

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

THIAGO HENRIQUE BRUM NASCIMENTO

**SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PRA IRRIGAÇÃO: PROJETO PARA
CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL**

**DOURADOS – MS
2019**

THIAGO HENRIQUE BRUM NASCIMENTO

**SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PRA IRRIGAÇÃO: PROJETO PARA
CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia
Civil da Universidade Federal da
Grande Dourados, como requisito para
a obtenção do título de Engenheiro
Civil.
Orientadora: Lôide Angelini Sobrinha.

**DOURADOS – MS
2019**

SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PARA IRRIGAÇÃO: PROJETO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

NASCIMENTO, Thiago Henrique Brum¹; ANGELINI,
Lôide Sobrinha²

Discente do curso de engenharia civil da UFGD¹; Docente do curso
de engenharia civil da UFGD²;
brum_nascimento@hotmail.com¹; LOIDESOBRINHA@ufgd.edu.br²;

RESUMO - O mau planejamento urbano da cidade, o desperdício da população e a grande demanda hídrica da indústria agropecuária são agravantes da situação hídrica no Brasil, por isso, busca-se sempre por alternativas sustentáveis do uso de água, como a captação de água da chuva. O objetivo do trabalho foi a elaboração de um sistema de captação da água pluvial utilizando como dado de entrada no dimensionamento o telhado do bloco da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD aplicou-se o Método de Azevedo Neto, que dependeu dos dados pluviométricos da cidade de Dourados-MS, da área do telhado e do número de meses de estiagem. Como resultado obteve-se um sistema contendo um reservatório de 27 m³, calha de 200 mm de diâmetro, condutores verticais de 75 mm, maior condutor horizontal de 250 mm e tubulações de bombeamento de 75 mm para sucção e 50 mm para recalque, suprimindo 82% da demanda da horta.

Palavras-chave: Método Azevedo Neto; Aproveitamento de água pluvial; Dimensionamento de reservatório.

ABSTRACT – The poor urban planning of the city, the waste of the population and the large hydraulic demand agricultural industry are a problem the water situation in Brazil so we are always looking for sustainable alternatives for water use, like rainwater catchment. The objective of this work was the elaboration of a rainwater catchment system using as input data in sizing the roof of the UFGD FCA block's using the Azevedo Neto Method, which depended on the rainfall data from the city of Dourados-MS, the roof area and the months of drought. A reservoir of 27 m³, the rail of 220 mm in diameter, the vertical of 75 mm, the biggest horizontal of 250 mm and 75 mm pumping pipes for suction and 50 mm for repression, supplying 82% of the garden demand.

Keywords: Azevedo Neto Method; Rainwater utilization; Reservoir Sizing.

1 INTRODUÇÃO

O estado do Mato Grosso do Sul é o 5º maior produtor de grãos do país, assume a 4ª posição na produção de milho e a 3ª no abate de gado (GOVERNO DO ESTADO DO MS, 2019). Para fomentar a economia do estado em relação ao agronegócio há uma demanda por recursos hídricos, necessária na irrigação dos grãos e dessedentação dos animais.

Cerca de 117 mil hectares de áreas no estado são irrigadas, correspondendo à 21% do total da produção agrícola (ANA, 2019). Estima-se que esse número aumentará para 1,2 milhões de hectares após ações de expansão da técnica de irrigação na região, podendo ser caracterizada em quatro versões: por superfície, subterrânea, aspersão e localizada (EMBRAPA, 2017).

A importância em relação à racionalização de água vem crescendo após secas e longas estiagens (que eram vistas no Nordeste e agora mais recentemente no Sudeste brasileiro) que influenciaram na vazão dos rios, afetando diretamente no preço da conta de energia (JARDIM, 2015).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), 72% de toda a água consumida no Brasil é destinada à agricultura. Com essa problemática é levantada a proposta de aproveitamento das águas pluviais, como é o caso da implantação de sistemas de captação de água da chuva utilizando telhados como área de contribuição. Esse tipo de dispositivo atua na redução dos riscos de inundações, diminuindo a vazão de pico gerada por chuvas intensas, que acarretam problemas ambientais e de saúde pública (AMORIM et al, 2008).

Existem no país programas nacionais voltados para a coleta de águas da chuva, como é o caso do Programa Cisternas, instituído pela Lei nº 12.873/2013, que ajuda famílias de baixa renda na regularização de sistemas para armazenamento de água nos períodos de seca e mostra a importância desses projetos em prol da sociedade e do meio ambiente.

Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo apresentar o dimensionamento de um sistema de captação e reservação de águas pluviais utilizando como área de estudo o bloco da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, com o intuito de que a água pluvial possa ser aproveitada na irrigação da horta comunitária da universidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

É necessária a contextualização sobre os sistemas de armazenagem de água da chuva e a aplicação dessa água para a irrigação a fim de comprovar a importância da captação da chuva na atualidade.

No Brasil, as reservas de água potável totalizam 8% dos recursos mundiais (MAIA, 1997), porém essa distribuição dentro do país não é proporcional dentre as regiões brasileiras. Enquanto a Amazônia detém 80% de todos os recursos hídricos do país, o Nordeste dispõe de apenas 3,3%. Em resumo, o país é considerado “rico em água”, tendo disponibilidade hídrica de 35.732 m³/hab/ano (TOMAZ, 2007).

A disponibilidade de água em algumas regiões do país é apresentada no Quadro 1, onde é possível ver o volume de água para os estados da região Norte, com poucos habitantes, comparado com os estados que sofrem com secas e estiagens e apresentam grande população.

Quadro 1 – Disponibilidade hídrica em estados brasileiros

Estado	m ³ /hab/ano
Roraima	1.148.535
Amazonas	605.606
Amapá	411.901
Mato Grosso	209.075
Bahia	2.747
São Paulo	2.486
Ceará	2.090
Pernambuco	1.188
Mato Grosso do sul	36.684

Fonte: (REBOUÇAS, 2003)

No Brasil destaca-se o uso de águas subterrâneas, são extraídas dos poços aproximadamente 18000000 m³/ano de água (Instituto Trata Brasil, 2019). Segundo o Instituto, 75 bilhões de reais são gastos no total com perfurações e instalações de poços, onde 5570 municípios brasileiros são abastecidos por águas subterrâneas.

