

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA  
VIABILIZAR MANEJO DA HORTA ESCOLA, UM  
PROJETO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.**

**Wagner da Silva Beraldi** – [wagnerberaldi@gmail.com](mailto:wagnerberaldi@gmail.com)

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Fluminense /*Campus* Campos

Guarús

## 1 RESUMO

O presente trabalho foi feito a partir de estudo do índice pluviométrico do município de campos dos Goytacazes, visando o planejamento de um sistema de captação e aproveitamento da água de chuva, em telhado corrugado de metal de 840 m<sup>2</sup>, que venha a suprir as necessidades de irrigação de uma horta, a ser implantada no Departamento Geral de Ações Sócio Educativas (novo Degase). Tomou-se por base as necessidades de irrigação de cenoura e alface, a fim de garantir um manejo adequado da horta, que será peça fundamental em um projeto de educação ambiental com alunos internos, vinculado à escola C.E. Rui Barbosa, que funciona no interior da unidade de internação.

## 2 INTRODUÇÃO

A educação ambiental é dever do estado e deve estar incluída na grade curricular de todos os alunos. Ela precisa ser trabalhada de uma forma íntegra, interdisciplinar, de modo que cause transformação na consciência, na forma de ver o mundo e na forma de se ver no mundo.

O projeto intitulado “horta escola” e surgiu com o objetivo de auxiliar a formação de alunos que estudam e cumprem medidas socioeducativas restritivas de liberdade, levando informação de qualidade, teórica e prática, a um ambiente de difícil acesso. Tal projeto justifica-se como tentativa de formar indivíduos mais conscientes e servir de ferramenta colaborativa para uma transformação social e ressocialização de indivíduos que, devido a tão pouca idade, ainda podem contribuir muito com a sociedade com suas atitudes.

O grande problema encontrado pelos idealizadores desse projeto foi de que forma seria atendida a demanda de água gerada pela horta, visto que a instituição passa por problemas de falta de água em seu dia a dia, sem que ocorra alteração na rotina de consumo. Por essa realidade, tal projeto chegou a ponto de quase ser abandonado. Então iniciou-se esse estudo a fim de buscar a garantia de suprimento de água, com base em análise da demanda de irrigação, estudos da precipitação e método de melhor aproveitamento do volume precipitado.

A horta presente no ambiente educativo pode ser percebida como um laboratório vivo, que viabiliza a realização de diversas atividades pedagógicas de educação ambiental, teóricas e práticas, de forma contextualizada, como o cultivo de vegetais, destinação correta de resíduos, compostagem, preparo do solo, formas de aproveitamento do espaço urbano, entre outros. Visa contribuir como tema central para a educação ambiental, não

se destinando apenas à produção de alimentos, mas principalmente servindo de ferramenta pedagógica.

O aproveitamento da água de chuva, além de viabilizar tecnicamente a manutenção da horta, também funcionará como uma ferramenta de conscientização. Possibilitará trazer para a rotina dos alunos uma prática sustentável a respeito de um dos assuntos de maior importância quando se trata de meio ambiente, e quando se refere à questão da realidade da unidade, que é a questão da água. Espera-se que o fato de conviver com o aproveitamento de água de chuva auxilie na diminuição do desperdício de água na rotina da unidade.

Este estudo de viabilização da irrigação de uma horta com o aproveitamento de água de chuva, será realizado no Departamento Geral de Ações Socioeducativas (Novo Degase), que é vinculado à Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro, em sua unidade presente no município de Campos dos Goytacazes, que atualmente possui a capacidade para abrigar 80 internos e abriga 244, sendo 188 internos e 56 na internação provisória (quando o menor ainda não passou por um processo judicial) podendo permanecer interno por um período máximo de 45 dias. Internos que variam em nível de instrução da alfabetização ao terceiro ano do ensino médio. A escola interna C.E. Rui Barbosa este ano forma a sua primeira turma de ensino médio. Porém, parte desses internos, 150, estão fora da escola que existe no interior da unidade, devido ao número insuficiente de vagas.

