

Universidade Federal da Grande Dourados

Carlos Fernando da Trindade Souza

Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de águas pluviais em área  
agricultável

Dourados  
2021

Carlos Fernando da Trindade Souza

Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de águas pluviais em área agricultável

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Lôide Angelini Sobrinha  
Área de concentração: Engenharia Civil

Dourados  
2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ANEXO H – ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Às 09:30 horas do dia 23 de novembro de 2021, realizou-se no Google Meet a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil, intitulado Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de águas pluviais em área agricultável, de autoria do discente Carlos Fernando Trindade da Souza, como requisito para a aprovação no componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso II.

Após a defesa e posterior arguição, a banca examinadora concluiu que o Trabalho apresentado deve ser:

( x ) Aprovado

( ) Reprovado

O discente declara ciência de que a sua aprovação está condicionada à entrega da versão final (corrigida e assinada) do Trabalho de Conclusão de Curso, nos termos em que especifica o regulamento do componente curricular, em anexo ao Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da UFGD. A orientadora se responsabilizará pela verificação e aprovação das correções do manuscrito feitas pelo discente para a elaboração da versão final.

**OBSERVAÇÕES ADICIONAIS**

**DISCENTE**

Nome: Carlos Fernando Trindade da Souza Assinatura:

**BANCA EXAMINADORA**

Orientador: Lôide Angelini Sobrinha Assinatura: \_\_\_\_\_

Membro: Danielle Cristine Pedruzzi Assinatura: \_\_\_\_\_

Membro: Nathalia Leite Bittencourt Figueiredo Assinatura: \_\_\_\_\_

## **DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM ÁREA AGRICULTÁVEL**

SOUZA, Carlos Fernando da Trindade<sup>1</sup>; ANGELINI SOBRINHA, Lôide<sup>2</sup>

carlostrindade35@gmail.com<sup>1</sup>; loidesobrinha@ufgd.edu.br<sup>2</sup>

Discente do curso de Engenharia Civil da UFGD<sup>1</sup>; Docente do curso de Engenharia Civil da UFGD<sup>2</sup>

### **RESUMO**

O uso irracional de água desencadeia sérias consequências ao meio ambiente e à qualidade de vida da população. Dessa forma, intensificaram-se os debates sobre o uso sustentável da água. Para promover esse uso, cabe à engenharia propor sistemas de aproveitamento de água, assim, esta pesquisa teve o objetivo de apresentar o dimensionamento de um sistema de captação e reutilização de águas pluviais para irrigação em pequenas propriedades rurais. Utilizando o método de Rippl para o dimensionamento do reservatório de armazenamento de água da chuva, calculando a demanda hídrica para as culturas de uso comum em propriedades rurais, de acordo com a evapotranspiração de referência da região de Dourados – MS. Também foram aplicadas as metodologias das normas técnicas referentes às instalações prediais de água fria e águas pluviais. De acordo com o método selecionado, obteve-se um reservatório de 80 m<sup>3</sup>, atendendo em mais de 90% a demanda hídrica anual.

**Palavras-chave:** dimensionamento; irrigação; método de Rippl.

### **ABSTRACT**

The irrational use of water triggers serious consequences for the environment and the population's quality of life. Thus, the debates on the sustainable use of water were intensified. To promote this use, it is up to engineering to propose water use systems, then, this research had the objective of presenting the dimensioning of a rainwater capture and reuse system for irrigation in small rural properties. Using the Rippl's method for dimensioning the rainwater storage cistern, calculating the water demand for common crops in rural properties, according to the reference evapotranspiration in the region of Dourados - MS. The methodologies of technical standards referring to cold water and rainwater building installations were also applied. According to the selected method, an 80 m<sup>3</sup> cistern was obtained, meeting the annual water demand by more than 90%.

**Keywords:** dimensioning; irrigation; Rippl's method.

## 1 INTRODUÇÃO

O abastecimento de água em áreas rurais é uma missão difícil, diversos fatores dificultam a prestação deste serviço para a população rural, como desafio da infraestrutura, custo elevado de implantação, fatores climáticos e desigualdade social.

De acordo com o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR, 2019), a população em áreas rurais no Brasil, considerando regiões próximas ou não à área urbana, é de aproximadamente 70,4 milhões de habitantes e mais de 23 milhões destes habitantes são atendidos com um abastecimento de água precário ou não são atendidos.

Com o acentuado crescimento populacional, o consumo de água aumentou em seis vezes nos últimos cem anos e cresce de uma forma constante, com uma taxa de 1% ao ano, devido ao desenvolvimento socioeconômico e à mudança do padrão de consumo. Aliado a este fator, está o abastecimento de água cada vez mais irregular e incerto que, devido às mudanças climáticas, agravará a situação de áreas que já apresentam escassez de água e provocará estresse hídrico em regiões onde os recursos hídricos ainda são abundantes (UN WATER, 2020).

A maior demanda de água está no agronegócio (irrigação, pecuária e aquicultura), existe uma necessidade de água para irrigação de lavouras para uma maior produtividade, e este fator estabelece uma pressão sobre os recursos hídricos (UNESCO, 2012). Com um bom aporte financeiro a agricultura irrigada vem expandindo a taxas elevadas nas últimas décadas que devido a alterações no padrão de precipitação, levam ao aumento da irrigação para suprir o déficit hídrico. A irrigação corresponde por mais de 50% da vazão retirada de recursos hídricos, aliado a isto está uma tendência de expansão das áreas irrigadas (ANA, 2016).

Com o aumento no consumo de água, causado pela falta de gerenciamento dos recursos hídricos, o agronegócio será uma das áreas mais afetadas. Por isso, além de promover uma maior sensibilização para a preservação da água, é necessário também aplicar medidas que viabilizem a redução do consumo (SEBRAE, 2018).

Perante este cenário, se faz necessário a intensificação de políticas públicas e sensibilização social voltadas para o uso sustentável e racional dos recursos hídricos. Com relação às medidas estruturais, uma das alternativas é a utilização de sistemas de captação e armazenamento de águas pluviais para fins não potáveis. Simplificando, este

sistema capta a água da chuva precipitada sobre a cobertura das edificações, a água é conduzida através de calhas e tubulações, passa por um filtro para remoção das impurezas mais grossas e é despejada em um reservatório, denominado de cisterna (CALHEIROS et al, 2014).

No Brasil, esse sistema tem sido a alternativa tecnológica de um programa de abastecimento de água nas áreas rurais do semiárido brasileiro, denominado “Programa um milhão de cisternas” (P1MC), que foi idealizado em 2001 pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) e, em 2003 foi incluído no programa governamental “Fome Zero” (GOMES et al, 2013). Na agricultura familiar, os produtores reduzem custos com a utilização de sistemas compostos por calhas, filtros e cisternas para reaproveitamento nas plantações ou alimentação de animais (SEBRAE, 2018).