Entretanto, essa disponibilidade é desperdiçada se analisada a distribuição de água, sendo perdido, na média nacional, 38,29% do consumo que seria previsto pela população (SNIS, 2017).

A ONU recomenda 110 litros por habitante/dia, porém o consumo médio do brasileiro é de 166,3 litros por habitante/dia, ficando 51% acima do recomendado (Instituto Trata Brasil, 2019).

Além disso, o país está sofrendo com frequentes estiagens conforme os anos, influenciando na alimentação do volume dos rios. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) 38 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil em 2017. Um dado realmente preocupante visto a disponibilidade hídrica no país, conforme apresentado no Quadro 1, é uma prática que questiona como essa água está sendo utilizada pela população.

Reutilizar água para fins potáveis e não potáveis vem crescendo a partir do conhecimento das pessoas com relação a essa tecnologia. A meta para o reuso de água não potável direto no Brasil é aproximadamente 13 m³/s até o ano de 2030, frente aos 2m³/s estimados em 2017. Esse número representa 4% do total de água reutilizada no mundo (ANA, 2017).

O reservatório para captação de águas da chuva pode ser de diversos materiais, tais como: concreto, aço, polietileno, fibra de vidro e madeira, para o correto dimensionamento é necessário escolher o material mais adequado, tendo como fatores determinantes a capacidade volumétrica, custo, uso e sempre obedecendo a condição de estanqueidade (FERREIRA, 2005).

Além disso, o volume precipitado e a área de captação são primordiais para o dimensionamento de um reservatório, pois resultará na área do reservatório necessária para armazenar o volume precipitado e no dimensionamento da bomba, que auxiliará na condução da água até a horta.

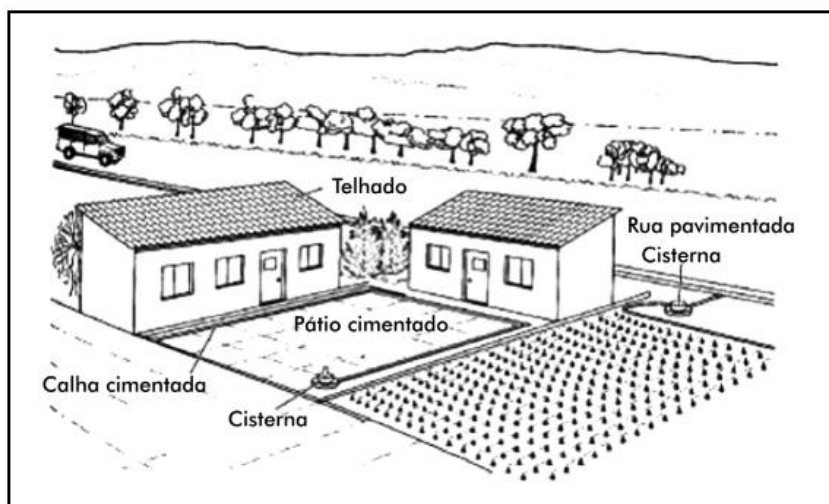
Os métodos utilizados para dimensionamento de um reservatório são: Método de Rippl, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Programa Computacional Netuno e, Método da Simulação (HEBERSON, et al, 2009). A escolha do método envolve a análise de alguns parâmetros necessários e sua adequabilidade à região de estudo.

Segundo Dornelles (2010) a captação de água pluvial influencia positivamente na diminuição de momentos críticos onde a vazão em rios, córregos extrapolam, evitando o transbordamento de redes pluviais e possíveis enchentes, que acarretam problemas de saúde pública e prejuízos financeiros.

É possível aproveitar a água armazenada de certas maneiras, como aplicação em vasos sanitários, limpezas em geral e em irrigação. A China foi um dos primeiros países a implantar o procedimento de irrigação a partir de

reservatórios de captação da água da chuva usando o telhado das residências em períodos de escassez, a fim de cultivar pequenas plantações, conforme mostra a figura 1 (GNADLINGER, 2003).

Figura 1 - Sistema de captação da água da chuva na China



Fonte: UFSC, (2017)

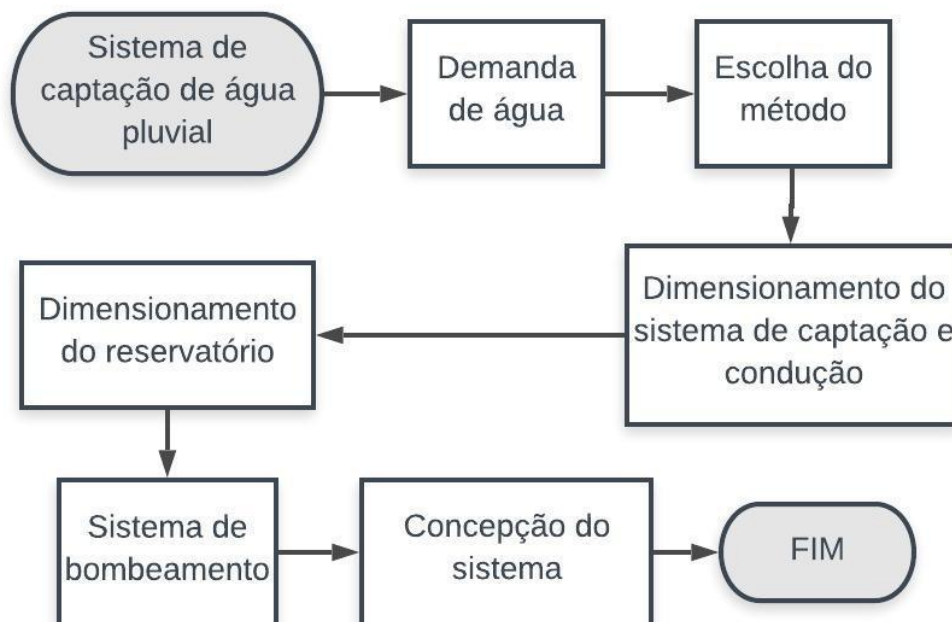
No semiárido nordestino é verificado, por exemplo, esse tipo de procedimento em áreas rurais, onde a população utiliza a água pluvial para criação de animais, produção de alimentos e consumo de água, provocado devido as condições climáticas da região (GHEYI, 2012).

