte: GUERRA, Carlos H.W., 2008

Para se verificar o nível de cloro residual na água de maneira mais simples, pode-se pegar uma amostra da torneira mais distante da cisterna e adicionar 3 cristais (uma pitada) de iodeto de potássio (encontrado nas farmácias), em seguida 5

gotas de vinagre (de preferência branco) e, finalmente, 2 pitadas de maizena (amido). Agitar. O surgimento de uma cor azul-claro indica a presença de cloro e a ausência desta cor, a inexistência de quantidade suficiente de cloro. Quanto mais intensa a cor azul, maior a concentração do cloro residual na água. Se o azul tender a roxo é preciso reduzir a concentração.

Portanto, deve-se calibrar o aparelho para fornecer uma quantidade de cloro equivalente à cor azul-claro nem mais nem menos. Executar esta medida pelo menos uma vez por dia e, se possível mandar analisar a água para avaliar a eficiência da cloração.

A cloração manual consiste em adicionar manualmente o cloro na fonte de água abastecedora. Usualmente pode-se utilizar 5 colheres de sopa de água sanitária para cada 1000L de água. Após 30 minutos esta água poderá ser consumida.

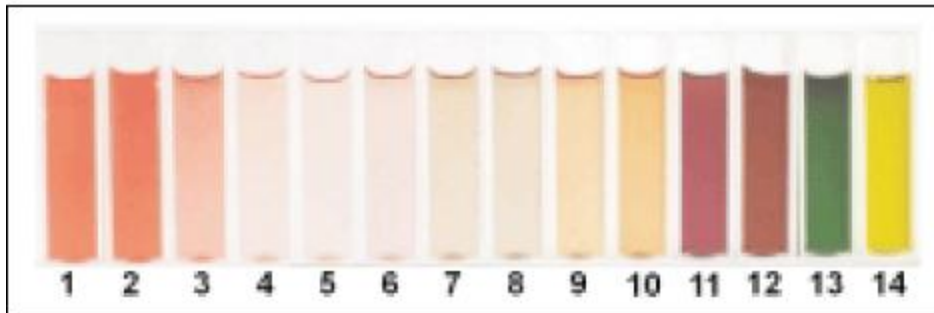
É importante saber que dentre vários produtos disponíveis no mercado, não devemos comprar produtos popularmente chamados de cloro, que tem sua cor esverdeada ou amarelada. Normalmente vendidos em qualquer quantidade sem embalagem própria. Esses produtos podem ser muito concentrados, o que pode causar intoxicações graves por ingestão (quando bebidos) ou inalação (quando cheirados), irritações violentas quando em contato com a pele ou com os olhos, além de ser extremamente perigosos especialmente para crianças e animais domésticos.

Para manter a higiene da cisterna, será preciso esvaziá-la para fazer lavagem de 6 em 6 meses retirando todo o lodo, se houver. Passar água sanitária em toda área interna da cisterna. É interessante fazer a limpeza pouco antes da chuva, pois é bom que a cisterna sempre tenha água. Após a higienização e reabastecimento da cisterna é muito importante controlar a concentração do cloro, seguindo no mínimo as recomendações já descritas.

A verificação básica do pH da água pode ser feita através de simples experimentos utilizando indicadores ácido-base feitos a partir do extrato de determinados vegetais comuns no cotidiano entre eles o repolho roxo, uva e a jabuticaba, entre outros. Nos casos da jabuticaba e da uva a obtenção do extrato pode ser feita através da imersão da casca em etanol na proporção de 1:3 (m/V) e repouso por 24 horas à temperatura ambiente. Posteriormente deve-se filtrar a solução, o que pode ser feito com filtro de café. O papel (filtro) também poderá ser utilizado como indicador.

Para a amostra serão necessários 5 ml a qual será adicionada 1 ml do extrato bruto. A observação da coloração resultante é feita 30 segundos após a adição do extrato. A avaliação dos papéis de filtro impregnados com os extratos é realizada pela observação da cor do papel resultante após a imersão das tiras nas soluções tampão.

As Figuras 20 e 21, exemplificam as faixas de pH representadas pelas cores de frutas que são comuns em muitos lugares do Brasil, neste exemplo, a jabuticaba que possui boa disponibilidade no decorrer do ano e a uva que atualmente é cultivada em grande parte do território nacional, inclusive em lugares mais secos devido a qualidade que se consegue cultivando - a em clima semi - árido utilizando irrigação.



**Figura 20 – Extrato de Jabuticaba**  
Fonte: (EDUCAR, 2011)

Para que o indicador funcione é indispensável seguir rigorosamente todos os passos para sua obtenção, manutenção e uso.



**Figura 21 – Extrato de Uva**  
Fonte: (EDUCAR, 2011)

O Quadro 1 apresenta outra opção para medição de pH mediante a utilização de papéis indicadores.

CORES APRESENTADAS PELOS PAPÉIS INDICADORES ALTERNATIVOS EM FUNÇÃO DO pH				
CORES DOS PAPÉIS COM EXTRATOS				
pH	Amora	Jaboticaba	Jambolão	Uva
1	rosa	rosa	rosa	rosa
2	rosa	rosa	rosa	rosa
3	lilás	lilás	lilás rosado	lilás rosado
4	lilás	lilás	lilás	lilás
5	lilás	lilás	lilás	lilás
6	lilás	lilás	lilás	lilás
7	roxo	roxo	lilás azulado	lilás azulado
8	roxo	roxo	roxo	cinza azulado
9	roxo	roxo	roxo azulado	roxo
10	roxo	roxo	roxo azulado	roxo
11	roxo azulado	roxo	azul	azul
12	roxo azulado	roxo	azul	azul
13	azul	azul	verde	verde azulado
14	amarelo	amarelo	amarelo	amarelo

**Quadro 1: Faixa de cores com indicadores de papel**  
**Fonte: (EDUCAR, 2011)**

Em caso de necessidade de ingestão da água acumulada, é sugerido que seja filtrada e fervida. Para famílias que dependerão constantemente da ingestão da água da cisterna existe um sistema barato e eficiente muito popular principalmente em países mais pobres, o SODIS – Solar Water Desinfection (Desinfecção de água utilizando energia solar).

