

## DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA PLUVIAL PARA IRRIGAÇÃO DE HORTA COMUNITÁRIA NA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS/SC

*Manoela Paiva de Amorim Santos <sup>a,\*</sup>, Carolina dos Santos Kuhn de Carvalho <sup>a</sup>, Jéssica Prats Raspini <sup>a</sup>, João G. de Farias <sup>a</sup>, Ricardo de Sousa Cunha <sup>a</sup>*

<sup>a</sup> Engenheiros Sem Fronteiras, Núcleo Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

\* [manoelapdas@gmail.com](mailto:manoelapdas@gmail.com)

**Resumo:** *O objetivo deste trabalho é dimensionar um sistema sustentável de captação de água pluvial para irrigação do Quintal Comunitário do Córrego Grande, localizado na cidade de Florianópolis/SC. Para o dimensionamento, utilizou-se a necessidade hídrica do solo como a demanda a ser atendida, calculada por meio das condições climáticas locais, culturas agrícolas cultivadas e sistema de irrigação por gotejamento com o uso de garrafas PET. O dimensionamento do reservatório de captação da água foi feito por meio do método de Rippl e o Software Netuno<sup>®</sup>. Utilizou-se para o método de Rippl a média de três fontes de dados de climatologia da precipitação da cidade de Florianópolis, que são EPAGRI/CIRAM, Climate-Data.org e Climatempo. Já para o Software Netuno<sup>®</sup>, empregou-se registros de precipitação diária entre 2002 e 2017 da estação 2748006 do INMET, localizada na grande Florianópolis. O sistema de captação de água foi dimensionado com base na NBR 15.527/07. O uso de garrafas PET na irrigação por gotejamento incentiva o reaproveitamento de materiais recicláveis e a economia de água, possui baixo custo de implementação e possibilita prováveis melhorias na produtividade das culturas. A metodologia adotada mostrou-se representativa e confiável. Os dados pluviométricos e de consumo hídrico possuem relevância significativa para um dimensionamento eficiente do sistema de coleta de água da chuva. O projeto resultou em uma alternativa sustentável de captação de água da chuva, com economia de energia sem o uso de motores elétricos para o bombeamento da água, além de promover a integração dos moradores locais.*

**Palavras-chave:** *Dimensionamento. Água Pluvial. Garrafa PET. Horta Comunitária. Sustentabilidade.*

### 1 INTRODUÇÃO

A Horta do Quintal Comunitário do Córrego Grande é um espaço público definido como Área Verde de Lazer (AVL) pelo plano diretor da cidade de Florianópolis. Os colaboradores da horta relataram que, até o ano de 2012, o terreno estava em condições de abandono. Foi a partir desse ano que alguns moradores realizaram uma pequena limpeza no local e plantaram árvores e flores, com o objetivo de melhorar o aspecto visual do terreno. Esta mobilização dos moradores, com auxílio do projeto da Comcap de hortas urbanas, deu início a horta. O espaço da Horta é um local de práticas de jardinagem, confraternizações, troca de experiências e integração da comunidade.

Atualmente, há necessidade de implantar um sistema sustentável de captação de água da chuva, a fim de suprir a demanda hídrica da horta. Optou-se pela captação de água a partir do telhado da futura sede da associação de moradores do Córrego Grande. A construção desta sede

está atrelada a um TAC (Termo de Ajuste de Conduta) entre a prefeitura e construtoras que ocuparam terrenos da região.

## 2 DIAGNÓSTICO

### 2.1 Necessidade hídrica do solo

De acordo com o método FAO, para o cálculo da necessidade hídrica de uma cultura, recomenda-se avaliar o efeito do clima frente as necessidades da cultura e selecionar o método mais adequado para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). As estimativas da evapotranspiração de referência devem ser, no máximo, entre 5 e 10 dias, baseada no ciclo total da cultura e sua tolerância ao déficit hídrico do solo. Os efeitos das características dos vegetais e hortaliças também são relevantes para o cálculo da necessidade hídrica do solo. A necessidade hídrica característica de cada vegetal e hortaliça pode ser estimada pelo coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>), o qual apresenta a relação entre a evapotranspiração de referência - ou potencial, quando for o caso - e a evapotranspiração da cultura (ET). Em suma, deve-se analisar os efeitos locais e as práticas agrícolas nas necessidades hídricas dos vegetais.

A finalidade da irrigação é suprir a cultura de condições, tais que a mesma possa atingir o máximo de evapotranspiração (ET<sub>m</sub>) e o máximo de produtividade, assim, as necessidades de irrigação são estimadas para atingir este valor de evapotranspiração máxima. No presente trabalho, a evapotranspiração de referência será considerada igual à própria evapotranspiração potencial, embora conceitualmente sejam parâmetros distintos.