3 METODOLOGIA

Para esse trabalho foi selecionada a área de telhado do Bloco da FCA (Faculdade de Ciências Agrárias) da UFGD a fim de dimensionar o sistema de captação, utilizando calhas, tubulações de distribuição (horizontais e verticais), reservatório para armazenamento e o sistema de distribuição.

O fluxograma da Figura 2 exemplifica o passo a passo da metodologia utilizada.

Figura 2 - Fluxograma dos processos de dimensionamento do sistema de captação de água pluvial



Fonte: Autor, (2019)

3.1 Demanda de água não potável

A água utilizada atualmente para irrigação da horta comunitária da UFGD é retirada de poço artesiano e bombeada até um reservatório de medições (5m x 10m x 1,50m), volume calculado de 75 m³. Para suprir a necessidade de irrigação, a bomba é ligada 4 horas por dia e o volume utilizado corresponde à metade do volume do reservatório, 37,5 m³.

Considerando o volume de água utilizado na horta e o tempo de trabalho da bomba (37,5 m³ / 4 h), calculou-se a vazão recalcada desse reservatório, de 9,38 m³/dia. Esse valor foi utilizado para comparar com os resultados da vazão gerada pelas chuvas a partir dos métodos de dimensionamento utilizados.

3.2 Escolha do método de dimensionamento

Para dimensionamento da vazão de projeto, aquela gerada pelas chuvas no telhado do bloco de aulas da FCA, as calhas condutoras e as tubulações verticais foram utilizadas as equações apresentadas na normativa de número 10844 de 1989 (ABNT, 1989).

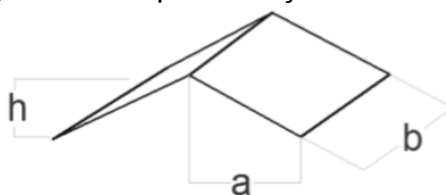
O reservatório foi dimensionado a partir do método de Azevedo Neto, apresentado na NBR 15.527 (ABNT, 2007), considerando a precipitação média anual de uma série de dados de 15 anos do município de Dourados, fornecidos pela plataforma Agritempo. O método foi escolhido pela sua facilidade de aplicação e compatibilidade dos parâmetros disponíveis e requeridos.

A escolha da bomba se deu através de catálogos de fabricantes comerciais. A concepção do sistema foi apresentada a partir de plantas elaboradas no programa AutoCad.

3.3 Dimensionamento do sistema de captação e condução da água pluvial ao reservatório

A identificação do tipo de superfície e as medidas da área do telhado foram realizadas no local. Para o cálculo da área do telhado de captação foi utilizada a Equação 1, apresentada na NBR 10844 (ABNT, 1989).

Figura 3 – Representação do telhado

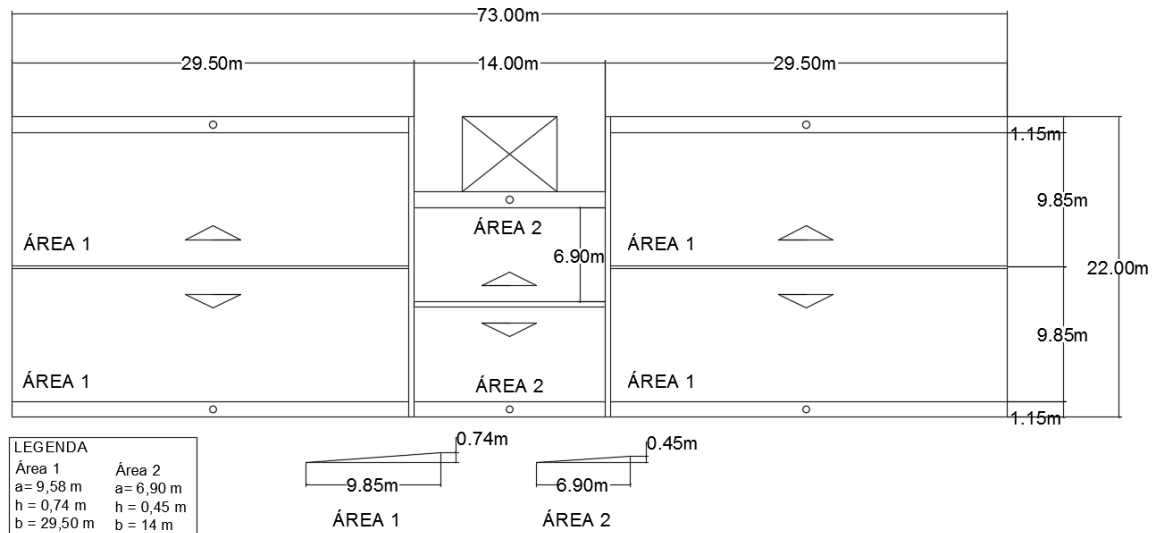


Fonte: ABNT (1989) apud NOVAKOSKI, (2017)

$$A = \left(a + \left(\frac{h}{2} \right) \right) b \quad (1)$$

Para realizar o levantamento das dimensões do telhado foi projetada no AutoCAD a planta de cobertura, conforme Figura 4.

Figura 4 – Detalhamento de cobertura do bloco da FCA



Fonte: Autor, (2019)

As regiões da Figura 4 intituladas como “Área 1” obedecem a simetria da construção e tem o mesmo valor. Isso se aplica também para as regiões intituladas de “Área 2”. Dessa forma, os valores de área que atuarão na captação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Áreas de captação do telhado

TIPO	ÁREA (m ²)	QUANT.	TOTAL (m ²)
ÁREA 1	302,97	4	1.211,87
ÁREA 2	99,75	2	199,5
TOTAL			1411,36

Fonte: Autor, (2019)

Para calcular a vazão de projeto a NBR 10844 (ABNT, 1989) prevê uma vazão Q (L/min) em função da intensidade pluviométrica, em mm/h, e da área de captação, em m², conforme Equação 2.