Este sistema utiliza garrafas pet transparentes, tinta fosca, água sol. Deixa-se a garra pet em pé, e na sua metade é traçada na garrafa uma linha horizontal correspondente a metade da circunferência da garrafa. O lado onde esta linha está marca simboliza a face da frente da garrafa, e a parte que não está riçada é a face de trás da garrafa. O próximo passo é lixar levemente toda a face da frente da garra e pintar esta face com tinta fosca preta. Encher a garrafa com água que já deve ter sido filtrada ou esteja límpida com pouquíssima turbidez. A garrafa é disposta em uma superfície plana deitada com a parte pintada para baixo e a parte transparente para cima para que a luz solar faça a esterilização. Em média é aconselhável que as

garrafas fiquem no sol por no mínimo 6 horas. Pode-se potencializar este método dispondo as garrafas sobre uma superfície escura, e adicionando refletores de qualquer tipo de material para aumentar a intensidade luminosa. Quando a água atingir 50°C ocorrerá a desinfecção e ela poderá ser consumida imediatamente. Caso a temperatura subir até 70°C ocorrerá a pasteurização e esta água poderá ser armazenada em recipientes extremamente limpos com segurança por até 24 horas. Após esse prazo caso não haja fonte de cloro residual na água, pode ocorrer recrescimento de microorganismos.

A Figura 22 apresenta o esquema do sistema de armazenamento e tratamento de água coletada da chuva.

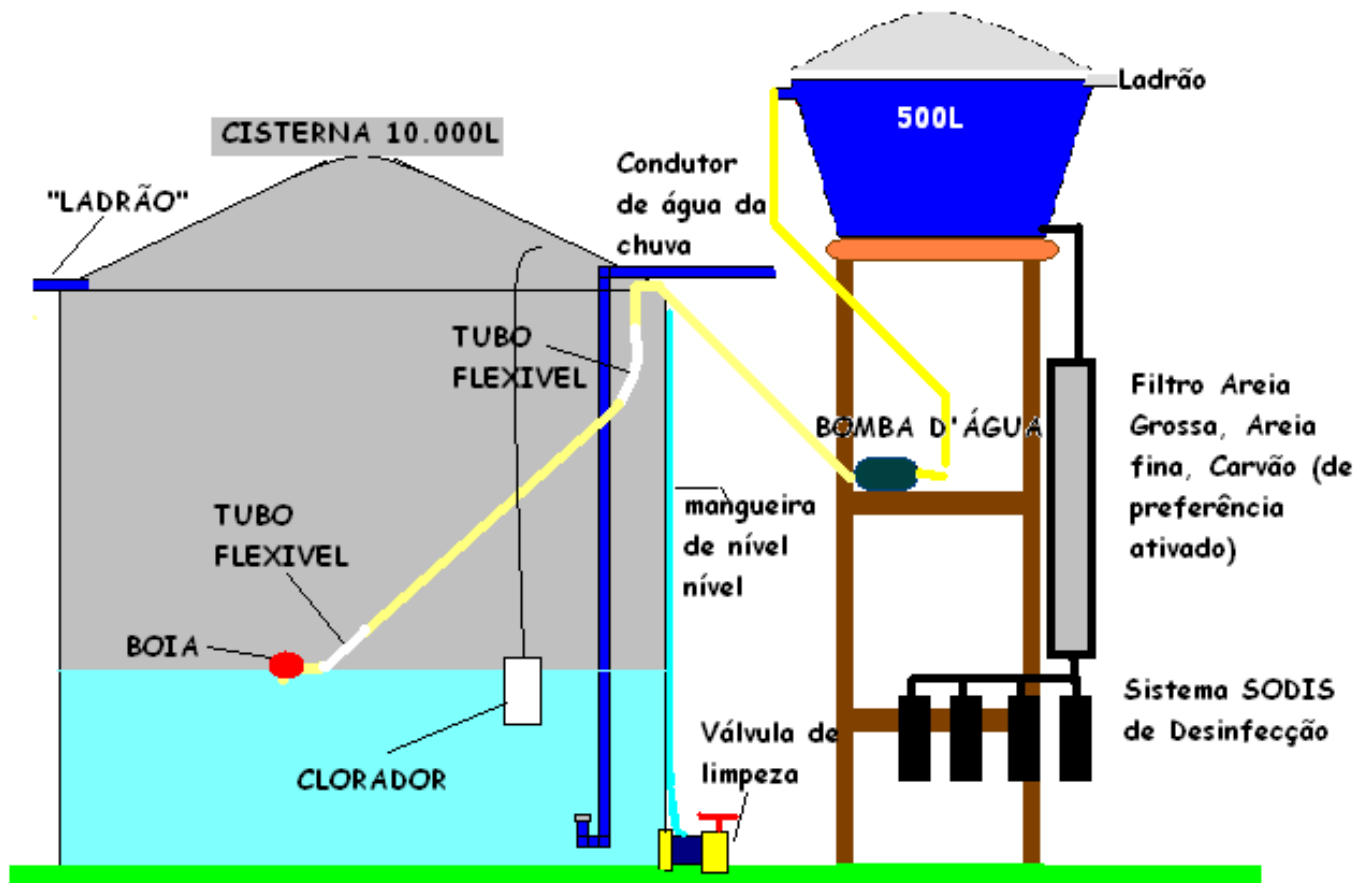


Figura 22 – Sistema de Captação e Tratamento  
Fonte: O Autor, 2011



## 5.9 AQUECIMENTO DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO

O modelo de aquecedor solar é o modelo projetado por José Alcino Alano e família - Tubarão – SC (ÁGUA QUENTE PARA TODOS). Este modelo foi adotado pelo Governo do Paraná, através do SEMA e suas vinculadas, em parceria com o senhor Alano.