### 2.2 Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos, assim como os dados de consumo hídrico, são de suma importância para o correto dimensionamento do sistema de coleta de água da chuva. Os dados climatológicos de precipitação para a cidade de Florianópolis contêm as médias climatológicas dos últimos 30 anos e estão disponíveis nos sites da EPAGRI/CIRAM, Climate-Data.org e Climatempo.

Para a aplicação da metodologia de Rippl, adotou-se a média mensal entre as fontes citadas acima para um resultado mais representativo. Nesta metodologia, utilizou-se os dados referentes à coluna “Média”, mostrados na Tabela 1. O dimensionamento, realizado no software Netuno, empregou dados de precipitação registrados diariamente entre os anos de 2002 e 2017, na estação 2748006 do INMET, localizada na região continental de Florianópolis.

A Tabela 1 e a Figura 1 apresentam os dados da climatologia de chuva para Florianópolis, conforme as fontes supracitadas, assim como a média mensal entre 2002 e 2017 para a estação de estudo escolhida.

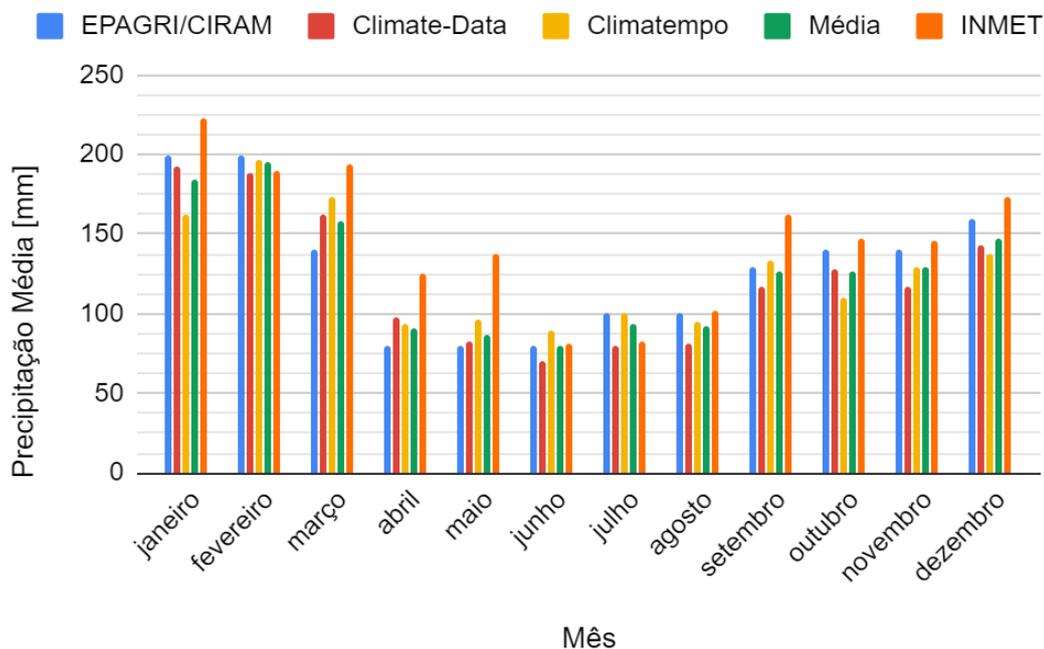
A partir da análise dos dados da Tabela 1, verifica-se que apenas nos meses de fevereiro e julho a média dos dados do INMET é inferior à média dos dados climatológicos.

Tabela 1 – Climatologia de precipitação em Florianópolis.

| Mês       | Precipitação Média em Florianópolis |              |            |       |       |
|-----------|-------------------------------------|--------------|------------|-------|-------|
|           | Precipitação [mm]                   |              |            |       |       |
|           | EPAGRI/CIRAM                        | Climate-Data | Climatempo | Média | INMET |
| Janeiro   | 200                                 | 192          | 163        | 185,0 | 223,3 |
| Fevereiro | 200                                 | 188          | 197        | 195,0 | 189,9 |
| Março     | 140                                 | 163          | 173        | 158,7 | 193,9 |
| Abril     | 80                                  | 98           | 93         | 90,3  | 125,9 |
| Maio      | 80                                  | 82           | 97         | 86,3  | 137,9 |
| Junho     | 80                                  | 70           | 90         | 80,0  | 81,5  |
| Julho     | 100                                 | 80           | 100        | 93,3  | 82,4  |
| Agosto    | 100                                 | 81           | 95         | 92,0  | 102,2 |
| Setembro  | 130                                 | 117          | 134        | 127,0 | 162,2 |
| Outubro   | 140                                 | 128          | 110        | 126,0 | 147,0 |
| Novembro  | 140                                 | 117          | 130        | 129,0 | 145,9 |
| Dezembro  | 160                                 | 143          | 137        | 146,7 | 173,9 |

Fonte: EPAGRI/CIRAM, Climate-Data.org, Climatempo e ANA.

