

SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM ÁREAS RURAIS

Eduardo Miki Watanabe

eduardo.m.watanabe@gmail.com

Resumo Adotando como ponto de partida uma série de atividades intensivas realizadas em Canuanã – TO pelo Programa Poli Cidadã, percebeu-se o problema de estiagem nos meses de abril a setembro que atinge parte da população devido à falta de infraestrutura do local. O objetivo deste trabalho é projetar, dimensionar e selecionar componentes para um sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água a ser utilizado por assentamentos em áreas rurais, com foco no caso de Canuanã.

O sistema de coleta e armazenamento de água de chuva é composto por uma área de coleta, que pode ser qualquer área que apresente piso duro e impermeável; um sistema de calhas e condutores verticais que transportam a água da área de coleta ao reservatório de auto-limpeza, que faz um tratamento de água a fim de se retirar impurezas contidas na área de coleta. Por fim, há o sistema de armazenamento, que geralmente são cisternas. As alternativas selecionadas para o sistema foram o telhado para área de coleta; calhas e condutores semicirculares de PVC; torneira bôia para o reservatório de auto-limpeza; e cisterna de placas de cimento para o sistema de armazenamento da água.

Palavras chave: Água de chuva, sistema de coleta de água de chuva, armazenamento de água de chuva, assentamento rural.

1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo construir um sistema de coleta e armazenamento de água de chuva em áreas rurais, com foco no caso dos assentados de Canuanã – TO. Canuanã está situada à margem direita do rio Araguaia, na Ilha do rio Bananal, nos municípios de Formoso do Araguaia – TO e Lagoa da Confusão – TO, na bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia. A Agência Nacional de Águas (2007) informa que a precipitação média para o período de 1961 a 1990 na região da bacia do Tocantins-Araguaia foi de 1837 mm, 2º maior índice do Brasil (perde apenas para a bacia Amazônica, que apresenta 2239 mm). A média brasileira é de 1797 mm.

Contudo, as chuvas não são regulares durante o ano. Canuanã apresenta um clima tropical, com duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa. Entre os meses de maio e setembro o índice pluviométrico para a região de Canuanã é baixíssimo, chegando a no máximo 40 mm. Nos meses de outubro, novembro e abril o índice é razoável, com média de 160 mm e nos meses de dezembro a março a precipitação é muito alta, com valores acima de 200 mm. A Figura 1 retrata bem esta situação.

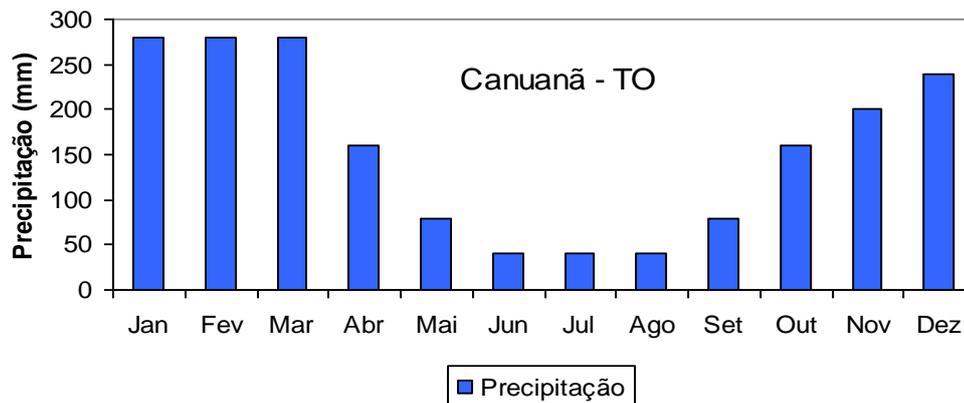


Figura 1 - Precipitação mensal na região de Canuanã – TO

Esta constatação confirma a situação vivida pelos assentados de Canuanã, que devido à falta de infraestrutura tem de conviver com períodos de escassez de água apesar de viverem na 2ª maior bacia hidrográfica brasileira.

2. Objetivo do Projeto

A motivação deste projeto deve-se ao problema de estiagem que atinge parte da população local, na região de Canuanã – TO nos meses de abril a setembro. O objetivo deste trabalho é projetar, dimensionar e selecionar componentes para um sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água a ser utilizado por assentados em áreas rurais. Deverão ser levantadas alternativas de solução para os componentes do sistema, sendo realizado um projeto básico com a solução escolhida.

3. Metodologia

A metodologia utilizada neste projeto passou pelas seguintes etapas:

- Coleta de dados pra determinação das características pluviométricas da região
- Revisão bibliográfica sobre sistemas de coleta e armazenamento de água
- Levantamento do consumo de água de uma família em uma residência
- Consulta a normas de aproveitamento de água da chuva e dimensionamento de calhas e condutores
- Levantamento de alternativas para o aproveitamento de água de chuva
- Análise comparativa das alternativas para cada componente do sistema
- Desenvolvimento do projeto básico, com o dimensionamento dos componentes e análise de custos
- Desenvolvimento de um desenho técnico

4. Aproveitamento de Água de Chuva

O sistema de aproveitamento de água de chuva funciona da seguinte forma: a água é coletada de áreas impermeáveis, normalmente telhados. Em seguida, é filtrada em um reservatório de auto-limpeza e armazenada em reservatório(s) de acumulação, que pode(m) estar apoiado, enterrado ou elevado e ser construído de diferentes materiais como concreto armado, blocos de concreto, alvenaria de tijolos, aço, plástico, poliéster, polietileno e outros.