Os materiais básicos para a confecção do mesmo são garrafas pet, caixas de leite longa vida e tubulação de água.

As Figuras 25 e 26 detalham as principais peças do sistema de aquecimento de água por energia solar.

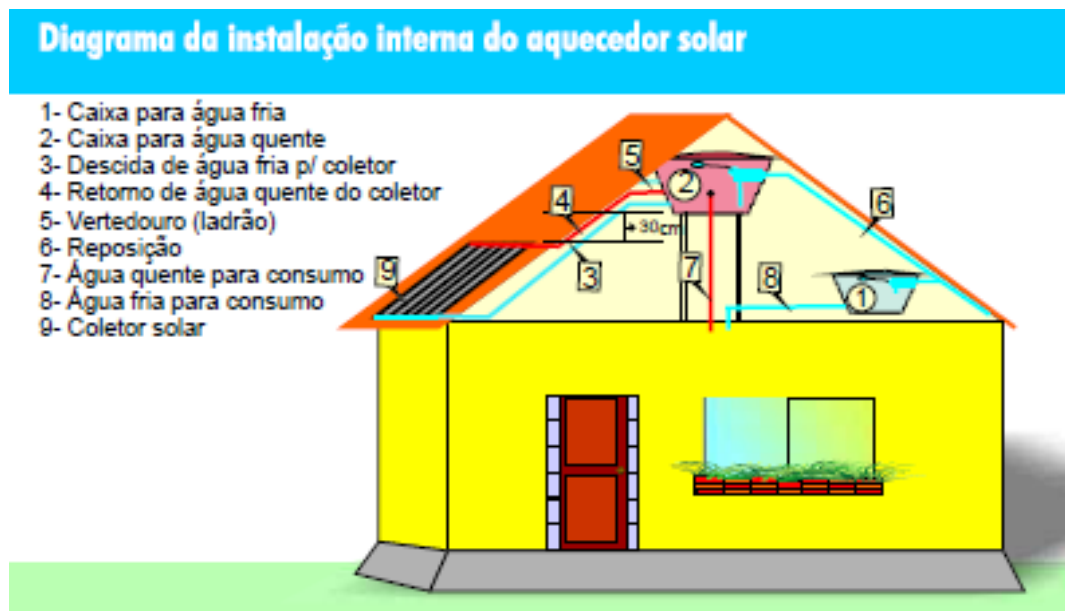


Figura 23 – Sistema de Aquecimento Solar  
Fonte: (SEMA, 2008)

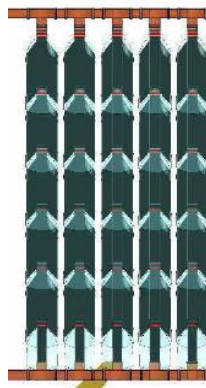


Figura 24 – Painel Solar  
Fonte: (SEMA, 2008)

O uso desta tecnologia pode contribuir significativamente para o bolso da família e isso pode ser notado pelo simples fato de que se a família utiliza um chuveiro que possui uma potência de 3500W e em média são tomados dois banhos por dia por pessoa haverá um gasto médio de energia consumida pelo chuveiro de R\$: 64,16. Este gasto aumenta consideravelmente se a região tiver invernos rigorosos e a potência do chuveiro for maior. Caso o tempo de banho nestes casos aumente e também a potência do chuveiro para 5000W o gasto médio também aumenta consideravelmente para R\$:137,44.

Utilizando a tecnologia proposta para aquecimento de água existirá uma considerável redução neste consumo energético, pois principalmente em dias ensolarados, o sistema proporcionará água em temperaturas muito agradáveis não necessitando usar a potência do chuveiro no verão e reduzindo a exigência energética desta no inverno.

O mesmo principio pode ser aplicado em todos os encanamentos da casa, pois, algumas pessoas utilizam água morna para lavar louça no inverno e para esquentar a água utilizam gás de cozinha ou torneiras elétricas. Se a água do encanamento já estiver com a temperatura esperada não necessitarão consumir mais energia para este fim. Até mesmo o gasto com gás é reduzido, pois a água já está em temperatura mais elevada do que a usual e isso exige gás ou lenha para fervê-la.

## 5.10 ISOLANTE TÉRMICO

O objetivo deste isolante é manter a temperatura interna da casa confortável impedindo que o calor do telhado seja propagado para o interior do imóvel.

Existem as mais diversas formas de montagem destes forros.

A Figura 25 mostra uma maneira prática de montagem de forros com as caixinhas.



**Figura 25 – Esquema de Montagem Tetra Pak**  
**Fonte: (TECNOLOGIA SOCIAL, 2011)**

Um lado é feito menor para encaixar no lado maior da outra peça. Os arames que suportam as fileiras de caixas estão espaçados em 40 cm. A montagem modular permite a confecção do forro à medida que as caixas forem surgindo. Este forro deverá manter a distância de 2 cm da telha. O lado de alumínio deverá ficar voltado para baixo. A manta poderá ser fixada nos caibros do telhado ou em varais de arame bem esticado.

Para complementar a Figura 26 mostra que existem persianas que podem ser feitas com este material para controlar o nível de raios solares que entram na casa contribuindo assim com a regulação térmica.



**Figura 26 – Veneziana Tetra Pak**  
**Fonte: (TECNOLOGIA SOCIAL, 2011)**

## 5.11 BANHEIRO SECO

Será utilizado o modelo de banheiro seco ecológico pelos benefícios que o mesmo traz. Para que ele funcione corretamente será necessário seguir as seguintes regras para sua projeção.