A unidade dispõe de uma área livre não construída muito grande, onde é necessário o controle do crescimento desordenado de espécies nativas; dispõe de uma área coberta bem extensa, visto que toda edificação possui apenas um pavimento e em especial a quadra de esportes, que possui uma área de 840 metros, coberta com telhas de metal corrugadas com calhas instaladas e 8 dutos de 100mm que conduzem a água até o nível do chão. E seu terreno possui um desnível considerável, e a quadra de esportes está situada na cota mais elevada, o que elimina a necessidade de bombas para a irrigação, podendo ser feita pela ação da gravidade. Esse conjunto de fatores também foi considerado ponto positivo para a motivação da realização de tal estudo.

### 3 METODOLOGIA

O trabalho teve início no mês de outubro de 2016, com o planejamento do projeto Horta Escola na unidade do Departamento Geral de Ações Socioeducativas (Novo Degase). O projeto foi executado a partir da análise da precipitação regional, cálculos a respeito do aproveitamento desse volume considerando suas perdas, as perdas do sistema de irrigação

e consideração do volume de água demandado pela irrigação, a fim de analisar a viabilidade de se instalar uma horta para compor o sistema de educação ambiental da unidade.

### 3.1 Análise da precipitação

Com relação à precipitação regional, foi usada tabela disponibilizada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) que contém a precipitação mensal dos últimos dez anos no município de Campos dos Goytacazes (Tabela 1), o que possibilitou extrair um valor médio anual precipitado e uma média mensal esperada.

#### ANO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO MENSAL 2007 A 2016

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2016	153.6	38.6	12.6	27.4	14.4	44.6	12.4	27.2	24.6	72.4	148.8	188.0	764.6
2015	0	11	111	26.6	64.8	57.8	4.4	29.4	103.4	43.6	174	99.6	725.6
2014	10	7.8	68.8	110.2	4.4	35.2	147.4	21.2	12	15.2	90.6	35.6	558.4
2013	193.9	9.4	299.7	57.8	34	12	53.6	82.6	50.2	30.2	194	274.4	1291.8
2012	176.6	19.4	83.3	50	179.3	59.7	3.9	64.4	23	8.8	162.8	38	869.2
2011	96.4	40.6	184.4	29.6	20.4	16.3	5.8	20.6	14.8	95.6	102.8	114.3	741.6
2010	0	55.7	113.5	97	34.6	24.6	54	7.6	12.4	95.2	137.8	123.6	756
2009	141.2	55	128.6	127.6	21.2	53.2	22.4	21.2	37.6	246.7	32	140.4	1027.1
2008	241.4	146.5	66.7	245.2	6.2	34.7	13.2	6.6	56.8	74.2	427.7	316.6	1635.8
2007	388	13.9	45.2	97.4	121.8	13	9.4	5.8	14.5	218.7	191.4	115.6	1234.7

*Tabela 1 - Índice pluviométrico.*

Fonte: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

### 3.2 Escolha da área de captação

A área de captação escolhida foi a cobertura da quadra poliesportiva, por ser a edificação de maior área coberta e por contar com telhas corrugadas de metal, que segundo (Tomaz 2009) é uma boa fonte de captação por haver pouca infiltração, possibilitando aproveitamento de 80 a 90 por cento do volume precipitado. E por já contar com sistema de calhas instalado em toda a sua extensão, com 8 dutos de 100mm de diâmetro que conduzem a água até o nível do solo, o que adianta o processo, o tornando mais barato e menos complexo.

Por meio da leitura da planta baixa da unidade obteve-se as dimensões da área de captação, sendo 35m de comprimento por 24m de largura, e pode-se calcular a área de captação.

### 3.3 Cálculo do volume de água aproveitável

3.3.1 Conhecendo a área de captação calculada no item 3.2, e a precipitação média calculada no item 3.1, foi efetuado o cálculo de volume médio esperado: (Precipitação mensal média) x (Área de captação) = Volume médio precipitado

3.3.2 De posse do valor do volume mensal médio precipitado sobre toda a área de captação, foi possível calcular o volume que se espera aproveitar nesse sistema, considerando a fórmula apresentada por (Tomaz, 2009) para telhas corrugadas de metal.

