

APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

CONCEITOS E INFORMAÇÕES GERAIS



O que é o sistema de aproveitamento de água pluvial?	11
Por que aproveitar a água de chuva?	12
Normas e legislações aplicadas ao aproveitamento de água de chuva	13
Manual do dimensionamento	15
1. Determinação da demanda	15
2. Determinação da área de captação	16
3. Determinação do índice pluviométrico	18
4. Calhas e condutores	19
5. Filtro autolimpante	21
6. Água de limpeza do telhado (água da primeira chuva)	22
7. Reservatório de armazenamento	24
7.1. Componentes do reservatório de armazenamento	24
7.2. Dimensionamento	27
8. Tratamento da água pluvial	34
Água de chuva: cuidados na utilização	37
Dicas para manutenção do sistema	39
Referências Bibliográficas	41

ÁGUA, RECURSO A PRESERVAR

No cumprimento de sua missão de apoiar, estimular, induzir e propagar práticas sustentáveis na indústria mineira, a Federação das Indústrias de Minas Gerais – FIEMG coloca à disposição de empresas e empresários a publicação Aproveitamento de Água Pluvial – Conceitos e Informações Gerais, idealizada e editada em parceria com a Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM. Ao assim agir, move-nos a crença de que o integral e racional aproveitamento dos recursos naturais se destaca entre os principais atributos de uma indústria comprometida com o princípio da sustentabilidade como base de geração de crescimento econômico, empregos de qualidade e bem-estar para a população.

A água, sabemos todos, é um recurso estratégico para o setor produtivo. Fonte de energia, importante modal de escoamento de produção e insumo sempre presente na atividade produtiva, a água nos convoca a aperfeiçoar ações de gestão em prol da sua conservação e uso racional. Nesse cenário, reforçado por um conjunto de alertas como a escassez hídrica e a cobrança pelo uso da água, a sua utilização assume caráter crítico para atividades produtivas de toda natureza. Assim, com esta publicação, cumprimos – FEAM e FIEMG – a missão de potencializar a excelência da indústria mineira na área ambiental.

Viabilizada pela produtiva parceria entre uma entidade de classe – FIEMG – e um órgão público atuante no campo da normatização e fiscalização ambiental – FEAM –, este trabalho fortalece a atuação cooperativa entre todos os atores envolvidos em uma agenda positiva para o desenvolvimento sustentável da indústria mineira.

Boa Leitura!

OLAVO MACHADO
PRESIDENTE DO SISTEMA FIEMG

APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL – UMA PRÁTICA SIMPLES PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Com o cenário de escassez hídrica e de restrição do uso de água no estado de Minas Gerais, há a necessidade da divulgação e orientação da adoção de práticas que busquem fontes alternativas de abastecimento. Com essa preocupação, a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM desenvolveu a cartilha “Aproveitamento de Água Pluvial”, com a colaboração da Federação das Indústrias de Minas Gerais – FIEMG, por meio da parceria existente desde 2013.

Esta cartilha tem como público-alvo a indústria, mas também pode ser utilizada como referência para a coleta de água de chuva em edifícios, casas e outras construções.

A cartilha apresenta e descreve os componentes e o funcionamento de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, desde a concepção do projeto, passando pelo dimensionamento, até os cuidados na sua operação. Esperamos que com esse material as empresas se engajem na causa da conservação de recursos hídricos, e passem a adotar o sistema de aproveitamento de água de chuva.

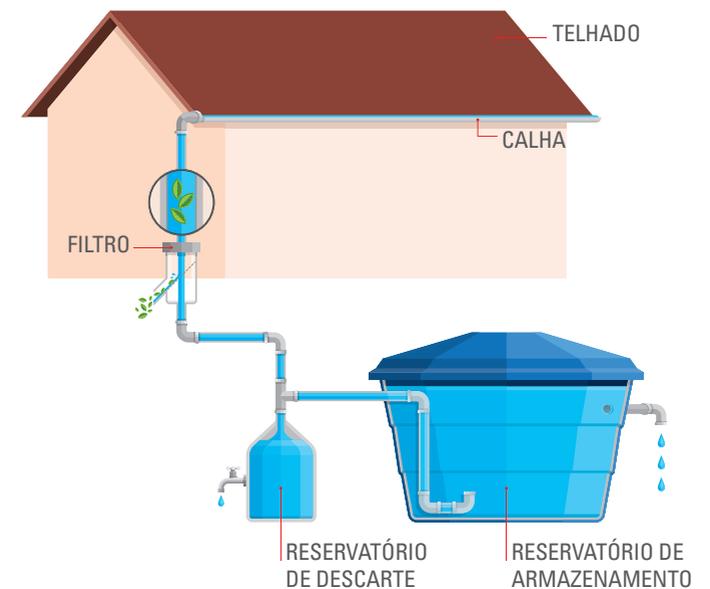
Boa leitura!

DIOGO MELO FRANCO
PRESIDENTE DA FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM

O QUE É O SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL?

O sistema de aproveitamento de água de chuva para consumo não potável consiste de um conjunto de elementos, de tecnologia relativamente simples e econômica, que objetiva captar e armazenar a água de chuva para uso futuro.

O sistema é composto por: área impermeabilizada de captação, calhas e condutores verticais, filtro autolimpante, reservatório de descarte da água de limpeza do telhado (água da primeira chuva), reservatório de armazenamento e tratamento da água.



Esquema simplificado do sistema de aproveitamento de água pluvial.
Fonte: IPT, 2015. Ilustração adaptada.

É importante ressaltar que as técnicas de aproveitamento de água de chuva abordadas nessa cartilha têm como objetivo os usos não potáveis da água.