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (2)$$

A intensidade pluviométrica do município de Dourados foi calculada a partir da Equação 3. Essa equação foi desenvolvida por Pereira e colaboradores e apresentada no Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da EMBRAPA, (2007).

$$I = \frac{2668,7800 \times T^{0,1771}}{(t + 28,0749)^{0,9213}} \quad (3)$$

Em que I é a intensidade pluviométrica (mm/h), T (anos) o período de retorno e t (min) a duração da chuva. O período de retorno das chuvas adotado foi de 15 anos, pois esse período é equivalente à série de dados de precipitação utilizada para dimensionamento do reservatório e a duração da chuva de 5 minutos, de acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989).

O resultado do volume de chuva calculado, considerando a utilização da IDF, foi comparado com o valor do volume de água armazenado no reservatório, calculado pelo método do Azevedo Neto, que considerou uma série de dados de 15 anos fornecidos pelo pluviômetro mais próximo ao bloco da Universidade Federal da Grande Dourados e disponibilizados pela plataforma Agritempo. Dessa forma, pode-se avaliar a representatividade da equação IDF em relação aos dados medidos a partir de pluviógrafos.

Para o cálculo da vazão a ser conduzida pelas calhas a NBR 10844 utiliza a equação de Manning e Strickler e apresenta Tabelas com o cálculo capacidade de condução de calhas semicirculares, em L/min, para coeficientes de rugosidade igual a 0,011 (PVC) e declividades de 0,5%, 1% e 2%. No projeto foi adotado calhas semicirculares, de PVC, com declividade de 1%. Na Tabela são apresentados os diâmetros usuais em instalações de água pluviais e sua respectiva vazão em L/min.

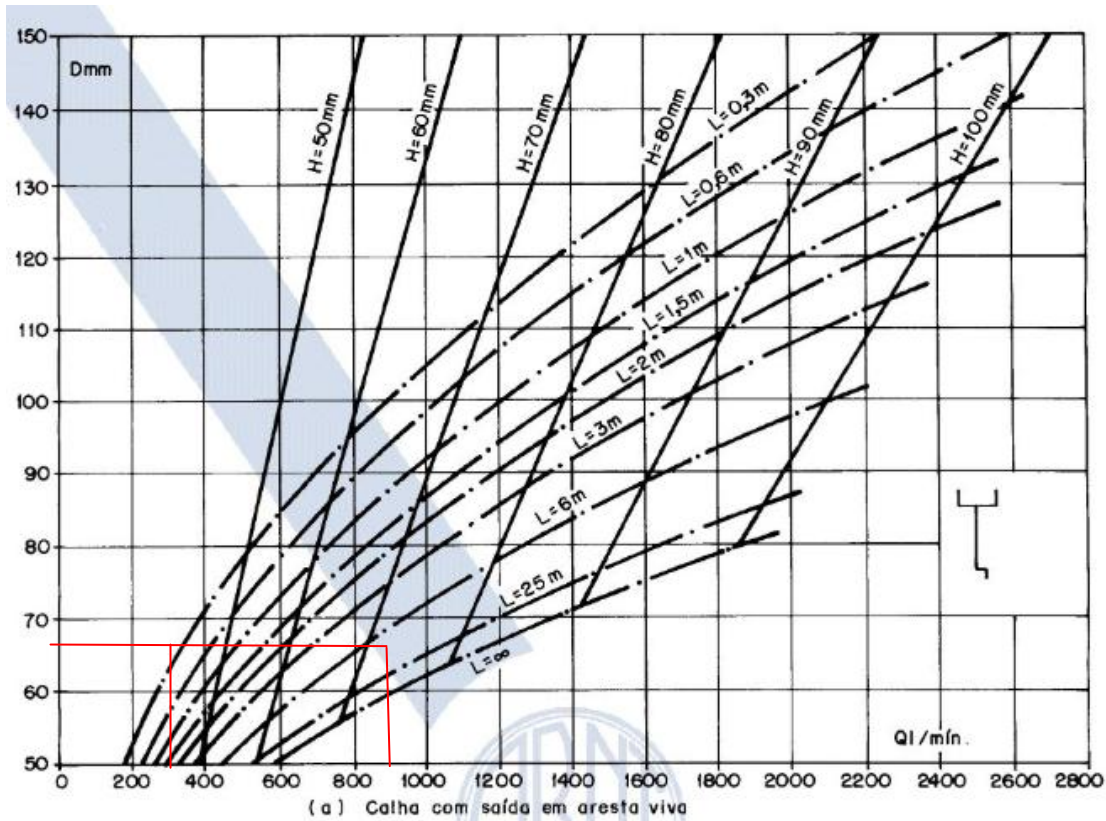
Tabela 2 – Capacidade de condução de calhas semicirculares para coeficientes de rugosidade igual a 0,011 (Vazão em L/min.)

Diâmetro D (mm)	Declividades
	1%
100	183
125	333
150	541
200	1167

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989)

Para o cálculo da vazão a ser conduzida pelas tubulações verticais a NBR 10844 apresenta uma figura contendo um ábaco, conforme Figura 5. Nesse ábaco a partir do valor da vazão de projeto e do comprimento da tubulação, de 8 metros, determina-se o diâmetro dos condutores verticais.

Figura 5 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais



Fonte: ABNT (1989)

Para tubulações horizontais de seção circular o escoamento deve ser com lâmina de altura igual a $\frac{2}{3}$ do diâmetro interno do tubo. Seguindo NBR 10844, a tubulação deve ter no máximo 5% de declividade para evitar o acúmulo de bolhas e pela condição de escoamento por gravidade na rede pluvial, adotando 1% para esse projeto.

A velocidade da água nas tubulações horizontais e verticais foram verificadas considerando o limite de até 3 m/s, valor apresentado pela NBR 5626 (ABNT, 1998).