Volume aproveitável = (Volume precipitado, calculado no item 3.3.1) x 0.85 x 0.85.

### 3.4 Dimensionamento do reservatório de autolimpeza.

Segundo (Tomaz, 2011) diretamente proporcional à área de captação que foi calculada no item 3.2, é o volume do reservatório de autolimpeza. Também levando-se em conta os custos e o aproveitamento do material hidráulico instalado, utilizou-se a fórmula que considera 40 litros por cada 100 metros quadrados, ou seja, 0,4L/m<sup>2</sup>.

Decidiu-se que o reservatório seria feito utilizando a base dos 8 tubos de 100mm já instalados na área de captação, fechando a sua base com tampa removível apropriada e instalando-se uma torneira em cada um dos tubos o mais próximo possível à base para esvaziamento do sistema.

Foi conferido com trena o diâmetro interno dos dutos e foi efetuado o cálculo para se determinar até que altura cada duto deve ser cheio para que o volume desejado fique retido.

### 3.5 Cálculo da demanda de irrigação

3.5.1 Para o presente projeto foram considerados os valores de demanda de irrigação referentes ao cultivo de cenoura e alface. Para cenoura, o valor encontrado foi de 350 a 550 litros por metro quadrado, em um período de 85 a 125, de acordo com Marouelli 2007. Utilizando-se os valores médios e considerando um gasto mensal. Para o alface, foi considerado a demanda hídrica do alface de 15 litros por metro quadrado por dia apresentada por Simão. Transformada em demanda mensal para melhor adequação ao projeto.

3.5.2 Definiu-se que uma “unidade de horta” representaria uma área de 2 (dois) metros quadrados, contendo o cultivo de cenoura e alface, com metade da área destinada a cada cultura. Somando-se os dois valores encontrados para irrigar a unidade definida.

3.5.3 O método de irrigação escolhido para o projeto foi o método de irrigação direta por gotejamento, que possui uma eficiência de 0,9 (Souza, 2006). Relacionou-se esta eficiência do sistema com a necessidade de irrigação.

### 3.6 Cálculo da área da horta que o sistema é capaz de manter.

Considerando o volume de água aproveitável (calculado no item 3.3) e a demanda por uma unidade de horta (calculado no item 3.5.3), calculou-se a área que seria possível irrigar: Com cultivo de alface e cenoura, destinando-se metade da área para cada uma das culturas.

Capacidade da irrigação =  $V$  (água aproveitável) /necessidade de irrigação

### 3.7 Cálculo da capacidade de produção da horta

Calculou-se a capacidade de produção da horta tendo como base os valores de 1,5Kg/m<sup>2</sup>/ano de cenoura e 10 pés/m<sup>2</sup>/ano estipulados por (Mendes 20011). Realizando-se a multiplicação pela área a ser cultivada (calculada no item 3.6).

### 3.8 Dimensionamento do reservatório de água aproveitável.

O dimensionamento do reservatório a ser utilizado no projeto foi feito baseado no método prático inglês: ( $V = 0,05 \times P_{ANUAL} \times A$ ) (Tomaz, 2012)

$V$ = volume do reservatório.

$P$ = precipitação.

$A$ = área de captação.

### 3.9 Sistema de limpeza

Será instalado grade fina com espaçamento de 2 a 4 centímetros seguido de telas devem ter de 8 a 16 fios por decímetro, no início da captação conforme exige a ABNT 12213, a grade grossa será dispersada visto que a abertura de passagem do tubo utilizado esta compreendido entre as especificação de abertura de passagem exigidas para tal dispositivo. Ainda seguindo recomendações dessa norma o volume final deve ser clorado na ordem de 0,5 a 3,0mg/l. Também será instalado filtro lento de areia entre as duas caixas d'água de armazenamento.

## 4 Resultados e discussões

### 4.1 Cálculo da média da precipitação na região.

#### ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO MENSAL MÉDIO 2007 A 2016

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
MÉDIA	140.11	39.79	111.4	86.88	50.11	35.11	32.65	28.66	34.93	90.06	166.19	144.61	960.5

Média mensal =  $960.5 / 12 = 80,4\text{mm} = 80,04\text{l/m}^2/\text{mês}$ .