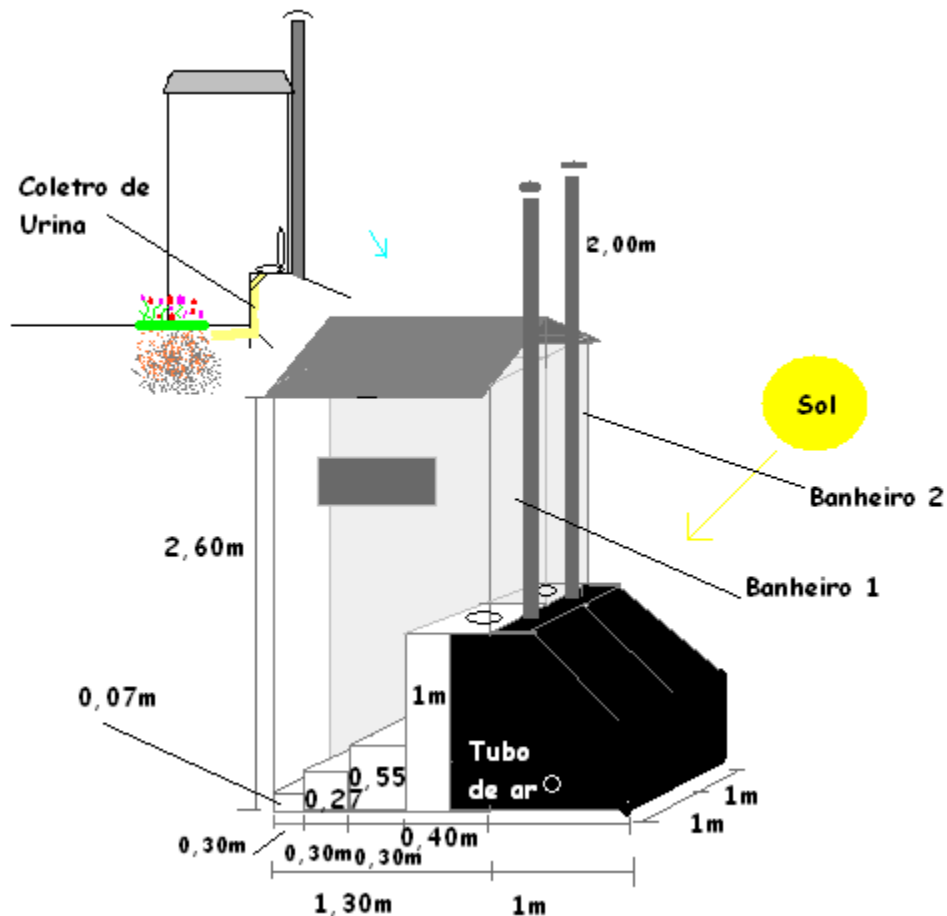
- Separação de fezes e urina, que possibilita o tratamento das fezes por desidratação (o que exige menos manutenção) e reduz o tanque de armazenamento das fezes que possuem tempo adequado de decomposição. O banheiro seco separador (segregador) possibilitará um adubo rico em nutrientes pelas fezes e um fertilizante riquíssimo em nitrogênio pela urina.
- A umidade do composto deve permanecer entre 50 á 65%.
- A definição do tratamento utilizado para os dejetos. Dentre elas as mais utilizadas são a compostagem (elimina patógenos temperatura alta alcançada em tempo suficiente exigindo conhecimento e processo), pela e a desidratação (elimina patógenos pela alcalinidade e desidratação do material).
- Deverá haver câmara isolada e impermeável para os dejetos.
- Quantidade de excremento por pessoa. (500g em média)
- Posição do Sol, pois a tampa da câmara deverá receber a radiação solar na maior quantidade possível. (A melhor latitude da cidade pode ser consultada no site do AONDEFICA). Isso ajuda a manter as temperaturas necessárias para desinfecção.

O Quadro 2 indica as temperaturas mortais de acordo com as espécies de microorganismos patogênicos que podem ser encontrados nas fezes das pessoas. Estas temperaturas estão intimamente ligadas com o bom funcionamento da câmara de compostagem. Caso haja mau funcionamento da mesma, as temperaturas não serão atingidas e a matéria orgânica poderá tornar-se perigosa.

ORGANISMOS	TEMPERATURA (°C)
Salmonella typhosa	Parada de crescimento a 46 Morte, 30 min, a 55-60
Salmonella spp	Morte, 15-20 min, a 60; 1h a 55
Escherichia Coli	Morte, 15-20 min, a 60; 1h a 56
Endamoeba histolytica	Morte, 68
Taenia saginata	Morte, 5 min a 71
Trichinella spiralis	Redução efetiva 1h e exposição a 50; Morte, 62-72
Necator americanus	Morte, 50 min. a 45
Micrococcus pyogenes	Morte, 10 min. a 50
Streptococcus pyogenes	Morte, 10 min. a 54
Mycobacterium tuberculosis	Morte, 15 - 20 min. a 66
Mycobacterium diptheriae	Morte, 45 min. a 55
Shigella	Morte, 1h. a 55

**Quadro 2 - Faixa de Temperatura mortal para microorganismos (°C)**  
**Fonte: Golueke, 2010**

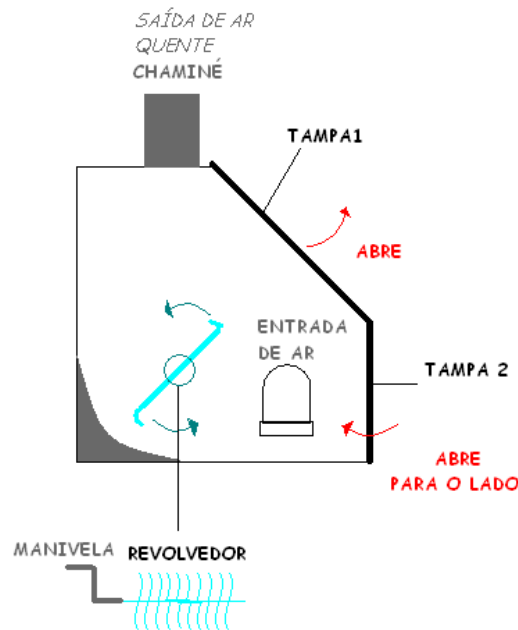
A Figura 27 apresenta o esquema de um banheiro seco ecológico. São muito importantes a posição com relação ao sol e as medidas utilizadas no banheiro.