Considerando o coeficiente de rugosidade de 0,011 e 1% de declividade e as vazões que passam em cada condutor, pela Tabela 3 (NBR 10844) é possível determinar o diâmetro da tubulação.

Tabela 3 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

Diâmetro D (mm)	n = 0,011
	1%
1	3
50	45
75	133
100	287
125	521
150	827
200	1820
250	3310
300	5380

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989)

3.4 Dimensionamento do reservatório pelo Método de Azevedo Neto

O cálculo do volume é obtido pela Equação (4), do método Azevedo Neto:

$$V = \frac{0,042 \times P \times A \times T}{1000} \quad (4)$$

Em que: V é o volume do reservatório (m³), P é a precipitação média anual (mm), A é a área de captação do telhado (m²) e T é o valor do número de meses correspondente à estiagem.

A série de dados, obtida a partir dos dados obtidos da plataforma Agritempo são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Aplicação do Método de Azevedo Neto

Anos	P (mm)	Anos	P (mm)
2000	1971,65	2009	1427,40
2001	1708,47	2010	1128,18
2002	1272,87	2011	1433,09
2003	1488,42	2012	1234,18
2004	1400,25	2013	1251,15
2005	1675,83	2014	1040,20
2006	1091,27	2015	872,66
2007	1282,85		
2008	886,80	Precipitação média	1322,83

Fonte: Agritempo (2017)

A determinação do número de meses com poucas chuvas (estiagem) foi proposta por Rupp et al. (2011) que considera os meses com valores de precipitação abaixo de 80% da média.

Tabela 6 – Cálculo dos meses de estiagem

Meses	Precipitação Média anual (mm)
Janeiro	133,38
Fevereiro	144,56
Março	114,31
Abril	103,35
Mai	93,79
Junho	69,36
Julho	52,33
Agosto	50,76
Setembro	109,49
Outubro	112,57
Novembro	113,79
Dezembro	124,02
Média	110,24

Fonte: Autor, (2019)

3.5 Sistema de bombeamento

Para o dimensionamento das tubulações de sucção da bomba foi usada a Tabela 4 retirada da NBR 12214 (ABNT 1989), onde por meio de tentativas se busca o equilíbrio entre a vazão desejada, o diâmetro da tubulação e a velocidade máxima de sucção permitida na norma.

Tabela 4 – Velocidade Máxima de Sucção

DN (mm)	V (m/s)
50	0,7
75	0,8
100	0,9
150	1,0
200	1,1
250	1,2
300	1,4
400	1,5

Fonte: NBR 12214 (ABNT, 1989)

Para a tubulação de recalque adota-se um diâmetro comercial menor com a finalidade de diminuir a carga cinética de entrada na bomba e diminuir a perda de carga por sucção. (PORTO, 2006)

3.6 Concepção do sistema

O sistema será composto por calhas semicirculares, tubulações de PVC, caixas de passagem, reservatório semi-enterrado, bomba e tubulações de distribuição de água.

O sistema extravasor foi projetado para o reservatório com saída para o sistema de drenagem urbana convencional.

É previsto pela NBR 10844 (ABNT, 1989) que em todo encontro de tubulações horizontais tenha uma caixa de inspeção, evitando entupimentos e facilidade em manutenções.

É necessário saber que, mesmo sendo destinada para o cultivo vegetal, a água coletada deve passar por um filtro para retirada de sólidos e impurezas, pois o armazenamento pode proporcionar a reprodução de microrganismos, deixando-a malcheirosa e contaminante para quem a manipula, além de poderem danificar as pás do motor da bomba.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Dimensionamento das calhas, condutores verticais, caixas de passagem e condutores horizontais.

A partir da Tabela 2 foi realizado o dimensionamento das calhas conforme a Tabela 5, onde foram estabelecidos 8 calhas com diâmetro de 200 mm e 2 calhas com diâmetro de 125 mm

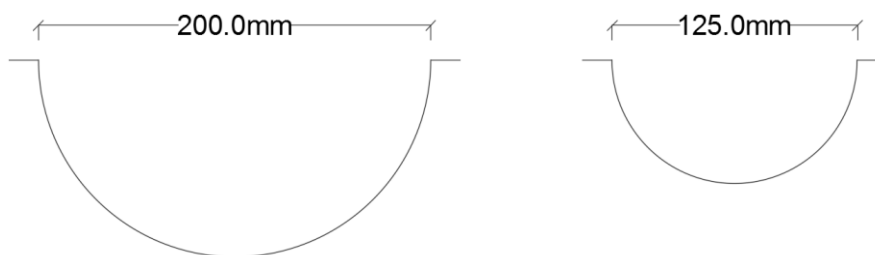
Tabela 5 – Dimensionamento das calhas

Tipo	A (m ²)	Q (L/min.)	D (mm)
Area 1	302,965	866,813648	200
Area 2	99,75	285,394885	125

Fonte: Autor, (2019)

Ao comparar com REIS (2007), que obteve vazão de 164,88 L/min. chegou-se em uma lâmina de água na calha igual a 50 mm. Levando em consideração a proporção dos resultados encontrados na tabela 6 garante-se que o dimensionamento está correto.

Figura 6 – Detalhamento das calhas para os dois tipos de áreas



Fonte: Autor, (2019)

Para dimensionar a tubulação vertical foi verificado o ábaco da Figura 5, tendo L (m) o comprimento da tubulação igual à , notou-se que as dimensões não obedeceram ao limite de 70 mm como sendo o mínimo para tubulações verticais, por isso, para essa tubulação adotou-se o dimensionamento conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Dimensionamento de tubulação vertical

Tubulação	A (m ²)	Q (L/min)	D (mm)
V1; V2; V5; V6; V7; V8, V11; V12	108,17	433,41	75
V3; V4; V9; V10	57,75	142,70	75

Fonte: Autor, (2019)

A partir da disponibilidade de diâmetros comerciais das tubulações em PVC adotou-se 75 mm para todos os condutores verticais, não interferindo no resultado final da captação que seria o transporte para a tubulação horizontal.