A implantação de um sistema de captação de águas pluviais apresenta uma redução do custo de fornecimento de água tratada nas comunidades rurais, uma vez que o fornecimento de água para a irrigação pode ser feito com água pluvial. Esse sistema utiliza estruturas já existentes, como as calhas e as tubulações, aumenta a segurança da produtividade e fixa o homem no campo. Em contrapartida, o uso da cisterna deve ser disciplinado devido a variação pluviométrica e deve ser realizado constantes manutenções nas calhas e filtros para evitar obstruções (FRANÇA et al, 2010).

O dimensionamento de um sistema de captação de águas pluviais é análogo ao dimensionamento do sistema de água fria em instalações prediais, descrito na NBR 5626 (ABNT, 1998), porém para dimensionar o sistema de captação de águas pluviais é necessário realizar o levantamento dos dados pluviométricos da região de estudo e dimensionar o reservatório de acordo com as necessidades hidrológicas da área (SATURNINO, 2018). Além disso, a norma NBR 10844 (ABNT,1989) detalha as exigências e critérios necessários para os projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, para garantir a funcionalidade, segurança, durabilidade e economia.

Para o dimensionamento do reservatório, a NBR 15527 (ABNT, 2007) apresenta os seguintes métodos: Método de Rippl; Método da Simulação; Método Azevedo Neto; Método prático Alemão; Método prático Inglês; e Método prático Australiano.

O método de Rippl, também conhecido como método do diagrama de massas, é um dos mais utilizados devido a sua fácil aplicação. O método consiste em determinar o

volume com base na área de captação e na precipitação média registrada, relacionando estes dados ao consumo mensal de água (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Considerando as informações apresentadas acima, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o dimensionamento de um sistema de captação de águas pluviais, armazenamento e distribuição para fins de irrigação em áreas rurais.

## 2 METODOLOGIA

De acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007) ao utilizar o método de Rippl para o dimensionamento do reservatório de água pluviais é necessário estimar uma demanda de água em um período de tempo e, calcular o volume de chuva aproveitável neste mesmo período, como mostra a Equação 1.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (1)$$

Em que:

$S_{(t)}$  é o volume de água no reservatório no tempo t;

$D_{(t)}$  é a demanda no tempo t;

$Q_{(t)}$  é o volume de chuva aproveitável no tempo t.

Para a reutilização desta água em irrigação de plantas, deve ser estimado o consumo de água, assim, é necessário calcular a evapotranspiração da cultura que, conforme Collischonn e Dornelles (2015), é dada pela Equação 2.

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \quad (2)$$

Em que:

$ET_c$  é a evapotranspiração da cultura (mm);

$ET_0$  é a evapotranspiração de referência (mm.dia<sup>-1</sup>); e

$K_c$  é o coeficiente da cultura.

Para este trabalho serão utilizados valores médios de  $K_c$  e  $ET_0$  disponibilizados em boletins técnicos pela EMBRAPA, representados nas Tabelas 1 e 2. Quanto às culturas, a região de Dourados - MS destaca-se pela produção de melancia, batata e tomate (RODRIGUES et al, 2005), assim o presente trabalho apresentará valores referentes à

essas culturas para propriedades rurais de pequeno porte que, de acordo com os módulos fiscais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), possuem área de até 5 hectares.

Tabela 1 - Valores médios do coeficiente de cultura ( $K_c$ )

| CULTURA  | Estádios    |             |             |             |             |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          | I           | II          | III         | IV          | V           |
| Melancia | 0,4 - 0,5   | 0,7 - 0,8   | 0,95 - 1,05 | 0,65 - 0,75 | -           |
| Batata   | 0,45 - 0,55 | 0,45 - 0,55 | 0,75 - 0,85 | 1,0 - 1,1   | 0,65 - 0,75 |
| Tomate   | 0,55        | 0,65        | 0,85        | 0,65        | -           |

Fonte: Adaptada de BRAGA; CALGARO (2010).

Tabela 2 - Valor médio da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ )

| Região        | $ET_{0,médio}$ (mm dia) | Taxa de variação (mm.dia) |
|---------------|-------------------------|---------------------------|
| Dourados - MS | 4,2                     | 2 - 6,3                   |

Fonte: Adaptada de FULMIGNAN et al. (2016).

O cálculo do volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial (*Runoff*), da precipitação média e da área da cobertura, sendo calculado pela Equação 3.

$$Q_{(t)} = \frac{P_{(t)} \cdot A \cdot C}{1000} \quad (3)$$

Em que:

$Q_{(t)}$  é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável no tempo t ( $m^3$ );

$P_{(t)}$  é a precipitação média anual, mensal ou diária (1 mm = 1 litro/ $m^2$ );

A é a área útil de coleta ( $m^2$ );

C é o coeficiente de escoamento superficial (*Runoff*) da cobertura (adimensional);

Os valores para o coeficiente de escoamento superficial (*Runoff*) são exibidos na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores de coeficiente de escoamento superficial (*Runoff*)

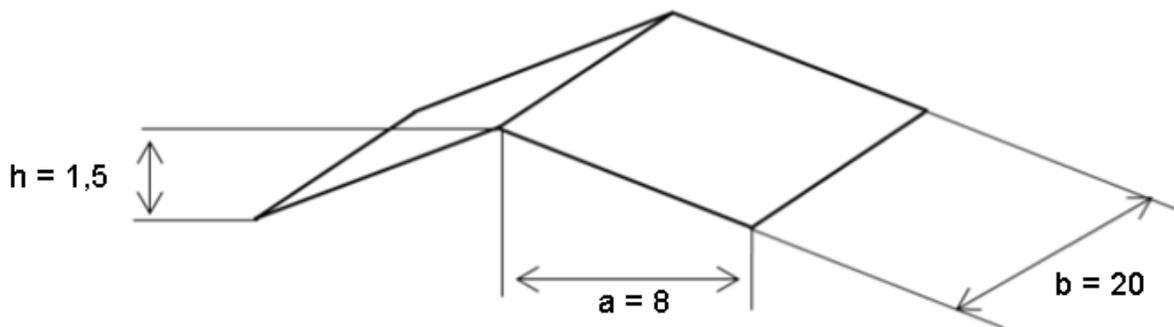
| Material                   | Coeficiente de <i>Runoff</i> |
|----------------------------|------------------------------|
| Telhas cerâmicas           | 0,8 a 0,9                    |
| Telhas esmaltadas          | 0,9 a 0,95                   |
| Telhas corrugadas de metal | 0,8 a 0,9                    |
| Cimento amianto            | 0,8 a 0,9                    |
| Plástico                   | 0,9 a 0,95                   |

Fonte: TOMAZ (2010).

Para calcular a área útil da cobertura da edificação, a vazão de projeto, as calhas e os condutores foi utilizada a NBR 10844 (ABNT,1989), a qual traz diretrizes de projeto e métodos de cálculo.

Para determinar o material, o modelo construtivo, as dimensões e a área das coberturas das edificações na região de estudo, foi utilizado o sistema WebGIS Dourados, sendo analisadas uma série de edificações para obtenção dos dados. Com o processamento dos dados, foram adotados valores médios. Para o coeficiente de *Runoff* foi considerado telhas em material de cimento amianto com o valor de 0,85. O modelo construtivo e as dimensões da cobertura são exemplificados na Figura 1.