**Figura 27- Banheiro Seco**

Neste modelo todos os as entradas e saídas possuem telas, com exceção do da abertura da latrina. As câmaras de compostagem possuem entradas de ar frio

que esquenta no seu interior e sai pela chaminé eliminando odores. Todas as aberturas são bem vedadas para que não entrem insetos, outros animais e nem água. A câmara é feita de alvenaria e é toda pintada de preto para aumentar o calor interno e sempre deve possuir palha, papel picado, serragem ou outra mistura para compostagem. Isso absorve a umidade. A Figura 28 demonstra este esquema.



**Figura 28 – Câmara de Matéria Orgânica**  
**Fonte: O Autor, 2011**

O banheiro possui 2 janelas e 2 portas. Para substituir a descarga, conta com um recipiente contendo mistura para a compostagem de serragem, ou diversos materiais como grama seca, cascas, etc. Esta mistura é lançada com auxílio de uma caneca ou qualquer outro objeto para cobrir as fezes. A lavagem das mãos é feita utilizando engradado com água, ou se o proprietário desejar pode fazer um encanamento e por uma pequena pia do lado de fora, aumentando o comprimento do telhado.

O uso do banheiro 1 e do banheiro 2 deve ser alternado de 6 em 6 meses. Quando a capacidade de armazenamento do banheiro 1 tiver se esgotado o mesmo passa a ser interdito para a compostagem da matéria orgânica. Esterco de gado é de grande ajuda na decomposição da matéria orgânica, caso esteja disponível pode ser utilizado para maximizar o sistema.

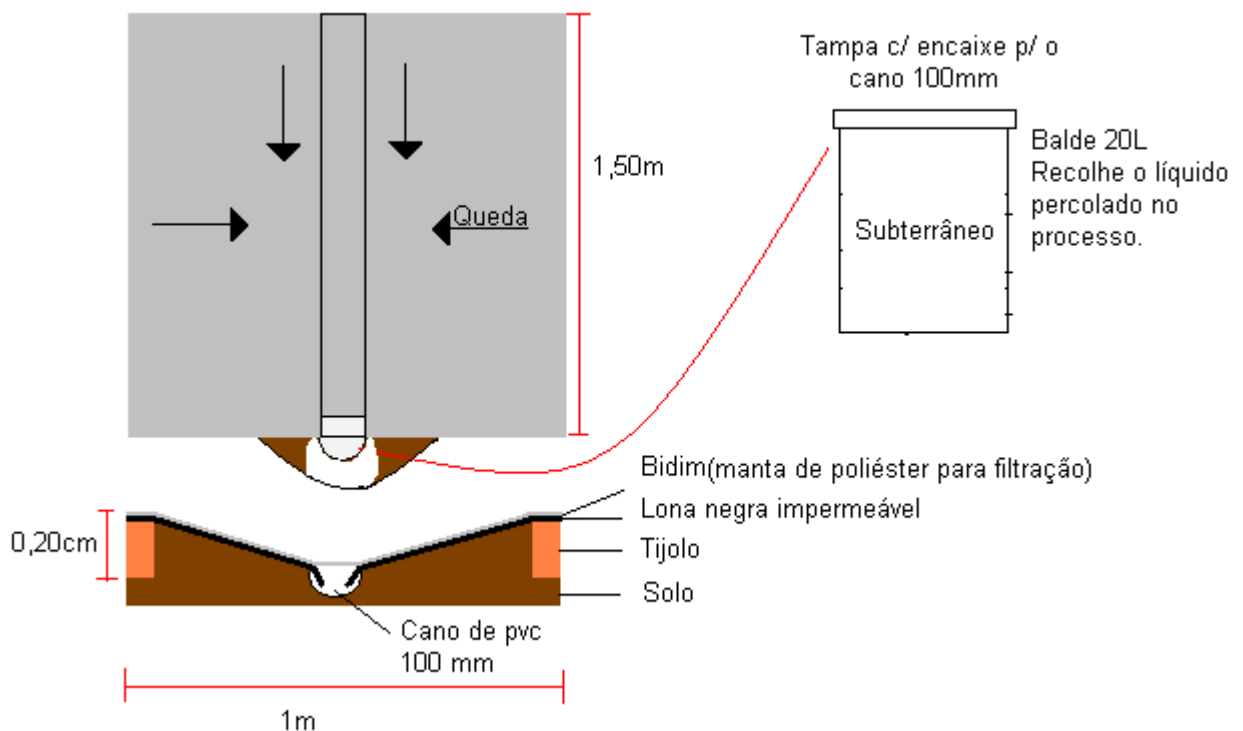
A urina é captada através de um separador e mandada para um sumidouro que está abaixo de um jardim ou pé de bananeira (usual).

É muito importante que quando houver limpeza, não sejam lançados produtos desinfetantes dentro da latrina sobre a matéria orgânica.

A estrutura do abrigo pode ser de madeira desde respeite as dimensões e exigência do projeto.

Passados 6 meses o composto é retirado da câmara e depositado em uma leira ecológica, sempre com precauções higiênicas (luvas, botas, tomar banho, etc.).

Na Figura 29, a leira ecológica tem suas partes e suas medidas descritas.