Para REIS (2007), com Q igual a 148,3 L/min. encontrou-se um diâmetro de 75 mm, igualando ao que foi dimensionado na tabela 6.

Para a tubulação horizontal, a partir da Tabela 3, determinaram-se os diâmetros dentro dos limites estabelecidos, conforme observado na tabela 7.

Tabela 7 – Dimensionamento de tubulação horizontal

Tubulação	Q (L/min)	C(m)	D(mm)
H1	433,41	4,0	125
H2	433,41	29,0	125
H3	433,41	4,0	125
H4	576,10	9,5	150
H5	1009,51	7,0	200
H6	576,10	9,5	150
H7	433,41	4,0	125
H8	1585,62	29,0	200
H9	433,41	4,0	125
H10	2019,02	17,0	250

Fonte: Autor, (2019)

Ao comparar com REIS (2007), para certo Q igual a 248,3 L/min. foi dimensionado um diâmetro de 100 mm com 1% de declividade. Para outro condutor de 348,3 L/min. foi dimensionado um diâmetro e 150 mm com 0,5% de declividade.

4.2 Dimensionamento do reservatório com estravasor

Considerando 80% da média das precipitações para os meses de estiagem chegou-se no valor de 81,45 mm, sendo os meses de Junho à Agosto.

Para verificar a intensidade pluviométrica utilizada para o cálculo das tubulações foi usada a Equação (3) para a cidade de Dourados em um período de retorno de 15 anos e um tempo de duração da chuva de 5 minutos. O resultado foi de 171,7 mm/h.

Com as informações da média da intensidade pluviométrica anual do período de 15 anos de todos os meses e tendo a área fixa de 1411,360 m² a Tabela 6, apresenta os volumes de chuva calculados pelo método de Azevedo Neto, utilizando a Equação (4).

Tabela 6 – Aplicação do método de Azevedo Neto

P (mm)	A (m ²)	T(meses)	V (m ³)
1322,83	14411,36	3	23,52

Fonte: Autor (2019)

Dessa forma, para o dimensionamento do reservatório foi adotado as dimensões 6,0 x 3,0 x 1,5m, totalizando 27 m³, sendo ele elaborado de concreto armado.

Ao realizar a comparação com o trabalho de HEBERSON (2009), na elaboração do volume do reservatório em Goiânia-GO pelo mesmo método de Azevedo Neto chegou-se em um volume de 31,88 m³, com meses de estiagem igual a 5, área de captação igual a 92,23 m² e precipitação média de 1.646,11 mm.

Para o trabalho de GIACCHINI (2011) ao calcular o volume de um reservatório pelo mesmo método chegou-se em 11,39 m³ para uma precipitação média anual de 1356,50 mm, uma área de captação de 100 m² e 2 meses de estiagem .

Comparando com o trabalho de LOMEU (2017), chegou-se em 181,70 m³ do volume do reservatório para uma precipitação média anual de 1583,5 mm, uma área de captação de 683 m², para um período de estiagem de 4 meses.

4.3 Bomba

Para o dimensionamento da tubulação de sucção analisou-se a Tabela 4 e a partir disso foi elaborada a Tabela 9 com o valor encontrado.

Tabela 9 – Dimensionamento das tubulações da bomba

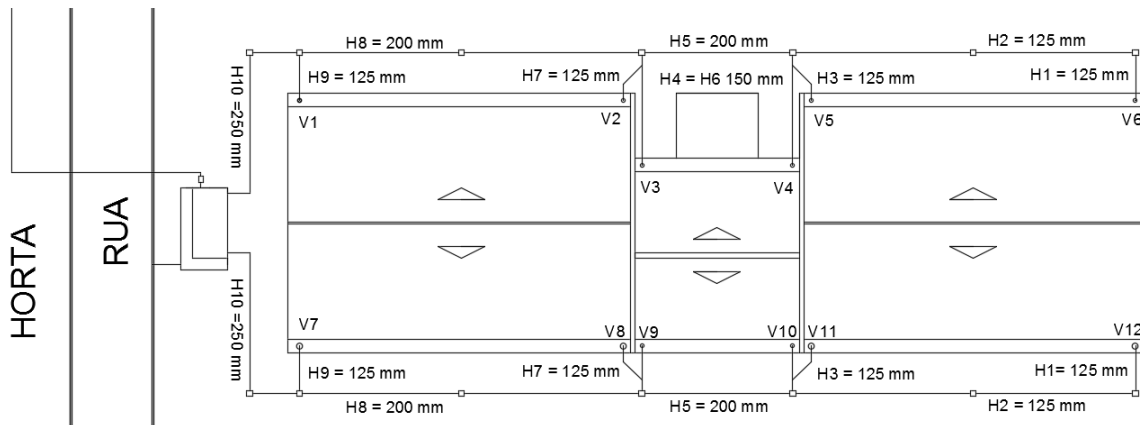
Tubulação	D(mm)	Área (m ²)	Velocidade (m/s)
Sucção	75	0,004418	0,589463

Fonte: Autor, (2019)

E para a tubulação de recalque foi aplicada uma tubulação de 50 mm, obedecendo à regra de ser menor que a tubulação de sucção.

Na Figura 6 é possível visualizar a projeção de todos os condutores em planta e como