Figura 1 - Esquematização de superfície inclinada



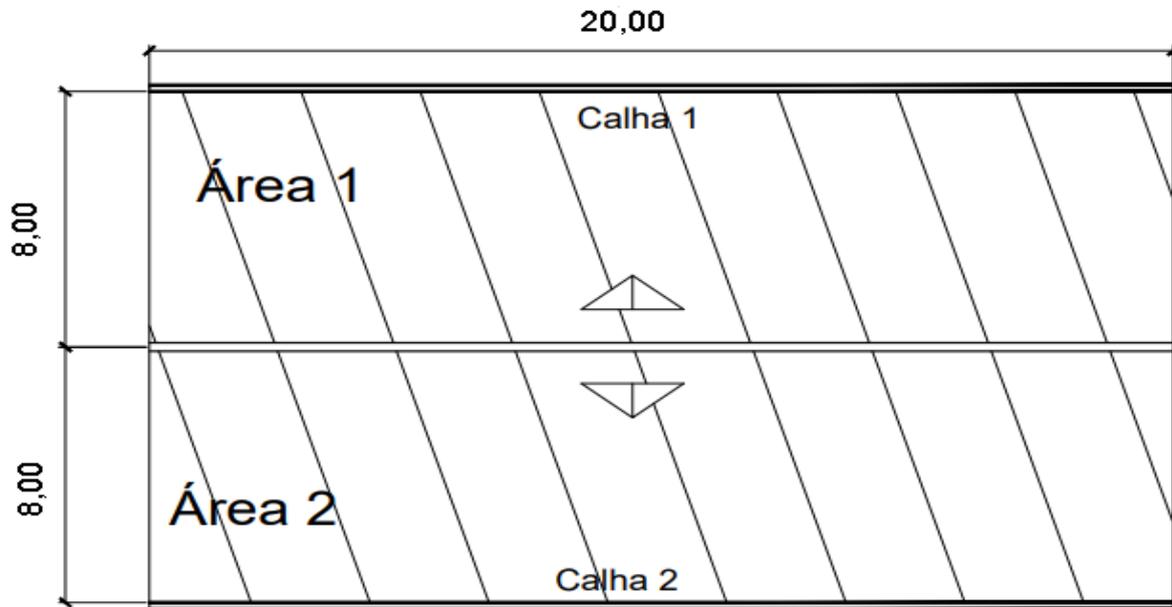
Fonte: Adaptada de NBR 10844 (ABNT, 1989).

Conhecendo os valores das variáveis, é possível calcular a área útil de captação da cobertura de acordo com a Equação 4.

$$A = \left( a + \frac{h}{2} \right) \cdot b \quad [m^2] \quad (4)$$

Considerando o padrão construtivo das edificações rurais na região de estudo, a cobertura foi dividida em duas áreas. Dessa maneira, a calha 1 capta a água da Área 1 e a calha 2 capta a água da Área 2. A divisão é detalhada em planta na Figura 2.

Figura 2 - Esquemática em planta da área de cobertura



Fonte: Autor (2021).

Para realizar o processo de dimensionamento, foram utilizados dados da precipitação média mensal, de um período de 14 anos, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a região de Dourados – MS, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Valores de precipitação média para região de Dourados – MS

| MÊS                     | JAN   | FEV    | MAR   | ABR    | MAI    | JUN    |
|-------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm) | 132,5 | 140,43 | 109   | 102,2  | 91,03  | 71,75  |
| MÊS                     | JUL   | AGO    | SET   | OUT    | NOV    | DEZ    |
| PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm) | 49,97 | 40,42  | 82,21 | 108,41 | 102,42 | 108,78 |

Fonte: Adaptada de INMET (2021).

O cálculo do volume de água reutilizada no ano é determinado através da Equação

5.

$$V_r = \frac{TA_{med}}{100} \cdot V_i \quad (5)$$

Em que:

$V_r$  é o volume de água reutilizada no ano ( $m^3$ );

$TA_{med}$  é a taxa média anual de atendimento da demanda hídrica (%);

$V_i$  é a somatória dos volumes de irrigação mensal ( $m^3$ ).

Na ausência de dados medidos no local do estudo, conforme aqueles apresentados na Tabela 4, o boletim de pesquisa e desenvolvimento da EMBRAPA (2007), fornece a equação para o cálculo da intensidade pluviométrica para a cidade de Dourados – MS, cuja fórmula é dada na Equação 6.

$$I = \frac{2668,7800 \cdot T^{0,1771}}{(t+28,0749)^{0,9213}} \quad (6)$$

Em que:

$I$  é a intensidade pluviométrica ( $mm \cdot h^{-1}$ );

$T$  é o tempo de retorno (anos);

$t$  é o tempo de duração da precipitação (minutos).

Para as calhas, foi adotado o material PVC, no formato semicircular, com uma inclinação de 1%. De acordo com CARVALHO (2019), um dos principais fatores que influenciam na capacidade de escoamento de uma calha é o seu formato. Desta forma, a NBR 10844 (ABNT,1989) traz as capacidades de calhas semicirculares, utilizando um coeficiente de rugosidade  $n = 0,011$  (PVC), como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Capacidade de calhas semicirculares (vazão em litros/minuto)

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

Fonte: NBR 10844 (ABNT,1989).

Os valores da capacidade de calhas semicirculares foram calculados através da fórmula de Manning-Strickler, representada na Equação 7.

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (7)$$

Em que:

Q é a vazão de projeto (litros/minuto);

S é a área da seção molhada (m<sup>2</sup>);

n é o coeficiente de rugosidade (adimensional);

R<sub>H</sub> é o raio hidráulico (m);

i é a declividade da calha (m/m); e

K é o coeficiente da fórmula de Manning-Strickler, cujo valor é 60000 (litros/minuto).

Para o dimensionamento dos condutores verticais, a NBR 10844 (ABNT,1989), traz ábacos específicos para calhas com saída em aresta viva ou com funil de saída. Na prática é adotado diâmetros maiores ou iguais a 75 mm com o intuito de evitar o entupimento dos condutores (CARVALHO, 2019). Os condutores verticais deverão ser dimensionados levando em consideração o valor da intensidade da chuva e a área de cobertura da edificação. Com a obtenção desses dados, a vazão de projeto é calculada de acordo com a Equação 8.

$$Q = \frac{I \cdot A_{\text{útil}}}{60} \quad (8)$$

Em que:

Q é a vazão de projeto (litros/minuto);

I é a intensidade pluviométrica (mm.h<sup>-1</sup>);

A<sub>útil</sub> é a área de cobertura da edificação (m<sup>2</sup>).

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989) os condutores horizontais são projetados com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5% e, para a ligação entre os condutores verticais e horizontais, deve ser utilizado curva de raio longo com caixa de inspeção.