4.1. Demanda de Água

O consumo de água depende de vários fatores, sendo complicada a determinação do gasto mais provável por consumidor. Na zona urbana, a variação é motivada pelos hábitos de higiene da população, do clima, do tipo de instalação hidráulico-sanitária dos domicílios e, notadamente, pelo tamanho e desenvolvimento da cidade. Na zona rural, o consumo *per capita* é influenciado também pelo clima, pelos hábitos de higiene e pela distância da fonte ao local de consumo. No Brasil, costuma-se adotar quotas médias *per capita* diárias de 120 a 200 litros por pessoa.

Saturnino de Brito, considerado o pioneiro da engenharia sanitária e ambiental no Brasil, também fez pesquisas acerca do consumo de água *per capita*. Suas conclusões estão publicadas em sua obra “Abastecimento de águas” (1905). Segundo o engenheiro Saturnino de Brito apud Feitosa, Medeiros Filho (2009), o consumo mínimo de água por pessoa por dia para fins domésticos é de:

Tabela 1 - Consumo de água por pessoa por dia
FONTE: Saturnino de Brito apud Feitosa, Medeiros Filho (2009)

| Item | Influência consumo (%) | Valor consumo (L) |
|-----------------------|------------------------|-------------------|
| Bebida | 2,6 | 2 |
| Cozinha | 7,8 | 6 |
| Lavagem de Utensílios | 11,7 | 9 |
| Lavar Roupas | 19,5 | 15 |
| Abluções Diárias | 6,5 | 5 |
| Banho de chuveiro | 39,0 | 30 |
| Aparelho Sanitário | 13,0 | 10 |
| Total | 100 | 77 |

Para o caso de Canuanã, considerando-se que cada família reside em uma casa diferente, tem-se uma média de 4 a 5 pessoas por casa.

5. Estudo de Viabilidade

A necessidade dos assentados de Canuanã é o suprimento de água no período de seca, pois é uma região que não possui água encanada. Contudo, existem três demandas diferentes de água: a demanda de água potável, a demanda de água não potável, ou ambos. Para isso, é preciso verificar qual volume de água de chuva consegue-se coletar. A Tabela 2 mostra os volumes de cada necessidade.

O método utilizado para dimensionamento da demanda a ser atendida será baseada no método analítico de *Rippl*. A vantagem do Método de *Rippl* é que ele é flexível com relação aos dados de entrada para o cálculo. Admitiu-se que a área de coleta será o telhado da residência. Caso a área de coleta seja sensivelmente maior, deve-se restabelecer a necessidade a ser atendida. A Tabela 2 mostra os parâmetros usados para o estabelecimento da necessidade.

Tabela 2 – Variáveis para dimensionamento do reservatório

| <i>Mês</i> | <i>Precipitação média (mm)</i> | <i>Área de coleta (m²)</i> | <i>Coefficiente de Runoff</i> | <i>Volume coletado (m³)</i> | <i>Demanda não potável (m³)</i> | <i>Demanda potável (m³)</i> | <i>Demanda total (m³)</i> |
|------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--|--|--|--------------------------------------|
| Janeiro | 280 | 50 | 0,7 | 9,8 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Fevereiro | 280 | 50 | 0,7 | 9,8 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Março | 280 | 50 | 0,7 | 9,8 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Abril | 160 | 50 | 0,7 | 5,6 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Mai | 80 | 50 | 0,7 | 2,8 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Junho | 40 | 50 | 0,7 | 1,4 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Julho | 40 | 50 | 0,7 | 1,4 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Agosto | 40 | 50 | 0,7 | 1,4 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Setembro | 80 | 50 | 0,7 | 2,8 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Outubro | 160 | 50 | 0,7 | 5,6 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Novembro | 200 | 50 | 0,7 | 7 | 10,8 | 1,2 | 12 |
| Dezembro | 240 | 50 | 0,7 | 8,4 | 10,8 | 1,2 | 12 |

Baseada na Tabela 2 percebe-se que a quantidade de chuva precipitada durante o ano não consegue atender à demanda de água total de uma residência com 5 pessoas de Canuanã, mas ela supre com sobras a demanda de água potável.

5.1. Proposta de alternativas

As propostas de alternativas para os quatro componentes do sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água de chuva estão sintetizadas na Tabela 3:

Tabela 3 - Alternativas de construção do sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água de chuva

| <i>Área de Coleta</i> | <i>Condutores</i> | <i>Auto-limpeza</i> | <i>Reservatório</i> |
|-----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| Telhado | Semicircular de pvc | Tonel | Placas de cimento |
| Jardim | Retangular de pvc | Torneira bóia | Tela e arame |
| | Semicircular de alumínio | Filtro de areia | Cisterna de cal |
| | Retangular de alumínio | | |

A matriz de decisão irá analisar as alternativas segundo atributos considerados importantes, procurando tornar a escolha da melhor alternativa menos subjetiva possível.

6. Projeto Básico

6.1. Matriz de Decisão

Os critérios e seus respectivos pesos que avaliarão as alternativas são:

- **Custo:** o preço que o sistema custa para ser devidamente instalado, incluindo gasto com mão-de-obra, material e ferramentas especiais. Este é o principal atributo, pois Canuanã é uma região bem humilde.
- **Instalação:** a facilidade de instalação do sistema, se é necessário mão-de-obra especializada, ferramentas especiais para construção, o tempo total gasto para se fazer a instalação. Este é outro atributo importante, pois é inviável ter uma alternativa que necessite de mão-de-obra especializada ou maquinário pesado.
- **Manutenção:** facilidade e simplicidade de manutenção do sistema.
- **Desempenho:** a capacidade e eficiência do sistema em coletar, tratar e armazenar a água. O desempenho não um atributo crucial pelo fato de ser uma população humilde e o acesso ao local não ser muito fácil.
- **Durabilidade:** o tempo que os componentes poderão ser utilizados até a sua troca. Este atributo teve a menor nota porque todas as alternativas apresentam boa durabilidade no geral.