Figura 1 – Precipitação pluviométrica média em Florianópolis.



### 3 METODOLOGIA

Um sistema de captação de água da chuva é composto pelos processos de coleta e filtragem da água, seguido do descarte da primeira água da chuva (escoamento inicial) e, por fim, armazenamento da água. Para maior detalhamento das etapas de um sistema de captação de água da chuva, pode-se consultar a normativa NBR 15.527/07- Aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.

### 3.1 Dimensionamento do reservatório de armazenamento

O reservatório de armazenamento retém e acumula a água da chuva coletada. O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, de acordo com a metodologia definida pelo projetista. Neste trabalho utilizou-se o método de Rippl e o Software Netuno© para cálculo do volume do reservatório.

#### *Método de Rippl*

De acordo com Tomaz (2011), a metodologia de aproveitamento de água de Rippl é comumente usada devido a sua simplicidade e facilidade de aplicação. Tal método faz uso de séries históricas de precipitações, transformando-as em vazões que abastecem o reservatório. Para aumentar a confiabilidade do sistema, indica-se a utilização de séries sintéticas de precipitação - aquelas estabelecidas com base nas séries históricas - com probabilidades de 95%, 85% ou 75%, as quais correspondem a extremamente confiável, confiável e tolerável; respectivamente.

Ademais, são requeridos a demanda mensal de água da chuva, a área de captação e o coeficiente de *runoff* - coeficiente de escoamento superficial, obtido pela relação entre a água que escoar superficialmente e o total de água precipitada.

O método de Rippl tem início com os cálculos do volume de água pluvial no reservatório no tempo  $t$  e do volume de água pluvial no tempo  $t$ , de acordo com as Equações (1) e (2), respectivamente.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (1)$$

$$Q(t) = C \cdot P \cdot A \quad (2)$$

onde:

$S(t)$ : volume de água pluvial no reservatório no tempo  $t$  [L];

$D(t)$ : demanda/consumo de água pluvial no tempo  $t$  [L];

$Q(t)$ : volume de água pluvial no tempo  $t$  [L];

$C$ : coeficiente de escoamento superficial;

$P$ : precipitação média no tempo  $t$  [mm];

$A$ : área de captação em projeção no terreno [m<sup>2</sup>].

Desta forma, a capacidade do reservatório de armazenamento de água pluvial é estimada através da Equação (3):

$$V = \sum S(t), \text{ para } S(t) > 0 \quad (3)$$

onde:

$V$ : volume do reservatório, sendo  $\sum Q(t) > \sum D(t)$  [L].

#### *Software Netuno*

Para realizar uma simulação neste software, faz-se necessário inserir dados diários de precipitação, do descarte do escoamento inicial, área de captação de água da chuva, demanda total de água, percentual da demanda necessária suprida pela água da chuva e o coeficiente de

escoamento superficial. Para uma simulação realista no software Netuno, deve-se trabalhar com uma série de dados pluviométricos de, pelo menos, 5 anos.