O dimensionamento é feito através do acúmulo de vazões, onde a vazão final é obtida com a soma das vazões dos trechos horizontais anteriores, mais a vazão do condutor vertical. A NBR 10844 (ABNT,1989) fornece dados de capacidade de condutores horizontais de seção circular, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 - Capacidade de condutores horizontais em seção circular (vazão em litros/minuto)

| Diâmetro interno<br>(mm) | n= 0,011 (PVC, Cobre, Alumínio<br>e Fibrocimento) |      |      |       |
|--------------------------|---|------|------|-------|
|                          | 0,50%   | 1%   | 2%   | 4%    |
| 50                       | 32  | 45   | 64   | 90    |
| 75                       | 95  | 133  | 188  | 267   |
| 100                      | 204   | 287  | 405  | 575   |
| 125                      | 370   | 521  | 735  | 1040  |
| 150                      | 602   | 847  | 1190 | 1690  |
| 200                      | 1300  | 1820 | 2570 | 3650  |
| 250                      | 2350  | 3310 | 4660 | 3260  |
| 300                      | 3820  | 5380 | 7590 | 10800 |

Fonte: Adaptada de NBR 10844 (ABNT, 1989).

A instalação do sistema de filtragem para águas pluviais tem por objetivo a remoção dos elementos macroscópicos em suspensão, que são arrastados pela água escoada pela cobertura da edificação. Comercialmente existem filtros com capacidade de vazão para área de cobertura entre 200 e 3000 m<sup>2</sup>, apresentando eficiência entre 90 e 95%. A sujeira captada pelo filtro é dirigida para uma saída secundária, possibilitando a sua autolimpeza, porém, devem ser realizadas manutenções duas vezes no ano (GRINGS; OLIVEIRA, 2005). As dimensões das tubulações de entrada do filtro, de saída da água filtrada e a saída da água suja são definidas de acordo com o volume proveniente da área útil de cobertura.

Para o sistema de reservação é necessário determinar a tubulação de limpeza, a qual possui função direta no tempo de esvaziamento do reservatório, pela NBR 5626 (ABNT, 1998) o tempo de esvaziamento recomendado é de 2 horas. A área da seção da tubulação de limpeza é determinada pela Equação 9:

$$S = \frac{A}{4850 \cdot t} \cdot \sqrt{h} \quad (9)$$

Em que:

S é a área da seção transversal da tubulação de limpeza (m<sup>2</sup>);

A é a área em planta do reservatório (m<sup>2</sup>);

t é o tempo de esvaziamento (horas);

h é a altura da lâmina de água no reservatório (m).

Adotando o tempo de esvaziamento de 2 horas, conforme recomendado pela ABNT (1998) é possível encontrar a área da seção transversal da tubulação de limpeza (S) e com ela o diâmetro da tubulação de limpeza. Com o diâmetro calculado, adota-se valores de diâmetros comerciais para atender o valor calculado para a tubulação de limpeza. O cálculo é realizado através da Equação 10.

$$D = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}} \quad (10)$$

Em que:

D é o diâmetro nominal da tubulação de limpeza (mm);

A é a área da seção transversal da da tubulação de limpeza (mm<sup>2</sup>).

Para o dimensionamento da bomba de recalque são necessários os valores de vazão do projeto e da altura manométrica. A altura manométrica é a energia que o sistema necessita para realizar o transporte da água de um ponto a outro (PORTO, 2006). Assim, para definir este valor é necessário calcular a altura estática, o diâmetro, a vazão e o comprimento equivalente das conexões e curvas. A altura manométrica é calculada de acordo com a Equação 11.

$$H = H_g + \Delta H_s + \Delta H_r \quad (11)$$

Em que:

H é a altura manométrica (m);

H<sub>g</sub> é altura estática total (m);

ΔH<sub>s</sub> é a perda de carga total, distribuída e localizada, na tubulação de sucção; e

ΔH<sub>r</sub> é a perda de carga total, distribuída e localizada, na tubulação de recalque.

Para a seleção da bomba de recalque foi utilizado um catálogo de marcas de bombas e os valores calculados de vazão e altura manométrica.

A irrigação foi projetada para funcionar por gotejamento. Esse sistema de irrigação oferece uma maior eficiência no uso da água, economia de mão de obra, redução dos gastos com energia elétrica e possibilita automação (BOAS et al, 2011). Dessa forma, através de catálogos comerciais, foram escolhidas as fitas gotejadoras, apresentando o espaçamento entre os pontos de gotejamento e a vazão nominal dos mesmos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item são apresentados os resultados obtidos nos cálculos do dimensionamento do sistema de captação e reutilização de água pluviais em áreas rurais.

O coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) proporcionam a estimativa da necessidade hídrica das culturas, fator de suma importância para o correto manejo da irrigação que, como consequência, possibilita a maximização do uso da água (OLIVEIRA NETO et al, 2009).

Para determinar a demanda hídrica, foi necessário calcular a taxa de evapotranspiração diária para cada cultura. Os resultados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Taxa de evapotranspiração para cada cultura

| Evapotranspiração |          |        |        |
|-------------------|----------|--------|--------|
|                   | Melancia | Batata | Tomate |
| ETC I             | 1,89     | 2,1    | 2,31   |
| ETC II            | 3,15     | 2,1    | 2,73   |
| ETC III           | 4,2      | 3,36   | 3,57   |
| ETC IV            | 2,94     | 4,41   | 2,73   |
| ETC V             | -        | 2,94   | -      |

Fonte: Autor (2021).

A evapotranspiração é afetada pela energia disponível na superfície do solo, pelo gradiente de pressão do vapor de água entre a superfície do solo e a atmosfera e pela resistência à transferência de vapor. A transferência de vapor de água para atmosfera é controlada por fatores como: a demanda atmosférica por vapor de água, a condição aerodinâmica e fatores fisiológicos da vegetação (SOUZA FILHO et al, 2005).

A demanda hídrica para as culturas foi calculada relacionando a taxa de evapotranspiração diária de cada estágio, o número de dias do ciclo da cultura e a área de plantio. A Tabela 8, apresenta os valores obtidos.

Tabela 8 - Demanda hídrica das culturas no ano

| Mês | Área de plantio (m <sup>2</sup> ) | Tomate           |                                   | Melancia         |                                   | Batata           |                                   |
|-----|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
|     |                                   | Demanda ETC (mm) | Demanda hídrica (m <sup>3</sup> ) | Demanda ETC (mm) | Demanda hídrica (m <sup>3</sup> ) | Demanda ETC (mm) | Demanda hídrica (m <sup>3</sup> ) |
| Jan | 200,00                            | 76,23            | 15,25                             | 69,30            | 13,86                             | 65,10            | 13,02                             |
| Fev |                                   | 84,00            | 16,80                             | 96,60            | 19,32                             | 102,48           | 20,50                             |
| Mar |                                   | 110,67           | 22,13                             | 130,20           | 26,04                             | 127,89           | 25,58                             |
| Abr |                                   | 81,90            | 16,38                             | 61,74            | 12,35                             | 26,46            | 5,29                              |
| Mai |                                   | 54,60            | 10,92                             | 72,45            | 14,49                             | 65,10            | 13,02                             |
| Jun |                                   | 73,50            | 14,70                             | 106,05           | 21,21                             | 95,76            | 19,15                             |
| Jul |                                   | 54,60            | 10,92                             | 127,68           | 25,54                             | 132,51           | 26,50                             |
| Ago |                                   | 110,67           | 22,13                             | 52,92            | 10,58                             | 44,10            | 8,82                              |
| Set |                                   | 89,46            | 17,89                             | 74,34            | 14,87                             | 63,00            | 12,60                             |
| Out |                                   | 79,17            | 15,83                             | 113,40           | 22,68                             | 125,16           | 25,03                             |
| Nov |                                   | 73,50            | 14,70                             | 119,70           | 23,94                             | 128,10           | 25,62                             |
| Dez |                                   | 93,87            | 18,77                             | 44,10            | 8,82                              | 44,10            | 8,82                              |

Fonte: Autor (2021).