Tabela 4 - Matriz de decisão para a área de coleta

| Critério | Peso | Telhado | | Jardim | |
|--------------|------|---------|------|--------|------|
| | | Nota | NxP | Nota | NxP |
| Custo | 0,4 | 5 | 2 | 3 | 1,2 |
| Instalação | 0,2 | 5 | 1 | 2 | 0,4 |
| Manutenção | 0,15 | 4 | 0,6 | 4 | 0,6 |
| Desempenho | 0,15 | 3 | 0,45 | 5 | 0,75 |
| Durabilidade | 0,1 | 4 | 0,4 | 5 | 0,5 |
| TOTAL | 1 | | 4,45 | | 3,45 |

Tabela 5 - Matriz de decisão para os condutores

| Critério | Peso | Semicircular pvc | | Retangular pvc | | Semicircular alumínio | | Retangular alumínio | |
|--------------|------|------------------|------|----------------|------|-----------------------|------|---------------------|------|
| | | Nota | NxP | Nota | NxP | Nota | NxP | Nota | NxP |
| Custo | 0,4 | 5 | 2 | 4 | 1,6 | 2 | 0,8 | 1 | 0,4 |
| Instalação | 0,2 | 4 | 0,8 | 3 | 0,6 | 4 | 0,8 | 3 | 0,6 |
| Manutenção | 0,15 | 3 | 0,45 | 3 | 0,45 | 5 | 0,75 | 5 | 0,75 |
| Desempenho | 0,15 | 5 | 0,75 | 5 | 0,75 | 5 | 0,75 | 5 | 0,75 |
| Durabilidade | 0,1 | 3 | 0,3 | 3 | 0,3 | 5 | 0,5 | 5 | 0,5 |
| TOTAL | 1 | | 4,3 | | 3,7 | | 3,6 | | 3 |

Tabela 6 - Matriz de decisão para o sistema de auto-limpeza

| Critério | Peso | Tonel | | Torneira Boia | | Filtro de areia | |
|--------------|------|-------|------|---------------|------|-----------------|------|
| | | Nota | NxP | Nota | NxP | Nota | NxP |
| Custo | 0,4 | 5 | 2 | 5 | 2 | 2 | 0,8 |
| Instalação | 0,2 | 5 | 1 | 4 | 0,8 | 2 | 0,4 |
| Manutenção | 0,15 | 5 | 0,75 | 5 | 0,75 | 3 | 0,45 |
| Desempenho | 0,15 | 1 | 0,15 | 3 | 0,45 | 5 | 0,75 |
| Durabilidade | 0,1 | 3 | 0,3 | 4 | 0,4 | 5 | 0,5 |
| TOTAL | 1 | | 4,2 | | 4,4 | | 2,9 |

Tabela 7 - Matriz de decisão para sistema de armazenamento

| Critério | Peso | Placas de Cimento | | Tela e arame | | Cisterna de cal | |
|--------------|------|-------------------|------|--------------|------|-----------------|------|
| | | Nota | NxP | Nota | NxP | Nota | NxP |
| Custo | 0,4 | 5 | 2 | 3 | 1,2 | 4 | 1,6 |
| Instalação | 0,2 | 3 | 0,6 | 5 | 1 | 4 | 0,8 |
| Manutenção | 0,15 | 5 | 0,75 | 3 | 0,45 | 2 | 0,3 |
| Desempenho | 0,15 | 3 | 0,45 | 5 | 0,75 | 3 | 0,45 |
| Durabilidade | 0,1 | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 |
| TOTAL | 1 | | 4,2 | | 3,8 | | 3,55 |

Portanto, de acordo com as matrizes de decisão, a melhor alternativa para o sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água de chuva contém os seguintes componentes:

- Área de coleta: telhado das residências
- Condutores: condutor semicircular de PVC
- Auto-limpeza: torneira bóia
- Armazenamento: cisterna de placas de cimento

6.2. Detalhamento da Solução Escolhida

6.2.1. Área de Coleta

A área de coleta da solução escolhida é o telhado das residências, que têm uma área média de 50 m² (PROGRAMA POLI CIDADÃ, 2009). O coeficiente de Runoff adotado será de 0,7, pois o telhado das casas não é o mais adequado para a coleta de água de chuva. Admitiu-se que as casas têm dimensões 10 x 5 m, e que o telhado possui formato V, sendo instaladas as calhas somente nos lados de 10 m.