### 4.2 Cálculo da área de captação.

35m de comprimento por 24m de largura.

$$35\text{m} \times 24\text{m} = 840\text{m}^2.$$

### 4.3 Cálculo de volume médio precipitado na área de captação.

4.3.1 (Precipitação média mensal) calculado no item 4.1 X (Área de captação) calculado no item 4.2 = volume médio precipitado

$$80,04\text{l/m}^2/\text{mês} \times 840\text{m}^2 = 67233,6 \text{ litros por mês}$$

### 4.3.2 Cálculo do volume de água aproveitável.

$$\text{Volume aproveitável} = (\text{Volume precipitado}) \times 0.85 \times 0.85.$$

$$\text{Volume aproveitável} = 67233,6 \text{ l/mês (calculado no item 4.3)} \times 0.85 \times 0.85 = 48576,28 \text{ l/mês}.$$

4.4 Dimensionamento do reservatório de autolimpeza. 40 litros por cada 100 metros quadrados da área de captação calculado no item 4.2,  $0,4\text{L/m}^2$ .(Tomaz, 2011)

840 (calculado no item 4.2) x 0,4 = 336 litros

Divisão do volume do reservatório de autolimpeza pelos 8 tubos instalados no local.

$336/8 = 42$  litros, por tubo.

Cálculo da altura do tubo, de 100mm de diâmetro, que deve ser destinada a conter o volume estimado para autolimpeza.

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

$$42 = \pi \times (0,05\text{m}^2) \times h$$

$$h = 5,35 \text{ m}$$

#### 4.5 Demanda de irrigação

4.5.1 Cenoura. O valor considerado foi de 350 a 550 litros por metro quadrado, em um período de 85 a 125, de acordo com Marouelli 2007.

Encontrando a média, temos 450 litros para um período de 105 dias.

Transformando de ciclo para mês, temos um volume de 128,57 litros/mês/m<sup>2</sup>.

Alface. Foi considerado a demanda hídrica de 15 litros por metro quadrado por dia apresentada por Simão, considerando uma demanda mensal, temos o volume de 450 litros/mês/m<sup>2</sup>.

#### 4.5.2 Cálculo da área que o sistema é capaz de manter

Foi definido um unidade de horta, como uma área de 2 (dois) metros quadrados, contendo o cultivo de cenoura e alface, com metade da área destinada a cada cultura.

(Demanda de 1m<sup>2</sup> para cultivo de cenoura) + (Demanda de 1m<sup>2</sup> para cultivo de alface)

128,57 litros/mês/m<sup>2</sup> (calculado no item 4.5.1) + 450 litros/mês/m<sup>2</sup> (calculado em 4.5.1)  
= 578,57 l/m<sup>2</sup>/mês para irrigar uma unidade de horta (2 m<sup>2</sup>).

4.5.3 Considerando a perda do sistema de irrigação por gotejamento, aplica-se a relação do volume (calculado no item 4.5.2) com a eficiência do sistema de 0,9 apresentada por (Souza 2006).

$$578,57 / 0,9 = 642,85 \text{ l/mês para cada unidade de horta.}$$

#### 4.6 Cálculo da área da horta que o sistema é capaz de manter.



Considerando o volume de água aproveitável de 48576,28 litros por mês (calculado no item 4.3.2) e que uma unidade de horta demandará será de 642,85 l/mês (calculado em 4.5.3), calculou-se a área que seria possível irrigar:

Capacidade da irrigação = V (água aproveitável) /necessidade de irrigação

$(48576,28 \text{ l/mês}) / (642,85 \text{ l/mês a cada } 2 \text{ m}^2) = 75,56 \text{ unidades de horta.}$

$75,56 \times 2 = 151,12 \text{ m}^2$

Com cultivo de alface e cenoura, destinando-se metade da área para cada cultura.

#### 4.8 Dimensionamento do reservatório de água aproveitável.

O dimensionamento do reservatório a ser utilizado no projeto foi feito baseado no método prático inglês, (Tomaz, 2012).

$V = 0,05 \times P_{\text{ANUAL}} \times A$

V= volume do reservatório.