Andrade et al. (2002) ressaltam que a utilização de palhada na superfície do solo reduz a evapotranspiração, assim, a taxa de evapotranspiração diária das culturas será menor, o que proporciona uma redução da demanda hídrica e aumenta o intervalo das irrigações.

Relacionando o volume de chuva e a demanda hídrica de cada mês, foi possível obter o volume necessário do reservatório para suprir a necessidade do ciclo hídrico das culturas. Priorizando uma taxa de atendimento da demanda hídrica superior a 90%, o volume total do reservatório foi fixado em 80 m<sup>3</sup>, considerando que o volume excedente no reservatório é a diferença entre 90% do volume de chuva mensal (devido a eficiência do sistema) e o volume necessário a ser irrigado, e que o volume necessário a ser irrigado é a diferença entre a demanda hídrica e o volume de chuva.

Para análise do volume armazenado de um mês para o outro, somou-se o volume excedente no mês anterior com 90% do volume de chuva do mês em questão e, por fim, foi subtraído o valor do volume necessário a ser irrigado, assim, obtendo o volume excedente no reservatório para o mês analisado. Vale ressaltar que para os meses com

volume excedente negativo, o valor negativo deve ser desconsiderado para o cálculo do volume excedente do mês seguinte.

Dessa forma, foi obtido uma taxa média anual de atendimento de 96,11%, esse valor resultou em um volume de água reutilizada de 264,49 m<sup>3</sup> em um ano. Para Amorim e Pereira (2008) o método de Rippl entrega um reservatório com volume alto, porém, com resultados satisfatórios, uma vez que é realizado o dimensionamento através de uma relação de dados históricos da precipitação, área útil da cobertura, eficiência do sistema de captação e demanda solicitada. Os autores afirmam que é possível realizar uma redução do volume do reservatório, verificando a eficiência no atendimento da necessidade hídrica, estabelecendo limites mínimos de atendimento e os objetivos finais da implantação do sistema. A Tabela 9, apresenta os valores relacionados.

Tabela 9 - Volume a ser atendido para cada mês

| Mês | Volume de chuva (m <sup>3</sup> ) | Demanda hídrica (m <sup>3</sup> ) | Volume necessário a ser irrigado (m <sup>3</sup> ) | Volume excedente no reservatório (m <sup>3</sup> ) | Taxa de atendimento (%) |
|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--|-------------------------|
| Jan | 39,42                             | 42,13                             | 2,71   | 32,77  | 100,00                  |
| Fev | 41,78                             | 56,62                             | 14,84  | 55,53  | 100,00                  |
| Mar | 32,43                             | 73,75                             | 41,32  | 38,68  | 100,00                  |
| Abr | 30,40                             | 34,02                             | 3,62   | 62,43  | 100,00                  |
| Mai | 27,08                             | 38,43                             | 11,35  | 68,65  | 100,00                  |
| Jun | 21,35                             | 55,06                             | 33,72  | 46,28  | 100,00                  |
| Jul | 14,87                             | 62,96                             | 48,09  | 11,57  | 100,00                  |
| Ago | 12,02                             | 41,54                             | 29,51  | -7,12  | 75,86                   |
| Set | 24,46                             | 45,36                             | 20,90  | 1,11   | 100,00                  |
| Out | 32,25                             | 63,55                             | 31,29  | -1,16  | 96,30                   |
| Nov | 30,47                             | 64,26                             | 33,79  | -6,37  | 81,16                   |
| Dez | 32,36                             | 36,41                             | 4,05   | 25,07  | 100,00                  |

Fonte: Autor (2021).

De acordo com Heberon et al. (2009), dentre os métodos estudados em seu trabalho, o método de Rippl apresentou potencial de atendimento em mais de 80% dos dias e alcançou um potencial econômico de quase 20%, com um reservatório de 16,57 m<sup>3</sup> e uma demanda de 26m<sup>3</sup> para a região metropolitana de Goiânia - GO.

Analisando a Tabela 9, foi possível perceber que os piores meses de volume de chuva são julho e agosto. Em julho, o volume necessário a ser irrigado é o de maior valor e o volume de chuva é o segundo de menor valor. O atendimento total da demanda foi possível devido ao volume sobressalente do mês de junho. Já o mês de agosto apresentou a menor taxa de atendimento, uma vez que o volume de chuva no mês é o de menor valor e, mesmo com o volume sobressalente do mês anterior, não foi possível atender por completo o volume necessário a ser irrigado.

O valor da intensidade da chuva para a cidade de Dourados – MS foi de 141,31 mm.h<sup>-1</sup>, assumindo um período de retorno de 5 anos e um tempo de duração da chuva de 5 minutos, que conforme recomenda a NBR 10844 (ABNT 1989), são os valores estabelecidos para coberturas e terraços. Para Saturnino (2018), a comparação entre a IDF e a precipitação média histórica possibilita uma verificação dos dados utilizados no método de Rippl, desse modo, trabalhando com uma intensidade de precipitação máxima, os dados pluviométricos são representativos.

De acordo com o esquema da cobertura apresentado na Figura 2, foi determinado o valor de vazão e diâmetro das calhas. A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 10 - Área de cobertura, vazão da cobertura e diâmetro das calhas

|         | Área de contribuição (m <sup>2</sup> ) | Vazão (l/min) | Diâmetro (mm) |
|---------|--|---------------|---------------|
| Calha 1 | 175                                    | 412,17        | 150           |
| Calha 2 | 175                                    | 412,17        | 150           |

Fonte: Autor (2021).

Os condutores verticais foram determinados de forma semelhante ao dimensionamento das calhas. A Tabela 11 apresenta valores de vazão e diâmetro dos condutores verticais.

Tabela 11 - Área de cobertura, vazão da cobertura e diâmetro dos condutores verticais

| Condutor Vertical (C.V) | Área de contribuição (m <sup>2</sup> ) | Vazão (l/min) | Diâmetro (mm) | Comprimento (m) |
|-------------------------|--|---------------|---------------|-----------------|
| 1                       | 175                                    | 412,17        | 75            | 3,50            |
| 2                       | 175                                    | 412,17        | 75            | 3,50            |

Fonte: Autor (2021).