6.2.2. Calhas e Condutores

A intensidade de precipitação (I) a ser adotada para o dimensionamento deve ser de 150 mm/h quando a área de projeção horizontal for menor que 100 m², que é o caso das residências de Canuanã. A vazão de projeto é determinada pela fórmula:

$$Q = C \cdot \frac{I \cdot A}{60} \quad (1)$$

Onde:

- Q: vazão de projeto
- I: intensidade pluviométrica (mm/h)
- A: área de coleta

Portanto, a vazão de projeto vale Q = 125 L/min

Dimensionamento das Calhas

As calhas podem ser dimensionadas pela fórmula de Manning-Strickler e pela Tabela 8:

$$Q = \frac{K \cdot A \cdot \sqrt[3]{R_H^2} \cdot \sqrt{i}}{n} \quad (2)$$

Onde:

- Q = vazão de projeto da calha = 125 L/min;
- A = área molhada = 50 m²;
- R_H = raio hidráulico = A/P = 2,5 m;
- P = perímetro molhado = 20 m;
- i = declividade da calha (m/m);
- n = coeficiente de rugosidade = 0,011;
- K = 60000 (coeficiente para transformar a vazão em m³/s para l/min).
- Coeficiente multiplicativo da vazão de projeto: C = 1,2

Tabela 8 - Capacidade das calhas semicirculares
FONTE: Ghisi; Gugel (2005)

| Diâmetro interno D (mm) | Vazão (L/min) | | |
|-------------------------|---------------|-------|-------|
| | Declividades | | |
| | 0,50% | 1% | 2% |
| 100 | 130 | 183 | 256 |
| 125 | 236 | 339 | 466 |
| 150 | 384 | 541 | 757 |
| 200 | 829 | 1.167 | 1.634 |

A calha selecionada a partir da Tabela 8 tem diâmetro de 100 mm e declividade de 0,5 %. O coeficiente de segurança adquirido com a aproximação da vazão de projeto e com o diâmetro da calha é de 1,25.

Dimensionamento dos Condutores

Os condutores deverão ser instalados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvios devem ser utilizadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°, sempre com peças de inspeção.

O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção vertical é de 75 mm e devem ser dimensionados a partir dos seguintes dados:

- Q = vazão de projeto = 125 L/min
- H = altura da lâmina de água na calha = 25 mm
- L = comprimento do condutor vertical = 2 m

O diâmetro é calculado através da Figura 3: Conclui-se que o condutor possui 75 mm de diâmetro, o mínimo possível.

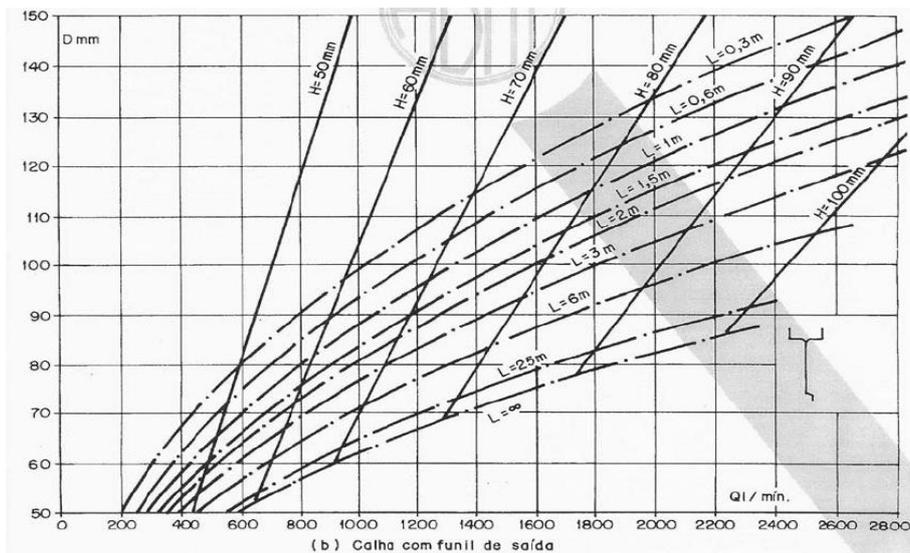


Figura 2 - Dimensionamento dos condutores verticais para calha com funil de saída
 FONTE: Ghisi; Gugel (2005)

Analisando a Figura 2 percebe-se que um condutor vertical de 75 mm tem capacidade de mais de 250 L/min. Portanto, o condutor vertical que será usado nas residências de Canuanã terá 75 mm de diâmetro, apresentando o coeficiente de segurança de aproximadamente 2,5.

6.2.3. Reservatório de Auto-limpeza

A alternativa escolhida para o reservatório de auto-limpeza foi a torneira bóia para descarte da primeira água do telhado, um dispositivo automático para realização desta atividade. Segundo a ABCMAC apud Rodrigues (2007), devem ser descartados de 1 a 2 litros de água por metro quadrado do telhado (considerando a parte do telhado utilizado para escoar a água até a cisterna) a fim de limpar a superfície de captação.

Rodrigues (2007) indica que para as residências visadas uma área superficial para captação de água de chuva média de 50 m², utilizou-se bombonas com capacidade de 100 L e que possuíssem um cinturão metálico para fixar a sua tampa. Este cinturão é adquirido junto com a bombona, sendo o principal elemento para suportar a pressão da água. Dessa forma, a proposta de construção do dispositivo foi realizada de acordo com o desenho esquemático da Figura 3.