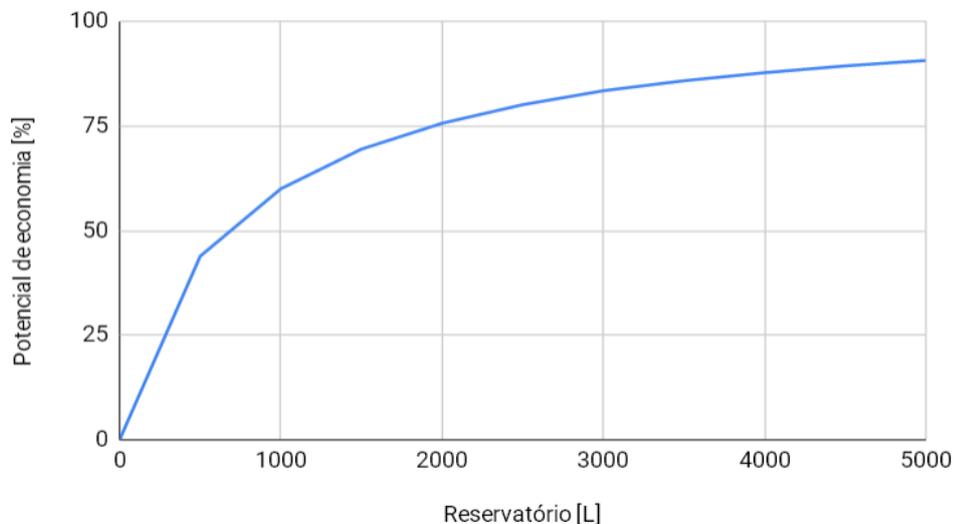
### ***Determinação do reservatório***

Utilizou-se o método de Rippl e o software Netuno para determinar o volume do reservatório de armazenamento de água da chuva. Em ambos os casos foi considerada uma demanda hídrica de consumo fixa de  $7,5\text{m}^3$  ao mês, ou seja, uma média de 250 litros de água por dia. Tal demanda foi estimada a partir da necessidade hídrica do solo, calculada como sendo  $5\text{ L/m}^2$  por dia, multiplicada por uma área de  $50\text{m}^2$ , considerando um aumento da área da horta no futuro.

Para o método de Rippl, conforme citado na descrição dos dados pluviométricos, foram utilizadas as médias dos dados de climatologia de chuva para a cidade de Florianópolis, apresentados na Tabela 1. Já para o software Netuno, utilizou-se os dados diários de precipitação da estação 2748006 do INMET, referentes ao período de 2002 até 2017.

O método de Rippl indicou a necessidade de um reservatório de 500L, enquanto que na simulação no software Netuno o volume de armazenamento atenderia à apenas 40% da demanda. Infere-se que um reservatório de 1000L atende 56,72% da demanda de água pluvial, enquanto que 2000L supriria 73,15%. Com base nestes resultados, optou-se pelo reservatório de 2000L para suprir majoritariamente a demanda com o uso exclusivo de água pluvial.

Figura 2 - Gráfico do potencial de economia de água potável pelo volume do reservatório.



## **3.2 Materiais e custos**

### ***Custos iniciais***

Os custos iniciais incluem as despesas com a concepção do sistema de captação de água da chuva, os quais não se repetem nos meses subsequentes. Sendo assim, foram considerados os seguintes custos:

- Calhas horizontais;
- Condutos verticais;
- Dispositivo de descarte da primeira água da chuva;
- Dispositivo de filtragem; e
- Reservatório.

Os investimentos com as calhas horizontais e condutos verticais foram estimados com base nos diâmetros de projeto, e obteve-se o comprimento das tubulações a partir das plantas do telhado da sede.

Os custos dos itens apresentados na Tabela 2 foram baseados no valor médio de mercado e não foram considerados os custos com o transporte dos equipamentos e mão de obra.

Tabela 2 – Custos iniciais para implementação do projeto de captação de água da chuva.

| Itens                                      | Unidade | Quantidade | Valor Unitário [R\$] | Total [R\$]     |
|--|---------|------------|----------------------|-----------------|
| Calhas semicirculares PVC 125mm            | 3m      | 9          | 176,00               | 1.584,00        |
| Condutos verticais Tubo PVC 125mm          | 6m      | 2          | 144,00               | 288,00          |
| Expansão Soldável - Linha Fixa - 150x125mm | 1       | 2          | 37,00                | 72,00           |
| Filtro Autolimpante 150mm                  | 1       | 2          | 169,00               | 338,00          |
| Dispositivo de descarte projetado          | 1       | 1          | 871,00               | 871,00          |
| Reservatório                               | 2000L   | 1          | 700,00               | 700,00          |
| <b>TOTAL</b>                               |         |            |                      | <b>3.853,00</b> |

### *Custos de manutenção*

Os custos de manutenção incluem as despesas para manter o funcionamento adequado do sistema de captação de água da chuva. Portanto, considerou-se os investimentos descritos abaixo:

- Manutenção do sistema (dispositivos hidráulicos);
- Reposição de grades e filtros; e
- Monitoramento da qualidade da água.

O custo com a manutenção dos dispositivos hidráulicos não foi estimado, uma vez que este depende de fatores imprevisíveis como, por exemplo, alterações no funcionamento do sistema devido a acidentes ou uso inadequado. Para os dispositivos de gradeamento e filtragem, considerou-se uma reposição anual. Já o custo da análise anual da qualidade da água foi aferido conforme os valores apresentados pelo Laboratório Integrado de Meio Ambiente (LIMA/UFSC), orçamento referente ao mês de agosto de 2018. A Tabela 3 apresenta os custos médios de manutenção anual.