A Tabela 12 apresenta o dimensionamento dos condutores horizontais.

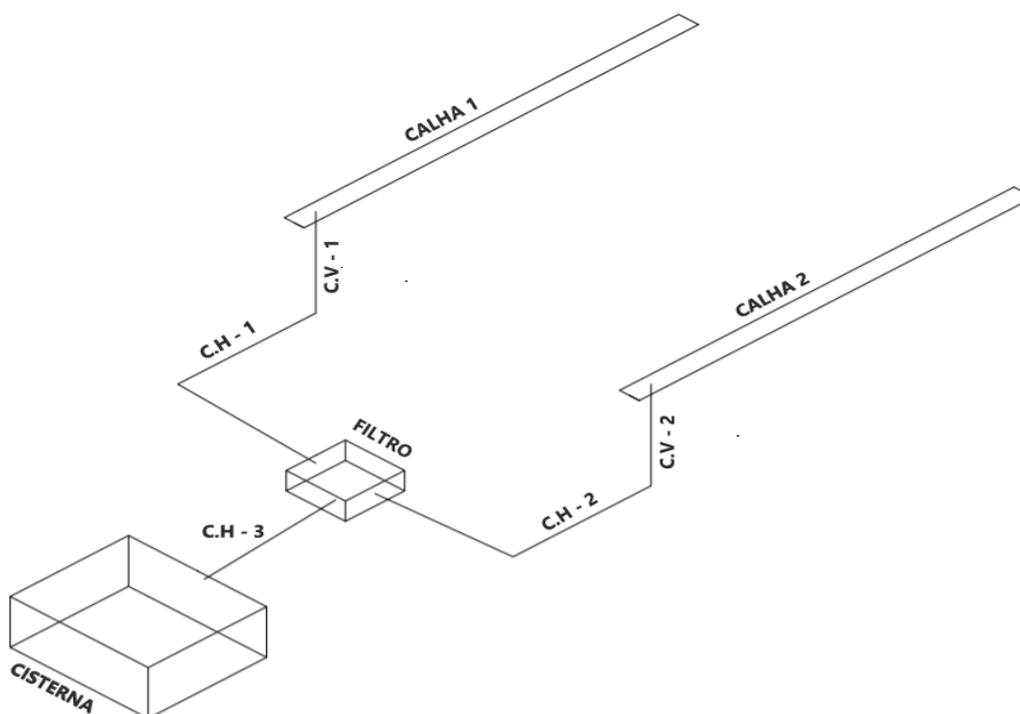
Tabela 12 - Valores para os condutores horizontais

| Condutor Horizontal (C.H) | Vazão (l/m) | Diâmetro (mm) | Comprimento (m) |
|---------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1                         | 412,17      | 125           | 13,00           |
| 2                         | 412,17      | 125           | 13,00           |
| 3                         | 824,33      | 150           | 7,00            |

Fonte: Autor (2021).

A concepção do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais é apresentada na Figura 3, em acordo com as nomenclaturas apresentadas nas Tabelas 11 e 12.

Figura 3 - Concepção do sistema de captação e armazenamento

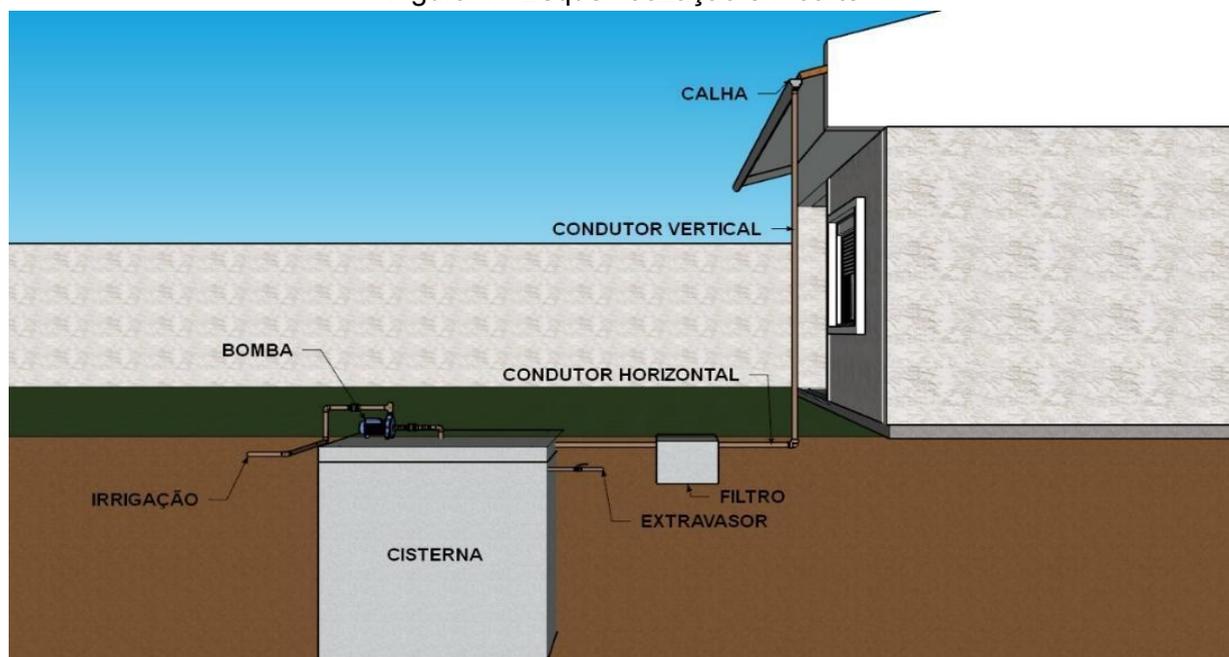


Fonte: Autor (2021).

Foi adotado o modelo Filtro 500 para que a água coletada chegue no reservatório limpa. O filtro apresenta um fator de eficiência de 0,9 para coberturas de até 800 m<sup>2</sup>. Filtra 90% da água coletada, possui simples manutenção, é autolimpante, possui elemento filtrante duplo em aço inoxidável com uma malha fina de 50 furos/pol<sup>2</sup> e sua câmara e tampa são fabricados em polietileno com tratamento contra radiação UV e boa resistência

mecânica. Para Goldenfum (2006), de acordo com a destinação prévia, a água da chuva pode fornecer água limpa e confiável, sob a condição de que o sistema de coleta seja construído e mantido de forma adequada. A Figura 4 apresenta a esquematização do processo de captação e armazenamento.

Figura 4 - Esquematização em corte



Fonte: Autor (2021).

O reservatório utilizado pode ser moldado *in loco* em diversos tipos de materiais, uma vez que o volume determinado está relacionado com a demanda necessária. Os resultados obtidos para o sistema de armazenamento são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Dimensões do reservatório e componentes

| <b>Reservatório (Cisterna)</b>              |                         |
|---|-------------------------|
| Comprimento                                 | 7,00 m                  |
| Largura                                     | 6,00 m                  |
| Altura                                      | 2,50 m                  |
| Tempo de esvaziamento (Adotado de NBR 5626) | 2,0 horas               |
| Altura da lâmina de água                    | 1,905 m                 |
| Extravasor                                  | 200 mm                  |
| Área da tubulação de limpeza                | 6123,40 mm <sup>2</sup> |
| Diâmetro da tubulação de limpeza            | 100 mm                  |

Fonte: Autor (2021).