**Figura 29 – Leira Ecológica**

Antes de depositar a matéria orgânica nesta leira, é bom que seja feita uma espécie de cama sobre a leira, cruzando galhos finos ou folhas de bananeira para permitir aeração embaixo do composto. Adiciona-se uma camada de palha ou resto de jardinagem/poda (de preferência secos), encima disso uma camada de terra coloca-se o composto orgânico, restos de alimentos e, por último, mais palha para esconder o composto. Quando o próximo composto for adicionado, abre-se a palha, é adicionado mais terra, o composto e novamente coberto com a palha. Sempre será utilizado o composto da área mais antiga da leira, a área debaixo. Não deve haver objetos de difícil degradabilidade como plástico, vidro, garrafas pet, etc.

É preciso criar um ambiente protegido do excesso de calor e umidade para que a leira não ocasione problemas como, mau cheiro, atração de insetos, demora na estabilização ou criação demasiada de chorume.

Este composto é riquíssimo em nutrientes e depois de estabilizado pode ser utilizado em hortas e jardins.

Este tipo de banheiro é financeira e ecológicamente viável. O custo do banheiro e da leira varia bastante de acordo com o material utilizado e a região. Em geral R\$: 300,00, incluindo a proteção da leira contra chuva, e seus benefícios ambientais são de extrema importância. Ele contribui com a economia de mais de 20% de água consumida em uma residência e ainda recicla o excremento que poderia em casos mais extremos, serem fontes de epidemias, o que é bom para o bolso, ara o planeta e principalmente para as futuras gerações.

## 5.12 HORTA ORGÂNICA

Á área de plantio será dividida em duas áreas de 4 m<sup>2</sup> ( 4 m x 1 m) mais a sementeira (2 m x 1 m) totalizando 10 m<sup>2</sup>. A ocupação das as áreas será alternada de 6 em 6 meses, aquele que não estiver sendo usado, estará sendo preparado e sempre terá uma cama de proteção como a palha por exemplo. A irrigação será promovida quando necessário, com água da chuva captada em cisterna. A terra deverá ser cavoucada com inchada a profundidade de 40 cm revolvendo-a. A adubação é feita mediante ao produto da compostagem do banheiro seco. Este produto será inserido a profundidade de 20 cm cobrindo toda da horta em uma camada de 5 cm e depois coberto com o restante da terra e novamente revolvido. É aconselhável a inserção de minhocas.

A radiação solar atingirá constantemente a área da horta. A proteção contra o sol e contra pragas será feita com auxílio de estrutura com sombrites.

Para proteção contra animais é utilizada uma cerca de tela, ou outra que estará a 0,75cm de distancia da horta proporcionando um corredor entre a cerca e o solo revolvido.

As correções de solo, quando necessárias, devem ser feita sempre com auxílio de um técnico especializado.



Alguns tipos de adubo orgânico fornecem nutrientes específicos, por exemplo, cinzas de madeira são ricas em potássio, cálcio e magnésio.

Algumas ferramentas indispensáveis para uma horta são: carrinho de mão, enxada, enxadão, pá, ancinho, sacho, colher de muda, plantador, regador ou mangueira ou sistema de irrigação, tesoura de podar, barbante ou arame. Podem ainda ser necessários bomba costal e nível A, este último para delimitação de curvas de nível em áreas com declividade.

Na horta serão plantadas principalmente temperos (como salsinha, cebolinha, alho e pimenta), leguminosas e hortaliças. Respeitando suas respectivas características e épocas. Havia a intenção de plantar vegetais com possíveis propriedades medicinais, mas ainda não se conhece totalmente os efeitos que os mesmos possam causar, principalmente quando são ingeridos com outros medicamentos farmacêuticos. Caso o proprietário queira fazê-lo, ao lado da sementeira existe um espaço de 2m<sup>2</sup> que pode ser ocupado para esse fim.

A Figura 30 demonstra a posição das tecnologias e a posição solar.