Tabela 3 – Custos de manutenção do sistema de captação de água da chuva.

| Itens                                    | Unidade | Quantidade | Valor Unitário [R\$] | Total [R\$]   |
|--|---------|------------|----------------------|---------------|
| Análise da qualidade da água             | -       | 1          | 225,00               | 225,00        |
| Substituição de grades e filtros         | 1       | 2          | 40,00                | 80,00         |
| Manutenção - dispositivos e equipamentos | -       | -          | -                    | -             |
| <b>TOTAL</b>                             |         |            |                      | <b>305,00</b> |

### 3.3 Indicação do sistema de gotejamento: sistema de irrigação caseiro com garrafa pet e barbante

A irrigação por gotejamento com garrafa pet é um sistema de baixo custo e sustentável. A transferência da água a partir da garrafa para o solo ocorre por capilaridade.

Esta prática possui vantagens do ponto de vista operacional, ambiental, social e financeiro, como mostrado adiante:

- Baixo custo de implementação;
- Reaproveitamento de materiais;
- Possibilita a economia de água;
- Baixo impacto na evaporação da água;

Esse sistema de irrigação apresenta autonomia de três dias, ou seja, a cada período de três dias as garrafas devem ser novamente abastecidas com água.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para completo dimensionamento do sistema de captação de água da chuva, foram empregados dados hipotéticos, visto que não foi possível obter os dados da área de telhado real para captação, bem como a caracterização do tipo de solo, entre outras variáveis necessárias para o dimensionamento.

O projeto resultou em uma alternativa sustentável de captação de água da chuva, visto que se evitou o uso de motores para o bombeamento da água. Sugere-se uma forma de irrigação por gotejamento, no intuito de reutilizar garrafas pet e otimizar a economia de água, aspectos que geram um impacto ambiental positivo.

Em suma, a elaboração desse projeto permitiu intercambiar saberes com os moradores do quintal comunitário, contribuir com o bem-estar social e ambiental, otimizar habilidades de gerenciamento de tarefas e vivenciar a liderança de forma prática, tendo a horizontalidade como norte.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem a presença e contribuição da Engenheira Sanitarista e Ambiental Fernanda Facin, ao Engenheiro Civil Alexandre Eliseu da Silva por ter auxiliado na elaboração dos desenhos 3D, ao SESC-Cacupé por ter disponibilizado suas instalações para conhecimento

sobre as práticas desenvolvidas no local e a Milena Risuenho – Voluntária responsável pela Horta comunitária, a qual desde o início do projeto mostrou-se solícita a ONG Engenheiros Sem Fronteiras – Núcleo Florianópolis.

## REFERÊNCIAS

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em:

<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

ARAÚJO, L. F. **DesviUFPE como barreira sanitária para melhoria da qualidade de água de chuva em zona rural: determinação de deposição seca e melhoria de desempenho**.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12527**: água de chuva - aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

Climate-Data.org. **Clima Florianópolis**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/florianopolis-1235/>. Acesso em: 28 out. 2018.

Climatempo. **Climatologia de Florianópolis**. Disponível em:

<https://www.climatempo.com.br/climatologia/377/florianopolis-sc>. Acesso em: 28 out. 2018.

EPAGRI/CIRAM. **Climatologia de chuvas para Santa Catarina**. Disponível em:

[http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=141&Itemid=363](http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=141&Itemid=363). Acesso em: 28 out. 2018.

**Esquema ilustrativo da coleta de água**. Disponível em:

<https://construccionelnuevodia.com/noticia/dialogano-verde-cisterna-inteligente/>. Acesso em: 30 out. 2018.

GHISI, E.; CORDOVA, M. **Netuno 4 - Manual do usuário**. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE. UFSC, Florianópolis. 2014.

LIMA, J. C. A. L., GAVAZZA, S., SANTOS, S. M. **Dispositivo automático para proteção da qualidade da água de chuva de cisternas**. Disponível em:

<http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisartecnologias/detalhar-tecnologia-204.htm>. Acesso em: 21 nov. 2018.

NEZ, M. B. **Análise da viabilidade do aproveitamento da água pluvial em agroindústria. Estudo de caso: Agrovêneta Indústria de Alimentos S.A.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC. Criciúma, 2010.

TOMAZ, Plínio. **Método de Rippl. In.: Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2011.

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. **Água de chuva - DesviUFPE - Guia de dimensionamento e montagem.** Disponível em: [youtu.be/tgvv06essYs](https://youtu.be/tgvv06essYs). Acesso em: 18 nov. 2018.

ZANELLA, Luciano. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva [livro eletrônico].** São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015.