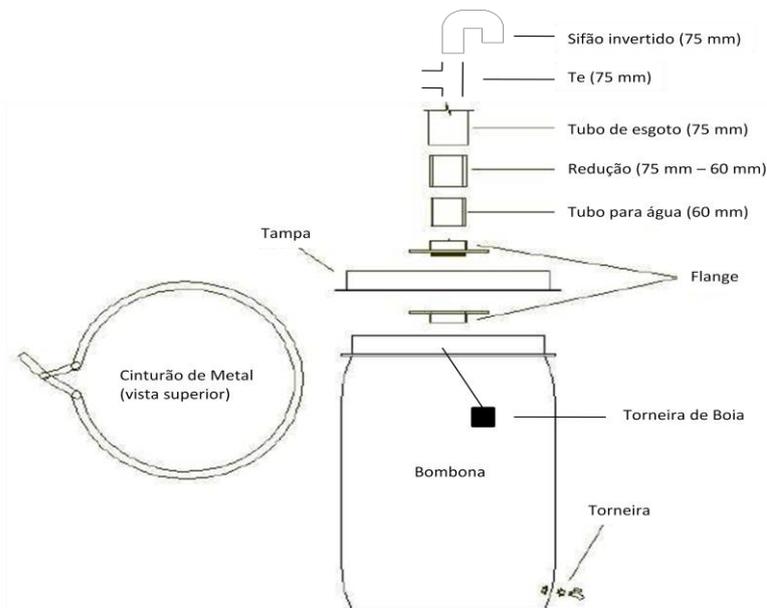


Figura 3 - Esquema de construção do reservatório de auto-limpeza
 FONTE: Adaptado de Rodrigues (2007)

Foram adicionados dois itens em relação ao projeto original de Rodrigues (2007): o sifão invertido, que impõe uma barreira física à sujeira, e a torneira de bóia, que fecha a bombona quando ela está cheia para evitar a mistura da água de chuva com a água armazenada na bombona.

6.2.4. Reservatório de Água

O reservatório escolhido para o armazenamento de água foi a cisterna de placas de cimento, que tem como principal característica o baixo custo de construção. A Tabela 9 mostra o volume que o reservatório deve armazenar.

Tabela 9 - Cálculo do volume do reservatório

| Mês | Precipitação média (mm) | Área de coleta (m ²) | Coefficiente de Runoff | Volume coletado (m ³) | Demanda (m ³) | Volume armazenado (m ³) |
|-----------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Janeiro | 280 | 50 | 0,7 | 9,8 | 5,0 | 4,8 |
| Fevereiro | 280 | 50 | 0,7 | 9,8 | 5,0 | 9,6 |
| Março | 280 | 50 | 0,7 | 9,8 | 5,0 | 14,4 |
| Abril | 160 | 50 | 0,7 | 5,6 | 5,0 | 15,0 |
| Mai | 80 | 50 | 0,7 | 2,8 | 5,0 | 12,8 |
| Junho | 40 | 50 | 0,7 | 1,4 | 5,0 | 9,2 |
| Julho | 40 | 50 | 0,7 | 1,4 | 5,0 | 5,6 |
| Agosto | 40 | 50 | 0,7 | 1,4 | 5,0 | 2,0 |
| Setembro | 80 | 50 | 0,7 | 2,8 | 5,0 | 0 |
| Outubro | 160 | 50 | 0,7 | 5,6 | 5,0 | 0,4 |
| Novembro | 200 | 50 | 0,7 | 7 | 5,0 | 2,4 |
| Dezembro | 240 | 50 | 0,7 | 8,4 | 5,0 | 5,8 |

A demanda de 5 m³/mês é a máxima demanda que pode ser suprida pela quantidade de chuva anual sem que a coluna 'Volume do reservatório' apresente um valor negativo, pois isso significaria que faltaria água para ser consumida. Este volume é capaz de suprir 42% da demanda de uma residência de Canuanã com 5 moradores, suprimindo 100% da necessidade de água potável da casa.

A Tabela 10 (BRITO, 2002) mostra as dimensões que a cisterna deve apresentar para que ela consiga armazenar 16 m³ de água:

Tabela 10 - Medidas conforme o tamanho da cisterna

FONTE: Brito (2002)

| Medidas | 10.000 litros | 15.000 litros | 16.000 litros | 20.000 litros |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Raio | 1,17 m | 1,40 m | 1,73 m | 1,60 m |
| Profundidade / buraco | 1,20 m | 1,30 m | 1,20 m | 1,30 m |
| Altura da cisterna | 2,40 m | 2,40 m | 2,40 m | 2,40 m |
| Nº de fileiras / placas | 4 | 4 | 3 | 4 |
| Nº de placas da parede | 56 | 68 | 63 | 76 |
| Nº de placas da cobertura | 14 | 17 | 19 | 19 |
| Placas da parede | Curva: 3,5 cm | Curva: 2,5 cm | Curva: 1,6 cm | Curva: 1,6 cm |
| | Larg: 0,5 cm | Larg: 0,5 cm | Larg: 0,5 cm | Larg: 0,5 cm |
| | Alt: 0,60 cm | Alt: 0,60 cm | Alt: 0,60 cm | Alt: 0,60 cm |
| Placas da cobertura | Compr: 1,22 cm | Compr: 1,30 cm | Compr: 1,63 cm | Compr: 1,52 cm |
| | Larg base: 0,5 | Larg base: 0,5 | Larg base: 0,5 | Larg base: 0,5 |
| | Larg ponta: 0,08 | Larg ponta: 0,08 | Larg ponta: 0,08 | Larg ponta: 0,07 |
| Medida das vigas (caibros) | Compr: 1,17 m | Compr: 1,40 m | Compr: 1,66 m | Compr: 1,60 m |
| | Larg: 0,6 cm | Larg: 0,6 cm | Larg: 0,6 cm | Larg: 0,6 cm |
| | Ferro: 1,22 m | Ferro: 1,45 m | Ferro: 1,71 m | Ferro: 1,65 m |
| | Quant: 14 | Quant: 17 | Quant: 21 | Quant: 19 |

A construção da cisterna de placas de cimento consiste em 4 etapas:

- Marcação, escavação do buraco e fabricação das formas
- Fabricação das placas e dos caibros
- Levantamento das paredes
- Montagem da cobertura