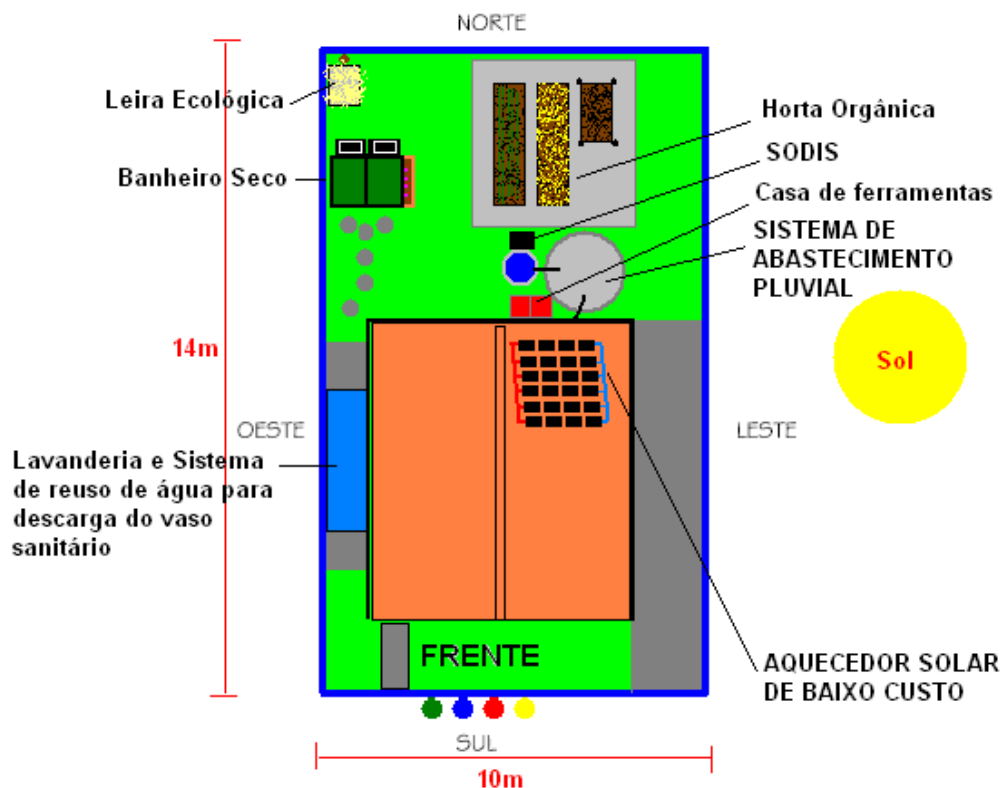


Figura 30 – Disposição no terreno

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de coleta, tratamento e abastecimento pluvial mostrou-se confiável, barato, eficiente e acima de tudo acessível as famílias de baixa renda. Este mecanismo de fácil manutenção somado ao sistema de reaproveitamento de água garante uma economia de mais da metade do consumo de água potável. Para comunidades que sofrem com a estiagem, esta é uma maneira muito proveitosa de melhorar a qualidade de vida. O ponto fraco deste conjunto, é que ele pode ser considerado sob o ponto de vista de leigos, complicado. Provavelmente sua eficiência será comprometida caso não haja um acompanhamento especializado com a população a ser beneficiada.

O sistema de aquecimento de água é de fácil montagem e manutenção e se for construído seguindo rigorosamente as normas do projeto, proporcionará uma boa qualidade térmica para a água. Sua grande vantagem está no custo benefício, pois sistemas de aquecimento vendidos por empresas do ramo são muito caros. E para completar cumpre muito bem sua função de minimizar a conta de energia para aquecer a água.

A isomanta funciona comprovadamente e também cumpre seu papel de proporcionar um ambiente mais confortável aos habitantes da casa. A soma dessa tecnologia com uma casa bem projetada, ou seja, que seja bem arejada e tenha uma boa iluminação natural, promove além do conforto, economia de energia utilizada para ventiladores, ar-condicionado, aquecedores e lâmpadas que necessitariam ser usadas de dia.

Neste contexto o banheiro seco ecológico demonstra ser um item de grande utilidade, pois, não utiliza água potável para tratamento dos resíduos e ainda contribui com a reciclagem dos mesmos gerando adubo para a horta sustentável. É de baixo custo e de fácil manutenção. Os principais contras contra este tipo de banheiro são o preconceito ao uso e os cuidados importantes que as pessoas devem tomar com relação á temperatura e a umidade no interior das câmaras de matéria orgânica.

Uma horta orgânica simboliza ganhos em nutrição e saúde para a população. Isso melhora as condições de desenvolvimento das comunidades como um todo, ou simplesmente a qualidade de alimentação e expectativa de vida de quem consome

esses vegetais isentos de agrotóxicos. Pode também vir a proporcionar ganhos financeiros que contribuem no orçamento das famílias. Quanto as planta fitoterápicas, existe uma discussão muito grande sobre as formas corretas de uso destas plantas e sobre as graves conseqüências pelo mau uso ou uso associado a outras substâncias.

Este projeto está baseado em tecnologias que são comprovadamente eficientes e baratas. Atendeu a algumas das principais necessidades relacionadas ao saneamento básico e a qualidade de vida de comunidades mais pobres. Sob o ponto de vista de Desenvolvimento Sustentável é uma ferramenta completa que promove a utilização de energia alternativa que é o sol, o reuso para poupar a água, a reciclagem de lixo e diminuição de volume nos aterros e lixões. Promove um ciclo fechado de consumo com banheiro seco, a horta orgânica e o uso de água das chuvas. Contribui diretamente na redução de enchentes, doenças e custos do governo com a saúde da população. Incentiva a capacitação técnica, a criação de novas tecnologias e criação de mais empregos.

Fica claro que o aumento da qualidade de vida promovida com a utilização destas tecnologias é apenas um belo reflexo de todos os benefícios que estão envolvidos neste projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEDO, J. A. B.. **Subprodutos de desinfecção de água pelo uso de derivados clorados (Disinfection Byproducts DBP)**. Juiz de Fora: Macedo, 67p., 2001.

ANDRADE, N. J., MACÊDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 182p.

ANVISA. Portaria 518/2005 da Vigilância Sanitária. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 7 de Abril de 2011.

APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: AVALIAÇÃO DO SEU TRATAMENTO PARA FINS POTÁVEIS 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Campo Grande, Mato Grosso do Sul-Brasil - 18 a 23 de setembro de 2005/ ABES(Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental). Disponível em: <http://www.usp.br/cirra/arquivos/CongressoABES/I-024.pdf>.. Acesso em: 23 de Fevereiro de 2011.

Assoc. Bras. de Captação e Manejo de Água de Chuva. Disponível em: <[www.abcmac.org.br](http://www.abcmac.org.br)>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2011.

BAYER. Aquatabs - Linha higiene Bayer. São Paulo: sd (Folder)

BAYER, Pesquisa de Opinião Pública: Preferência entre dois agentes descontaminantes usados para água de consumo. Higiene Alimentar, v.13, n.63, 9p., Jul/Agosto 1999.

BLATCHLEY III, E. R., Disinfection and antimicrobial processes. Water Environment Research, v.66, n.4, p.361-368, 1994.

BRASIL. Constituição Federal, 1988 – Artigo 225. Disponível em: <[HTTP://legis.senado.gov.br/con1988\\_05.10.1988/con1988.pdf](http://legis.senado.gov.br/con1988_05.10.1988/con1988.pdf)>. Acesso em: 20 de Abril de 2011.

CETESB. Consumo da água no Brasil. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)>. Acesso em: 5 de Abril de 2011.