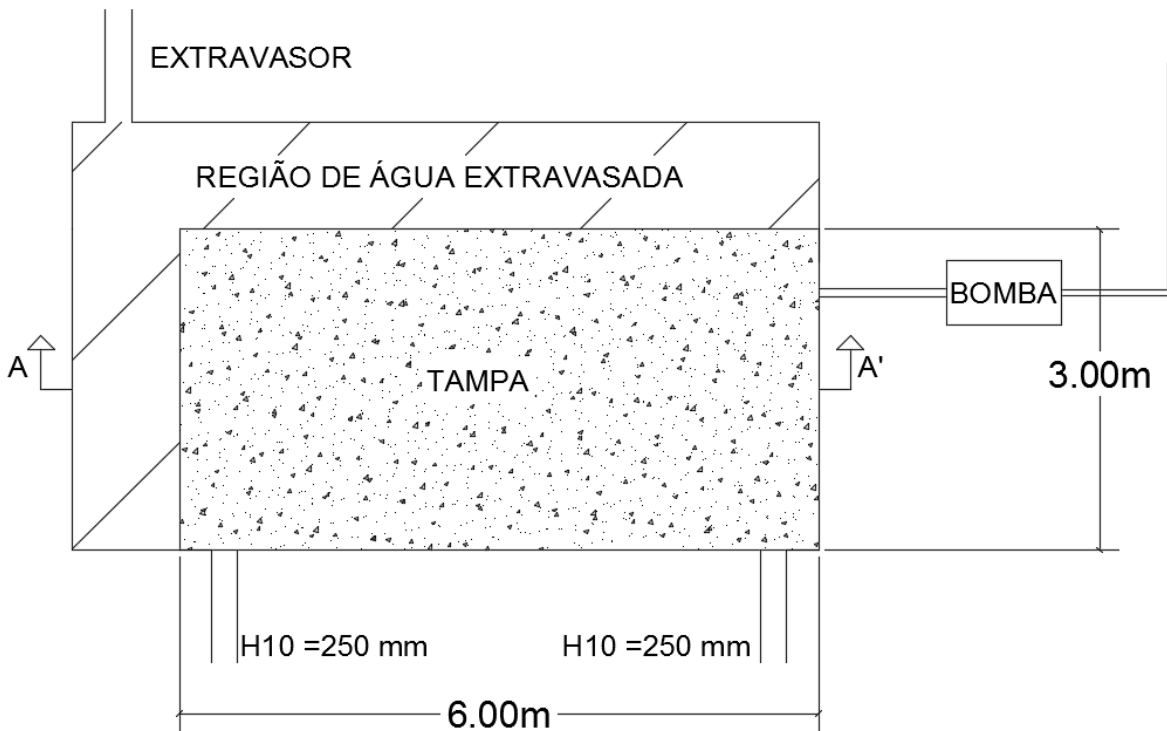
Figura 6 – Planta de distribuição da tubulação de captação da água



Fonte: Autor, (2019)

Foi elaborada uma região para o escoamento da água transbordada e uma tubulação extravasor considerando 300 mm, respeitando a regra de ser um diâmetro superior ao dimensionado para o reservatório.

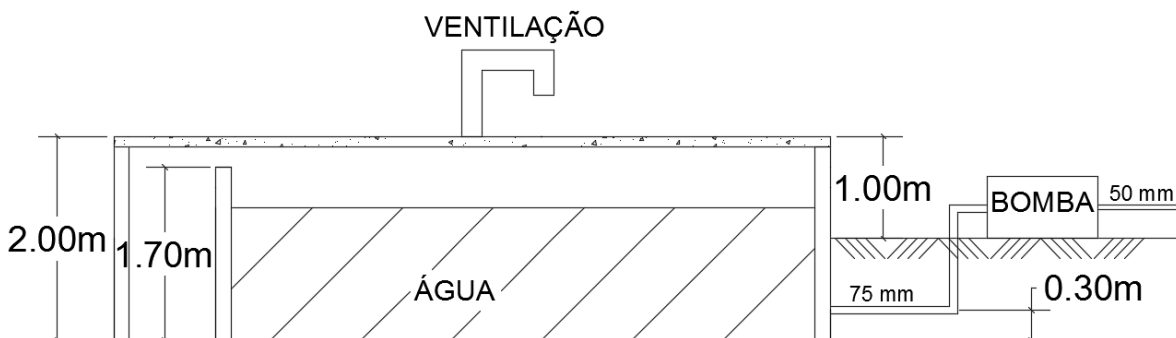
Figura 7 - Representação em planta do reservatório e tubulações de bombeamento



Fonte: Autor, (2019)

Como o reservatório é semi-enterrado foi proposto para realizar a ventilação do reservatório foi implantada uma tubulação curvada com tela protetora em seu bocal para evitar entrada de animais visto na Figura 8.

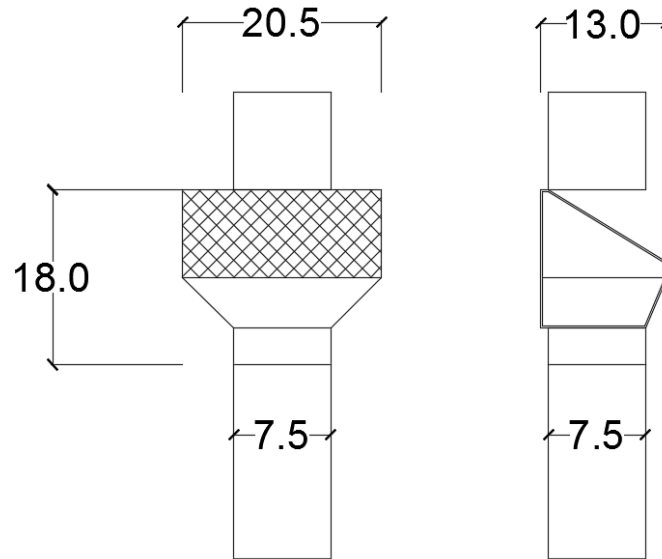
Figura 8 – Corte A-A' com detalhamento do reservatório e tubulação de bombeamento



Fonte: Autor, (2019)

Para a separação de folhas na coleta de água nas tubulações verticais são recomendados filtros, mostrados na Figura 9, que também são encontrados em catálogo de fornecedores.

Figura 9 – Vista frontal e lateral do filtro de folhas (cm)



Fonte: Autor, (2019)

4.4 Análise da adequação da IDF em relação aos dados do Agritempo

Ao comparar com os dados da IDF de Dourados utilizado para o dimensionar as tubulações e os dados fornecidos pela Agritempo temos o seguinte:

Para o calculo do volume pela IDF utilizou-se a Equação (5).

$$V = A \times I \quad (5)$$

Onde A é a área de captação total do telhado e I a intensidade pluviométrica e analisada a Tabela 10.