6.3. Análise de Custos

A Tabela 11 mostra a consolidação de todo o material que deve ser utilizado para a construção do sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água de chuva, bem como os custos dos materiais:

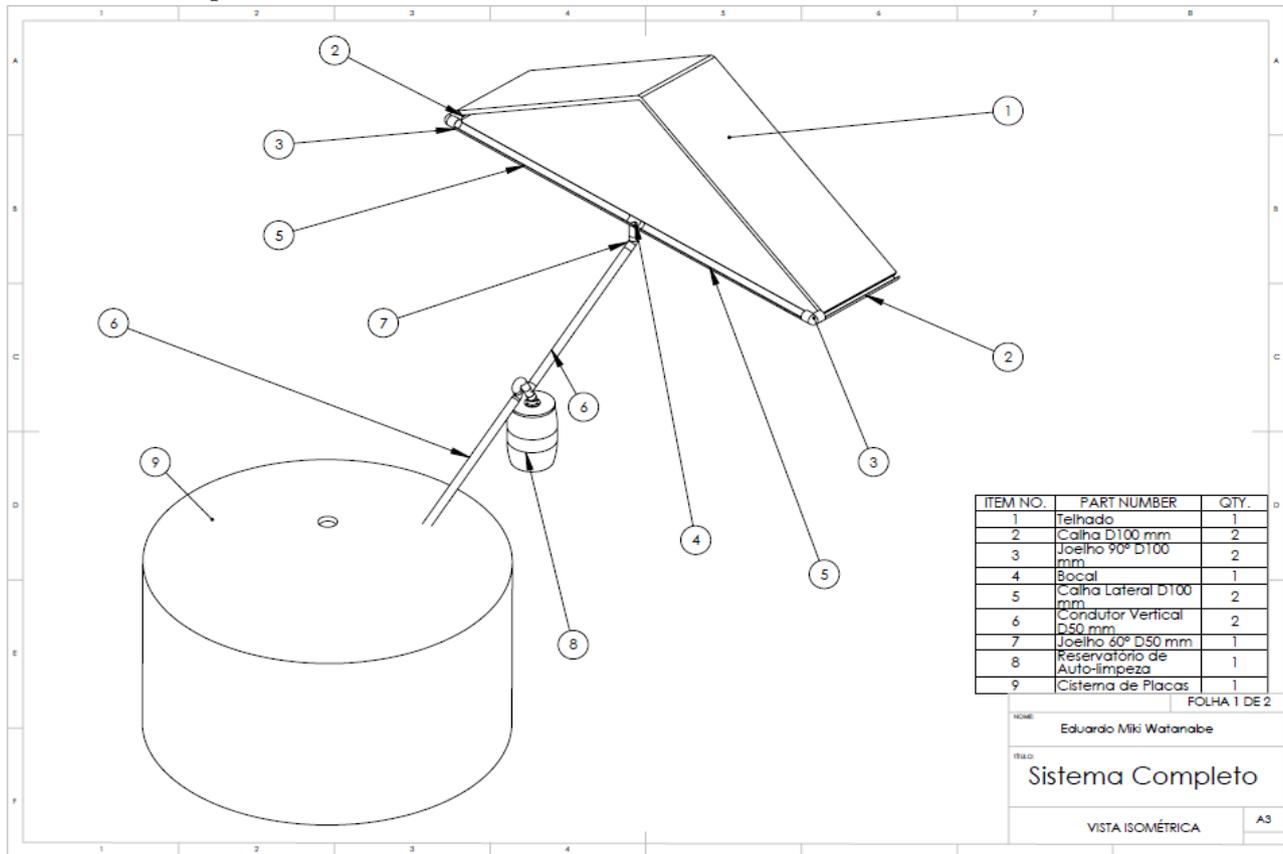
Tabela 11 - Lista de materiais e custos do sistema