A Tabela 14 apresenta os valores para o dimensionamento da bomba de recalque e o valor da altura manométrica total.

Tabela 14 - Valores de entrada e saída da bomba e altura manométrica

|                            | Sucção | Recalque |
|----------------------------|--------|----------|
| Altura Estática (m)        | 1,50   | 1,00     |
| Diâmetro (mm)              | 40     | 32       |
| L real (m)                 | 3,00   | 55,00    |
| L equivalente (m)          | 8,60   | 12,00    |
| Perda de Carga (m/m)       | 0,054  | 0,047    |
| $\Delta h$ (m.c.a)         | 0,63   | 3,15     |
| Altura Manométrica (m.c.a) | 2,13   | 4,15     |

Fonte: Autor (2021).

A altura manométrica total é obtida através da soma das alturas manométricas da sucção e recalque e adicionado 5% de margem de segurança. Desse modo, o valor da altura manométrica total foi de 9,22 m.c.a.

O sistema de irrigação por gotejamento apresenta valor de pressão máxima de 1 bar (aproximadamente 10 m.c.a). As fitas gotejadoras determinadas para o sistema foram do modelo Fita gotejadora drip 24 mm, vazão de 1,6 l/h, com o espaçamento entre pontos de gotejamento de 0,4 m para batata, 0,5 m para tomate e 0,7 para melancia.

Dessa forma, considerando a altura manométrica total, a vazão da bomba de sucção de 1,652 m<sup>3</sup>/h, a bomba utilizada no sistema foi o modelo BC – 92 S/T 1<sup>a</sup>, com ¾ cv de potência, trifásico e com pressão máxima de 26 m.c.a.

## 4 CONCLUSÃO

O aproveitamento de águas pluviais deve ocupar posições de destaque em discussões no mundo todo. Com isso, a utilização de sistemas de armazenamento de águas pluviais contribui positivamente na economia de água potável utilizada em fins não potáveis.

O levantamento de dados pluviométricos e o método de Rippl resultaram em valores representativos para a região, visto que com a utilização da média mensal possibilitou realizar uma relação entre a quantidade captada e a demanda hídrica das culturas. O método de Rippl é recomendado para locais com pouca estiagem, fornecendo um volume de reservatório de acordo com o volume de chuva e a demanda, assim, evitando um dimensionamento equivocado do reservatório.

A eficiência no atendimento da demanda hídrica apresentou resultado médio de 96,11%, resultando em uma economia de 264,49 m<sup>3</sup> de água potável. Conforme Souza Filho et al. (2005), esses valores podem ser maiores conforme a época em que as culturas são plantadas e quando são irrigadas, uma vez que a demanda hídrica foi baseada no valor médio de evapotranspiração, o que pode apresentar uma demanda superior à necessária. Sendo que a taxa de variação é de 2 – 6,3 mm.dia<sup>-1</sup>.

Ademais, para Silva et al. (2006), a época de plantio interfere diretamente na economia de água, sendo que a demanda hídrica também está ligada aos estádios de cultivo de cada cultura e a precipitação média do período, por que quanto menor a entrada pluviométrica maior a necessidade hídrica das cultivares. Outro fator aliado a economia é o sistema de irrigação por gotejamento, este sistema apresenta uma baixa vazão fornecendo água de forma pontual no solo, evitando o desperdício da fonte hídrica (ANDRADE; BRITO, 2006).

Quanto ao sistema de distribuição foram adotadas as recomendações da NBR 5626 (ABNT, 1989) e NBR 10844 (ABNT, 1998), verificando as perdas de carga, comprimentos equivalentes das conexões e os demais limites estipulados. Devido ao trabalho em baixas pressões, o sistema de irrigação por gotejamento demanda uma bomba de baixa potência, logo, o valor de aquisição de uma bomba é reduzido.

Por fim, percebe-se que esta temática possui aspectos relevantes, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das populações e para a preservação dos recursos naturais. A utilização desse sistema de captação e reutilização de águas pluviais em áreas rurais afeta positivamente a produtividade, estabiliza o homem no campo e reduz o uso de água potável, tornando-se uma alternativa sustentável.

Para futuros trabalhos, recomenda-se realizar um estudo sobre os aspectos econômicos do sistema proposto e análise de viabilidade econômica. Ademais, é possível realizar uma comparação entre os métodos de dimensionamento para auxiliar o processo

de tomada de decisão da escolha do método e, discutir os resultados relacionados à taxa de atendimento, economia estimada e volumes de reservatórios obtidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S. V. de; PEREIRA, D. J. de A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. Porto Alegre: **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, jun. 2008. Pp 53-66. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5359/3284>. Acesso em: 30 abr. 2021.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Mudanças climáticas e recursos hídricos**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ana.gov.br>. Acesso em: 26 nov. 2021.

ANDRADE, C. de L. T. de; BRITO, R. A. L. **Métodos de irrigação e quimigação**. Sete Lagoas: Embrapa, v. 1, n. 86, dez. 2006. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19630/1/Circ\\_86.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19630/1/Circ_86.pdf). Acesso em: 29 ago. 2021.

ANDRADE, R. da S. et al. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. 2002, v.6, n. 1, pp. 35-38. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000100007>. Acesso em: 07 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água da chuva – Aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ufgd.edu.br>. Acesso em 15 de abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <https://biblioteca.ufgd.edu.br>. Acesso em 16 de abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <https://biblioteca.ufgd.edu.br>. Acesso em 15 de abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028**: informação e documentação: resumo, resenha e recensão: apresentação. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ufgd.edu.br>. Acesso em 23 de out. 2021.

BOAS, R. C. V. et al. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. Lavras: UFLA, 2011. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 2011, v. 35, n. 4. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/cC3djKCnxCJtpYT9qkCjYdr/?lang=pt#>. Acesso em: 03 jun. 2021.

BRAGA, M. B., CALGARO, M. **Sistemas de Produção de Melancia**. Sistemas de produção. Brasília: Embrapa, v. 6, ago. 2010. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/irrigacao.htm#:~:text=A%20demanda%20h%C3%ADdrica%20da%20melancia,ser%20estimada%20de%20v%C3%A1rias%20maneiras>. Acesso: 10 mai. 2021.

CALHEIROS, H. C. et al. Calidad de las aguas meteóricas en la ciudad de Itajubá, Minas Gerais, Brasil. **Ver. Ambient. Água**, volume 9 n.2. Taubaté: IPABH, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/bF5qK7rfwHrfMhwHBVQxbQx/abstract/?lang=es>. Acesso: 17 abr. 2021.

CARVALHO, J. R. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 12ª edição. São Paulo: Blucher, 2019.