$P_{\text{ANUAL}} = \text{Precipitação anual} = 960,5 \text{ mm}$  (calculado no item 4.1)

A= área de captação.  $840 \text{ m}^2$  (calculado no item 4.2)

$V = 0,05 \times 960,5 \times 840$

V= 40341 litros

Considerando estes resultados e uma viabilização econômica, como recomendação feita por (Tomaz, 2012), esse volume pode ser arredondado para 40 000 litros, possibilitando o uso de duas caixas de fibra de 20 000 litros, com diâmetro menor na parte inferior (2,46m) e diâmetro maior na parte superior (3,35m) e altura de 3,75 metros.

## 5 Conclusão

Foi verificado por meio de cálculos baseados em dados da pluviometria média da região (960,5mm/ano), da área disponível para captação ( $840 \text{ m}^2$ ), considerando perdas relacionadas ao processo e o fato dessa área já conter telhado em material adequado e calhas em toda a sua extensão, além de tubos de escoamento até o nível do solo, que: a captação de água de chuva é uma excelente alternativa para garantir suprimento de água para irrigação da horta proposta. O volume médio de 48576,28 litros de água captada por mês possibilitaria a irrigação de  $151,12 \text{ m}^2$  de horta, tendo como base a irrigação de

cenoura e alface, sendo considerado as diferentes condições climáticas. Possibilitando a produção de 113,34 kg de cenoura e 755,6 pés de alface por ano.

Essa produção poderia ser utilizada no refeitório da unidade ou disponibilizada para funcionários ou familiares dos alunos internos. Além da utilização da produção para alimentação, tal projeto propõe servir de ferramenta fundamental para o projeto de educação ambiental implantado na unidade. O sistema de captação de água ainda servirá de ferramenta no projeto de educação ambiental, junto com a horta implantada, no que diz respeito ao envolvimento do aluno com a questão ambiental, trazendo ênfase à questão da situação da água no planeta.

## Referências bibliográficas

MAUROELLI, W. A; CARVALHO, W. L. C e SILVA, S. H. F. **Irrigação por Aspersão em Hortaliças. Qualidade da Água, Aspectos do Sistema e Método Prático de Manejo**. 2ª edição Revista, atualizada e ampliada - Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF 2008.

MENDES, R. – **Permacultura Pedagógica** – (2011) – disponível em <http://permaculturapedagogica.blogspot.com.br/2011/02/o-que-sou-capaz-de-produzir-em-1000.html> - acessado em 23/04/2017

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 12213 – **projeto de captação de água de superfície para abastecimento público** - 1992- disponível em <http://docslide.com.br/documents/nbr-12213-nb-589-projeto-de-captacao-de-agua-de-superficie-para-abastecimento-publico.html> - acessado em 04/04/2017

SIMÃO, S. – **irrigação do alface** – p.127 – disponível em <http://www.scielo.br/pdf/aesalq/v12-13/10.pdf> - acessado em 25/01/2017

SOUZA, L. O. C; MANTOVANI E. C; SOARES A; RAMOS M. R. & FREITAS P. S. L. - **Avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura**- 2006 – disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n3/v10n3a02.pdf> - acessado em 17/02/2017

TOMAZ, P. - **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis** - 2009 - disponível em [http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro\\_conservacao/capitulo8.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro_conservacao/capitulo8.pdf) acessado em 15/03/2017 – 4.5p.

TOMAZ, P. - **Dimensionamento de reservatórios de água de chuva** – Capítulo 109, 2012 - disponível em [http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro\\_calculos/capitulo109\\_julho.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro_calculos/capitulo109_julho.pdf) - acessado em 15/03/2017

TOMAZ, P. - **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis** Capítulo 7- Dispositivos de autolimpeza- 5 de março 2011 - disponível em [http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro\\_aprov.\\_aguadechuva/Capitulo07.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo07.pdf) acessado em 10/03/2017

Universidade federal rural do rio de janeiro – **Precipitação pluviométrica** - disponível em <http://campuscg.ufrrj.br/precipitacao-pluviometrica/> - acessado em 17/03/2017