| <i>Material</i> | <i>Quantidade</i> | <i>Valor unitário</i> | <i>Valor total</i> |
|---|-------------------|-----------------------|---------------------|
| Material para Cisterna de Placas | | | |
| Cimento (saco 50kg) | 16 | R\$ 17,80 | R\$ 284,80 |
| Areia (lata) | 150 | R\$ 0,70 | R\$ 105,00 |
| Ferro 1/4 (kg) | 9 | R\$ 5,30 | R\$ 47,70 |
| Arame 12 Galvanizado (kg) | 12 | R\$ 9,60 | R\$ 115,20 |
| Brita zero (lata) | 18 | R\$ 2,00 | R\$ 36,00 |
| Sika / Vedacit (kg) | 2 | R\$ 2,44 | R\$ 4,88 |
| Supercal (kg) | 5 | R\$ 0,35 | R\$ 1,73 |
| TOTAL | | R\$ 38,18 | R\$ 595,30 |
| Material para Reservatório de Auto-limpeza | | | |
| Bombona plástica de 100 L (unidade) | 1 | R\$ 40,00 | R\$ 40,00 |
| Tubo PVC 75 mm branco (m) | 2 | R\$ 5,95 | R\$ 11,90 |
| Tubo PVC 60 mm marrom (m) | 1,5 | R\$ 14,98 | R\$ 22,48 |
| bucha de redução curta 75x60 mm (unid) | 1 | R\$ 12,50 | R\$ 12,50 |
| Flange 60 mm (unidade) | 1 | R\$ 24,30 | R\$ 24,30 |
| Luva simples 75 mm branco (unidade) | 1 | R\$ 3,90 | R\$ 3,90 |
| Te 75 mm branco | 1 | R\$ 11,90 | R\$ 11,90 |
| Cap 75 mm branco | 1 | R\$ 4,30 | R\$ 4,30 |
| Flange 3/4 pol | 1 | R\$ 8,10 | R\$ 8,10 |
| Torneira 3/4 pol | 1 | R\$ 15,00 | R\$ 15,00 |
| Arame de espessura média (kg) | 0,5 | R\$ 9,60 | R\$ 4,80 |
| Tubo de cola plástica para PVC (unidade) | 1 | R\$ 9,90 | R\$ 9,90 |
| Sifão 75 mm (unidade) | 1 | R\$ 15,90 | R\$ 15,90 |
| Torneira de boia 3/4 (unidade) | 1 | R\$ 17,70 | R\$ 17,70 |
| TOTAL | | R\$ 194,03 | R\$ 202,68 |
| Material para Calhas e Condutores | | | |
| Tubo PVC 100 mm branco (6m) | 5 | R\$ 37,90 | R\$ 189,50 |
| Emenda para calha de piso normal | 3 | R\$ 13,40 | R\$ 40,20 |
| Joelho 90° 100 mm branco (unidade) | 2 | R\$ 4,30 | R\$ 8,60 |
| Joelho 45° 100 mm branco (unidade) | 1 | R\$ 5,80 | R\$ 5,80 |
| Grelha Henisfer Flexível 100 mm | 3 | R\$ 11,95 | R\$ 35,85 |
| Tubo pvc 75 mm (m) | 3 | R\$ 5,95 | R\$ 17,85 |
| Suporte para calhas 100 mm | 20 | R\$ 4,20 | R\$ 84,00 |
| Bocal 100 mm - 75 mm | 1 | R\$ 40,65 | R\$ 40,65 |
| TOTAL | | R\$ 124,15 | R\$ 422,45 |
| TOTAL GERAL | | | R\$ 1.220,43 |

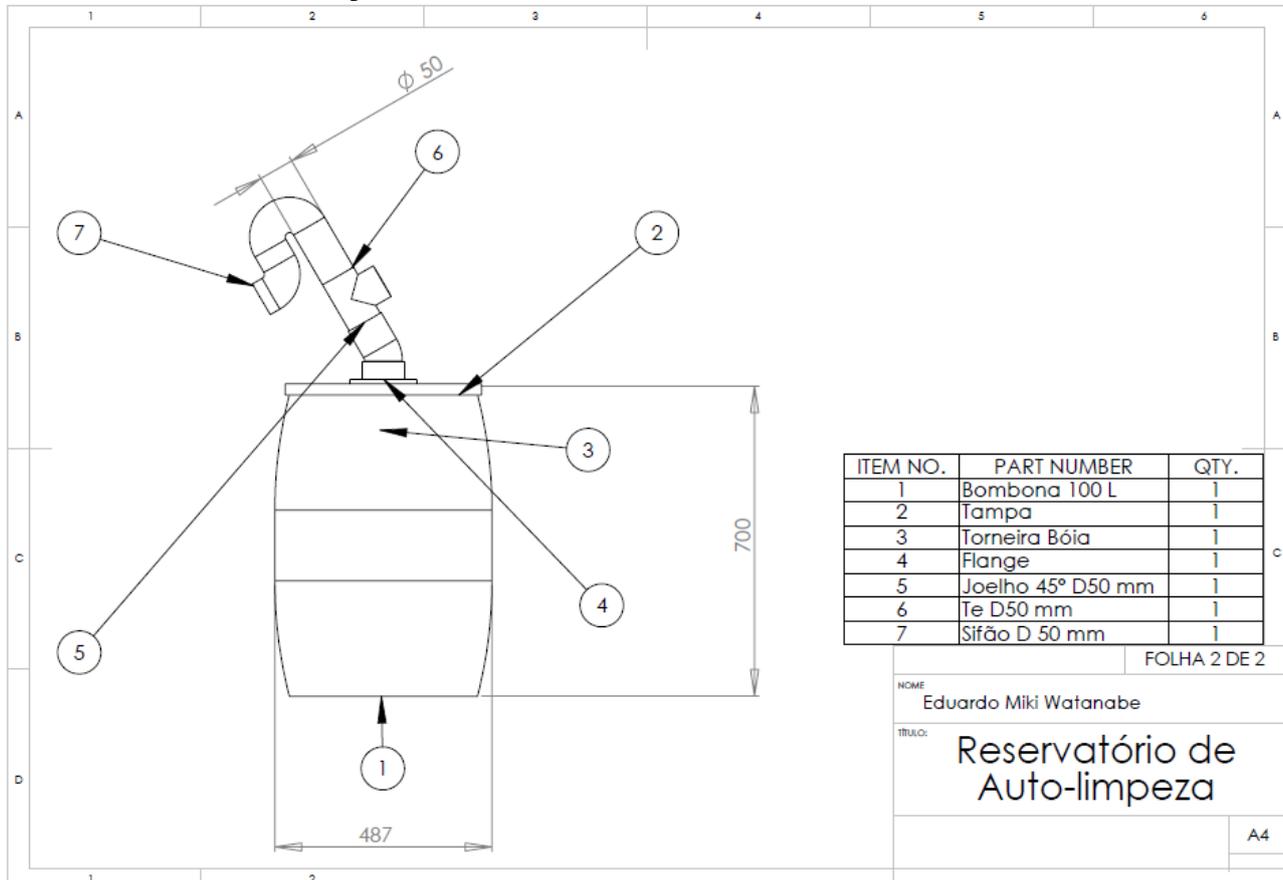
A Tabela 11 mostra que o custo total da construção do sistema é de R\$ 1.220,43, sendo que 48% do valor (R\$ 595,30) é referente ao material para construção da cisterna de placas de 16.000 litros, 17% (R\$ 202,68) referente ao material para o reservatório de auto-limpeza e 35% (R\$ 422,45) referente às calhas e condutores. Os valores apresentados para os materiais da Tabela 11 foram consultados na loja C&C – Casa e Construção (2009).