CHING, Francis D. K.. Dicionário visual de arquitetura. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

Del Porto, D., Steinfeld, C. (2000). Composting Toilet System Book: A Practical Guide Pollution to Choosing, Planning, and Maintaining Composting Toilet Systems. Center of Ecological Prevention.

DYCHDALA, G. R. - Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCH, S. S. (Ed.) Disinfection, sterilization and preservation, 2.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1977. p. 167-195.

EDUCAR. Indicadores ácido base naturais. Disponível em: <educar.sc.usp.br/quimapoio/repolho.html>. Acesso em 14 de Abril de 2011.

EMBRAPA. Atlas do Meio Ambiente do Brasil, 1996. Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 03 de Março de 2011.

Esrey, S.A., Gough, J., Rapaport, D., Sawyer, R., Simpson-Herbert, M., Vargas, J. & Winblad, U. 1998. Ecological Sanitation. Sida, Stockholm.

ESREY S.A. Rethinking Sanitation: Panacea or Pandora's Box. In: Chorus I, Ringelband U, Schlag G e Schmoll O (eds), Water, Sanitation and Health, International Water Association, London. 2001.

GARDNER, G. Recycling organic waste: From urban pollutant to farm resource. Worldwatch Institute, paper 135, 1997. 58 p.

GENCO, Fichas **de dados de segurança de materiais Hipoclorito de cálcio**. SÃO PAULO: Genco Química Industrial Ltda. 7p. Setembro, 1998.

HIDROALL, HCL90 E HCL56 Dicloroisocianurato de sódio. VALINHOS: HidroAll Ltda. 19p., Dezembro/2000b.

LEVER INDUSTRIAL. Hipoclor Ficha sobre segurança do produto. São Paulo: Lever Industrial. 4p., fevereiro/1991.

LEVER INDUSTRIAL. Sumaveg Hazard classification. London: Unilever U.K. Central Resources Limited. 4p. Abril/1995.

MANAHAN, S. E.. **Introduction to chemistry** – fundamentals of environmental chemistry. CRC Press, LLC, 2001.

MURAKAMI, M. F.; MORUZZI, R. B. **Avaliação de parâmetros microbiológicos de água pluvial visando aproveitamento para fins não potáveis**: O efeito do tempo de armazenamento. HOLOS Environment, Rio Claro, s.1, v.8, n2, 2008.

NBR 15257: Água da chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis:requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 8 p. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 21 de Janeiro de 2011.

NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público . Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 15p. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 22 de Janeiro de 2011.

NBR 13969/97: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação . Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 60p. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 12 de Janeiro de 2011.

NBR 10004: Resíduo Sólido - Classificação . Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 12 de Fevereiro de 2011.

NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. 41p. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 4 de Janeiro de 2011.

NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 13p. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 20 de Março de 2011.

NBR 15527: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 13p. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 23 de Janeiro de 2011.

PLANETA ORGÂNICO. Guia da Horta Orgânica, 2004 Disponível em: <[www.planetaorganico.com.br/horticultura.htm](http://www.planetaorganico.com.br/horticultura.htm)>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2011.

REIS FILHO, Nestor Goulart; Quadro da arquitetura no Brasil; São Paulo: Editora Perspectiva, 2004, 10ª edição.

SAFTON, S. Human intestinal parasites in composting toilet systems, MAS Thesis. Charles Sturt University, Wagga, NSW, Australia. 1993.

SEMA – Sistema de aquecimento de baixo custo, 2008. Disponível em: <josealcinoalano.vilabol.uol.com.br/manual.htm>. Acesso em: 05 de maio de 2011.

Schistek, H., A Construção de Cisternas de Tela e Arame, Editora Fonte Viva, 1998.

SCHISTEK, Harald: Uma nova tecnologia de construção de cisternas usando como estrutura básicas tela galvanizada de alambrado - captação e manejo de água de chuva para sustentabilidade de áreas rurais e urbanas – Tecnologias e construção da cidadania Teresina, Pi, julho de 2005 – 5º Simpósio Brasileira de Captação e Manejo de água da Chuva.

TAVARES, Adriana Carneiro. Aspectos Físicos, Químicos e Biológicos da Água Armazenada em Cisternas de comunidades rurais no semi-árido paraibano. Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós Graduação em Desenvolvimento em Meio Ambiente, PRODEMA (UFPB/UEPB), Campina Grande, Pb, 2009. 165p.

TRAMONTANO, Marcela Claudia. **Novos modos de vida, novos espaços de morar - Paris, São Paulo, Tokyo: uma reflexão sobre a habilitação contemporânea.** São Paulo: FAUUSP, 1998.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de chuva para Áreas Urbanas e fins não potáveis.** São Paulo: Navegar Editora, 2003.

UFRGS – Nefropatia. Disponível em: <www6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/TMAD/nefropatia.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2011.

UNESCO. Disponibilidade Hídrica no Mundo. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil>. Acesso em: 5 de Maio de 2011.

USP – Centro Internacional de Referência em Reuso de Água. Disponível em: <www.usp.br/cirra>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2011.

VIANA, Francisco Cecílio. Construção de poços rasos –cisternas- e do uso de cloradores por difusão. 4ª. Ed. UFMG. Belo Horizonte, 1992.

WIETHÖLTER, S. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS). Porto Alegre: SBCS-NRS, 2004. 394p. ISBN

WWF Brazil - O que é desenvolvimento sustentável?. Disponível em: <[www.wwf.org.br](http://www.wwf.org.br)>. Acesso em: 17 de Fevereiro de 2011.

HIDROALL, HCL60 - Ácido tricloro isocianúrico. VALINHOS; HidroAll Ltda. 19p., Setembro/2000a.

ZANCHETA, P. G. et al. Caracterização quali-quantitativa da urina humana de diferentes faixas etárias objetivando o seu reuso como fertilizante agrícola natural. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.