CASTELANI, Felipe. **Dimensionamento de sistemas de irrigação por gotejamento**. Caçador: UNIARP, v. 7, n. 2, 31 ago. 2018 Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ignis/article/view/1810>. Acesso: 14 set. 2021.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. Porto Alegre: ABRHidro, 2015.

EMBRAPA. **Módulos Fiscais no Brasil**. Brasília: INCRA, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>. Acesso em: 07 mai. 2021.

FERNANDES, A. M. et al. **Sistemas de Produção da Batata**. Sistemas de produção. Brasília: Embrapa, v. 2, jul. 2016. Disponível em: [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao16\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=8803&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicId=1301](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8803&p_r_p_-996514994_topicId=1301). Acesso: 10 mai. 2021.

FLUMIGNAN, D. L. et al. Evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) na região de Dourados, Mato Grosso do Sul. Comunicado Técnico 215. Dourados: Embrapa, nov. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151664/1/COT2016215b.pdf>. Acesso: 07 mai. 2021.

FRANÇA, F. M. C. et al. **Cisternas de placas: Construção, Uso e Conservação**. PRODHAM, volume 2. Fortaleza, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29532/1/Cartilha-vol-2-Cisterna-de-placas.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.

FUNASA. **Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR)**. Brasília, 2019. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb). Acesso: 05 abr. 2021.

GOLDENFUM, J. A. **Reaproveitamento de águas pluviais**. Porto Alegre: UFRS, 2006. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Joel-Goldenfum/publication/267196924\\_REAPROVEITAMENTO\\_DE\\_AGUAS\\_PLUVIAIS/links/559131fb08ae47a3490f0cae/REAPROVEITAMENTO-DE-AGUAS-PLUVIAIS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joel-Goldenfum/publication/267196924_REAPROVEITAMENTO_DE_AGUAS_PLUVIAIS/links/559131fb08ae47a3490f0cae/REAPROVEITAMENTO-DE-AGUAS-PLUVIAIS.pdf). Acesso em: 17 out. 2021.

GOMES, U. A. F. et al. A captação de água de chuva no Brasil: Novos aportes a partir de um olhar internacional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, volume 19 n.1. Porto Alegre: ABRHidro, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Leo-Heller/publication/261712164\\_A\\_Captacao\\_de\\_Agua\\_de\\_Chuva\\_no\\_Brasil\\_Novos\\_Aportes\\_a\\_Partir\\_de\\_um\\_Olhar\\_Internacional/links/00b7d5353d1de32f08000000/A-Captacao-de-Agua-de-Chuva-no-Brasil-Novos-Aportes-a-Partir-de-um-Olhar-Internacional.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Leo-Heller/publication/261712164_A_Captacao_de_Agua_de_Chuva_no_Brasil_Novos_Aportes_a_Partir_de_um_Olhar_Internacional/links/00b7d5353d1de32f08000000/A-Captacao-de-Agua-de-Chuva-no-Brasil-Novos-Aportes-a-Partir-de-um-Olhar-Internacional.pdf). Acesso: 23 abr. 2021.

GRINGS, V. H.; OLIVEIRA, P. A. V. **Cisternas para armazenagem de água da chuva**. Suínos e aves. Brasília: Embrapa, nov. 2016. Brasília: EMBRAPA, 2005. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_l8q82c2e.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_l8q82c2e.pdf). Acesso em: 25 mai. 2021.

HEBERSON, A. S. et al. **Estudo de metodologias de dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de água de chuva**. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/ESTUDO\\_DE\\_METODOLOGIAS\\_DE\\_DIMENSIONAMENTO\\_DE\\_RESERVAT%C3%93RIOS\\_DE\\_APROVEITAMENTO\\_DE\\_%C3%81GUA\\_DE\\_CHUVA.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/ESTUDO_DE_METODOLOGIAS_DE_DIMENSIONAMENTO_DE_RESERVAT%C3%93RIOS_DE_APROVEITAMENTO_DE_%C3%81GUA_DE_CHUVA.pdf). Acesso em: 14 mai. 2021.

MARTINS, F. H. **Sistemas de filtragem de água pluvial em residências**. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2018. Disponível em: [https://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/xmlui/bitstream/handle/123456789/771/TCC\\_F%C3%A1bioHenriqueMartins.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/xmlui/bitstream/handle/123456789/771/TCC_F%C3%A1bioHenriqueMartins.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 14 set. 2021.

OLIVEIRA NETO, D. H. et al. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da beterraba orgânica sob cobertura morta de leguminosa e gramínea. **Horticultura Brasileira** [online]. 2011, v. 23, n.3. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000300012>. Acesso em: 29 julho. 2021

PEREIRA, S. B et al. **Equação de intensidade, duração e frequência da precipitação para a região de Dourados, MS**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 44. Dourados: Embrapa, dez. 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38739/1/BP200744.pdf>. Acesso em: 5 set. 2021.

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**. 4ª ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.

RODRIGUES, E. T. et al. **A situação da olericultura no estado de Mato Grosso do Sul**. Aquidauana: UEMS, 2005. Associação brasileira de horticultura. Disponível em: <http://abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=4855>. Acesso em: 11 mai. 2021.

SATURNINO, G. A. **Dimensionamento de um sistema de captação e distribuição de águas pluviais para uso não potável**. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia

Civil, Faculdade de Engenharia, Dourados, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/1969>. Acesso em: 07 abr. 2021.

SEBRAE. **Água e agronegócio: relação consciente**. Sustentabilidade, boletim de inteligência. Florianópolis: Sebrae, mar. 2018. Disponível em: [http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2018\\_1\\_Agua\\_Agroneg%C3%B3cio.pdf](http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2018_1_Agua_Agroneg%C3%B3cio.pdf). Acesso em: 20 abr. 2021.

SILVA, J. B. C. et al. **Cultivo de Tomate para Industrialização**. Sistemas de produção. Brasília: Embrapa, v. 2, dez. 2006. Disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/plantio.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/plantio.htm). Acesso em: 10 mai. 2021.

SOUZA FILHO, J. D. da C. et al. Mecanismos de controle da variação sazonal da transpiração de uma floresta tropical no nordeste da Amazônia. **Acta amazônica** [online]. 2005, v. 35, n. 2, pp 223-229. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000200012>. Acesso em: 07 out. 2021.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. V. 1. Guarulhos, 11 jan. 2010. Disponível em: [http://f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5\\_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true](http://f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true). Acesso em: 10 mai. 2021.

UNESCO. **O manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco**. Brasília, 2012. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/rio\\_20/wwdr4-fatos-e-dados.pdf](https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/rio_20/wwdr4-fatos-e-dados.pdf). Acesso em: 07 abr. 2021.

UN WATER. **Água e mudança climática**. Colombella, 2020. Disponível em: <https://www.unwater.org/unwater-publications/#>. Acesso em: 05 abr. 2021.

WEBGIZ, D. **Dourados, Mato Grosso do Sul** [mapa]. Escala não informada. Disponível em: <https://geodourados.dourados.ms.gov.br>. Acesso em 10 de mai. 2021