7. Desenhos Técnicos

7.1. Sistema Completo



7.2. Reservatório de Auto-limpeza



8. Conclusões

Considerando a quantidade de referências bibliográficas recentes, pode-se dizer que o assunto de coleta de água de chuva, apesar de ser uma técnica milenar, ainda é muito estudada e utilizada no Brasil, principalmente em regiões com disponibilidade reduzida deste recurso, como a região nordestina, pois apresenta um baixo custo e é uma técnica sustentável.

A alternativa escolhida para o sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água de chuva foi a composta pelo telhado como área de coleta e por calhas e condutores semicirculares de pvc rígido. O reservatório de auto-limpeza escolhido foi a torneira bóia para o descarte da primeira água do telhado e o reservatório de água escolhida foi a cisterna de placas de cimento, que apresenta o menor custo dentre todas as alternativas.

Este sistema está dentro da realidade dos assentados de Canuanã, pois os materiais necessários podem ser facilmente encontrados, e a mão-de-obra não precisa ser especializada. A própria família pode construir a cisterna com a instrução de um pedreiro. O sistema apresenta baixo custo obteve-se informações que esta fórmula foi adotada com sucesso no sertão nordestino com o “Programa Um Milhão de Cisternas” do governo federal.

9. Referências Bibliográficas

- BRITO, W. Construindo a solidariedade no semi-árido – cisterna de placas. Brasília - DF. Scala Gráfica e Editora. 2002. Disponível em: <www.cliquesemiario.org.br>. Acesso em: 23 de setembro de 2009.
- C&C – CASA & CONSTRUÇÃO – Disponível em: <www.cec.com.br>. Acesso em 12 de novembro de 2009
- GHISI, E., GUGEL, E. C.. Instalações Prediais de Águas Pluviais. Florianópolis – SC. Universidade Federal de Santa Catarina. 2005. 14p. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/AguaPluvial_EGhisi_atualizada.pdf>. Acesso em 04 de junho de 2009.
- GNADLINGER, J.. Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas, Construídas em Comunidades Rurais do Semi-árido Brasileiro. Juazeiro. 1998. Disponível em: <www.abcmac.org.br/files/simposio/1simp_joao_apresentacaotecnica.pdf>. Acesso em 05 de junho de 2009.
- KAMINSKI, P. C.. Desenvolvendo produtos planejamento, criatividade e qualidade. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. 2000. 132p.
- KÜSTER, A., MARTÍ, J. F., MELCHERS, I. (org). Tecnologias Apropriadas para Terras Secas – Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste de Brasil. Fortaleza. Fundação Konrad Adenauer. 2006. 212p.
- MARIANI, A. L. C. et al. Relatório: Experiência de Inserção Social Etapa Canuanã. São Paulo. 2007. Disponível em: <<http://www.policidada.poli.usp.br/wiki/images/0/0d/PCPI2007-CanuanaRelatorio.pdf>>. Acesso em 30 de março de 2009.
- MAY, S.. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 159p.
- RODRIGUES, H. K. et al. Dispositivo automático de descarte da primeira água de chuva. 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Belo Horizonte. 2007. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simposio/6simp_kohl_dispositivo.pdf>. Acesso em 12 de junho de 2009.
- SILVA, D. D. et al. Equações de Intensidade-duração-frequência da Precipitação Pluvial para o Estado de Tocantins. Engenharia na Agricultura. Viçosa. 2003. Volume 11. 8p. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/reveng/arquivos/vol11/v11n1-4p07-14.pdf>>. Acesso em 02 de junho de 2009.
- TIGRE. Predial – Águas pluviais e drenagem. Disponível em: <http://www.tigre.com.br/pt/pdf/catalogo_predial_aguaspluviais_e_drenagem.pdf>. Acesso em: 14 de junho de 2009.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. ESCOLA POLITÉCNICA. Programa Poli Cidadã Canuanã 2009. São Paulo 2009. Disponível em: <http://www.policidada.poli.usp.br/wiki/index.php/Canuanã_2009>. Acesso em 7 de março de 2009.

COLLECTING AND STORING RAINWATER SYSTEM IN RURAL AREAS

Eduardo Miki Watanabe

eduardo.m.watanabe@gmail.com

Abstract. *Adopting as a starting point a series of intensive activities carried out in Canuanã - TO by Poli Cidadã Program, it is realized the problem of drought between the months of April and September that reaches the population due to the lack of infrastructure of the local. The objective of this work is to design, size and select components for a collecting and storing rainwater system to be used for settlements in rural areas, focusing on the case of Canuanã.*

The collecting and storing system is composed of a collection area, which can be any area that has hard surface and is impervious; a system of gutters and vertical conductors that carries the water from the collecting area to the tank of self-cleaning, which is responsible for the treatment of the water in order to remove impurities contained in the collecting area. Finally, there is the storing system, which is usually a tank. The alternatives selected for the system are the roof as collecting area, gutters and conductors of semicircular PVC; tap buoy as the reservoir of self-cleaning; and tank plates of cement as the system of water storing.

Keywords. *rainwater, rainwater harvest system, rainwater storage, rural area*