Tabela 10 – Comparação entre volumes

Volume pela IDF (m3)	Volume pelo Método de Azevedo (m3)	% de erro
20,19	23,52	16,5

Fonte: Autor (2019)

Com isso foi possível ter a certeza de que os valores estudados apresentavam ligação o suficiente para realizar o dimensionamento.

4.5 Análise da demanda da horta x volume disponível

A demanda da horta corresponde à 37,5 m³ por dia, em contrapartida o volume disponível pelo reservatório foi no total de 27 m³, podendo chegar no total

de 30,6 m³ em seus dias de extrema pluviosidade podendo, assim, alimentar a horta em até 82% da sua demanda durante todo o dia.

5 CONCLUSÃO

A captação de água pluvial está se tornando uma alternativa aos que buscam economia e conscientização ambiental. Com isso pode-se projetar um sistema de captação utilizando o telhado a fim de substituir ou minimizar o uso de água potável que é utilizada para irrigação.

Conclui-se que foi possível utilizar os dados pluviométricos da Agritempo tendo 16,5 % de erro ao comparar o volume que o método de Azevedo Neto dimensionou com o volume da intensidade pluviométrica da IDF de dourados utilizando a área do telhado do bloco. Além disso, foi notado que o reservatório suprirá 82% de toda a demanda da horta por dia.

É possível reparar um superdimensionamento para a aplicação de Método Azevedo Neto, que também foi percebido em outros trabalhos usando esse mesmo método.

RECOMENDAÇÕES

O trabalho considerou o volume de chuvas disponível para a horta em função das características meteorológicas da região. Para calcular a necessidade de irrigação, ou seja, a vazão a ser bombeada para a horta, recomenda-se realizar cálculos considerando aspectos hidrológicos, tais como modelos hidrológicos de evapotranspiração, levando-se em conta a constante de evaporação (K_c) das plantas presentes na horta comunitária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S. V. et al. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**, Porto Alegre, 2008.

Agência Nacional De Águas, 2017. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/>>.

Acessado em: 05 jun 2019

Agência Nacional De Águas, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/>>.

Acessado em: 05 jun 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1989.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 12.873 de 2013**. 2013. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12873.htm>. Acesso em: 05 jun. 2019

CARVALHO, J. R. **Instalações prediais hidráulico-sanitária: princípios básicos para elaboração de projetos**. São Paulo, 2016.

DORNELLES F. et al. **Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva**, Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2010.

FAVRETTO, Catarina. **Captação da água da chuva para utilização na lavagem de veículos: Estudo de caso para o município de Pelotas - RS**. Disponível em: Acesso em: 26 de fevereiro de 2019.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste>>. Acesso em: 16 set. 2019

FERREIRA, D.F. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um condomínio residencial localizado em Florianópolis-SC**, Florianópolis, 2005.

FILHO, D. O. et al. **Dimensionamento de motores para o bombeamento de água**, Viçosa, 2010.

GHEYI, H. R. et al. Recursos **Hídricos em regiões semiáridas**. Cruz das Almas, 2012.

GIACCHINI, M. et al. **Estudo do método de Azevedo Neto para dimensionamento de reservatório de água de chuva**. XIX Simpósio de recursos hídricos, Ponta Grossa, 2011. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/1533049dc01805a42e4dab62080dd3b9_a3fc95560f54901b6b760ba0c4c1f28b.pdf>. Acesso em: 11 de nov 2019.

GNADLINGER, J. **Captação e Manejo de água de chuva e desenvolvimento sustentável do semi-árido brasileiro – Uma visão integrada**, Juazeiro, 2003.

GOVERNO DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL
HEBERSON, A. S. et al. **Estudos de metodologias de dimensionamento de reservatório de aproveitamento de água da chuva**, Goiânia, 2009. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/ESTUDO_DE_METODOLOGIAS_DE_DIMENSIONAMENTO_DE_RESERVAT%C3%93RIOS_DE_APROVEITAMENTO_DE_%C3%81GUA_DE_CHUVA.pdf> Acessado em: 09 de Nov 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Águas subterrâneas e saneamento básico**, 2019.

JARDIM, Carlos Henrique. **A "crise hídrica" no sudeste do Brasil: aspectos climáticos e repercussões ambientais**. Belo Horizonte, 2015.

LOMEU, A. A. **Aproveitamento de águas pluviais: Avaliação preliminar do custo-benefício da implementação de um sistema na Universidade Federal de Juiz de Fora –MG**. Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/Aproveitamento-de-%C3%A1guas-pluviais.pdf>> Acesso em: 10 de nov 2019.

MAIA NETO, Ramiro F. **Água para o desenvolvimento sustentável. A água em revista**, Belo Horizonte, v. 9, p. 21-32, 1997.

MARINOSKI, A. K. et al. **Avaliação de viabilidade ambiental e econômica de sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitação de baixo padrão: estudo de caso em Florianópolis, SC**, Florianópolis, 2004.

NOVAKOSKI, C. K. et al. **Análise do método da simulação para dimensionamento de reservatórios de águas pluviais em residências unifamiliares**, Porto Alegre , UFRGS. 2017

PORTO, R. de M. **Hidráulica Básica**. São Carlos, EESC/USP, 2006.

REBOUÇAS, A. C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez**, Salvador, 2003.

REIS, R. P. A. **Sistemas Prediais de Águas Pluviais**, Goiânia, 2007. Disponível em: <<http://eec-ufg.tripod.com/IHSP/SPAP.pdf>>. Acesso em: 11 nov de 2019

RUPP, R. F. et al. **Comparação de métodos para dimensionamento de reservatório de água pluvial**. Florianópolis, 2011.

SATURNINO, G. A. **Dimensionamento de um sistema de captação e distribuição de águas pluviais para uso não potável**, Dourados-MS, 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO, 2017.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2007. Disponível em: <http://abcmac.org.br/files/simposio/6simp_plinio_agua.pdf>. Acesso em: 20 set de 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC. **Tecnologias alternativas para o aproveitamento de água**. Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://docplayer.com.br/68900372-Tecnologias-alternativas-para-aproveitamento-de-aguas.html>