POR QUE APROVEITAR A ÁGUA DE CHUVA?

- ▶ Fonte alternativa à água potável;
- ▶ Conservação dos recursos hídricos disponíveis;
- ▶ Redução do risco de enchentes e erosões em áreas urbanas;
- ▶ Redução do escoamento superficial;
- ▶ Instalação de baixa complexidade;
- ▶ Água captada com baixa concentração de poluentes;
- ▶ Redução dos custos associados às tarifas de água.

NORMAS E LEGISLAÇÕES APLICADAS AO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

As normas brasileiras que versam sobre o aproveitamento de água pluvial são a ABNT NBR 15527:2007 (Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis) e ABNT NBR 10844:1989 (Instalações prediais de águas pluviais).

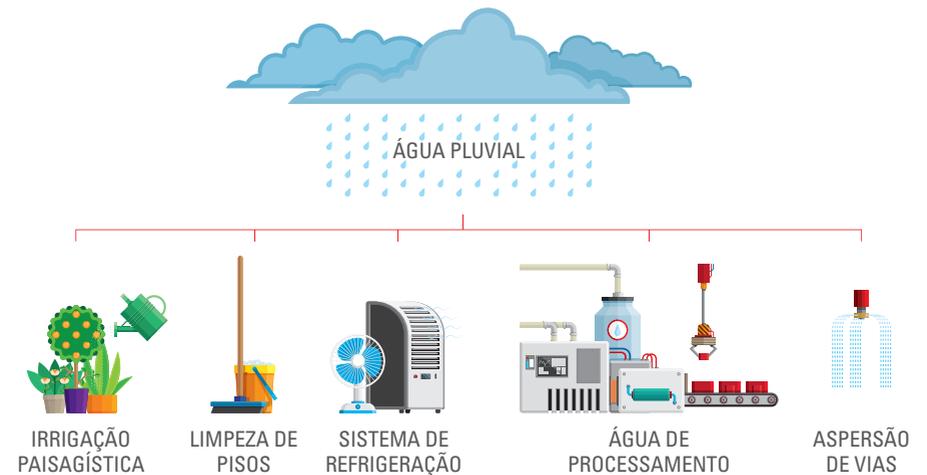
Ainda não existe legislação que regulamente e crie diretrizes para o aproveitamento de água de chuva em nível nacional e estadual. Existe um projeto de lei (PL nº 7.818/2014) em nível federal para criação da Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais. Em nível estadual existem vários projetos de lei que abordam o assunto, destacando-se o PL nº 1.621/2015 que objetiva criar o Programa de Captação de Água de Chuva.



Neste item será apresentado o passo a passo para o dimensionamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial. Lembrando que alguns aspectos, como o tratamento, são definidos em função do uso futuro da água captada.

1. DETERMINAÇÃO DA DEMANDA

O dimensionamento do sistema inicia-se com a determinação da vazão diária demandada de água de chuva ou do volume mensal demandado. Essa demanda representa um ou todos os pontos de consumo no empreendimento que permitam a utilização de água de chuva. O empreendedor deve mapear esses pontos e estimar o consumo de água.



O atendimento total ou parcial da demanda depende da qualidade da água captada, da área de captação disponível e dos

índices pluviométricos da localidade, bem como de uma análise de viabilidade econômica do sistema.

2. DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE CAPTAÇÃO

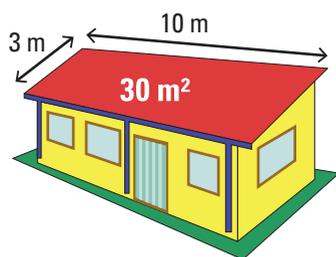
A área de captação pode ser qualquer superfície impermeabilizada, dando-se preferência aos telhados que possibilitem a captação da água com melhor qualidade. Telhados com alguma inclinação facilitam a captação de água de chuva e reduzem as perdas.

A determinação da área de captação deve preferencialmente seguir as diretrizes da ABNT NBR 10844:1989 – Instalações prediais de águas pluviais.

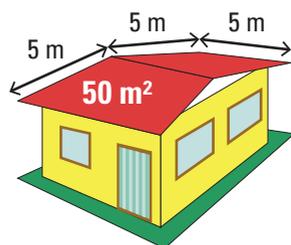
Recomenda-se que o ponto de captação esteja próximo ao ponto de uso, para diminuir os custos com encanamento e bombeamento.

Determinando a área de captação

Telhado de uma água



Telhado de duas águas



A área de captação é a projeção do telhado na horizontal.

O material do telhado influencia na qualidade da água captada e no coeficiente de escoamento, como apresentado a seguir. Os valores de coeficiente de escoamento mais próximos de 1 são mais indicados para a captação de água de chuva, pois indicam uma perda menor de água na captação.

Tipos e características dos materiais constituintes dos telhados

Tipo	Coeficiente de escoamento	Observações
Folhas de ferro galvanizado	Maior que 0,90	Qualidade da água excelente. A superfície é excelente e, nos dias quentes, a alta temperatura ajuda a esterilizar a água.
Telha cerâmica	0,60 a 0,90	Se vitrificada, apresenta melhor qualidade. Caso contrário, pode apresentar mofo. Pode existir contaminação das junções das telhas.
Telhas de cimento amianto	0,80 a 0,90	Telhas novas podem contribuir para águas coletadas de boa qualidade. Não existe nenhuma evidência de que a ingestão da água que passe por essas telhas cause algum efeito cancerígeno. Levemente porosas, o que diminui o coeficiente de escoamento. Quando velhas, podem apresentar lodo e rachaduras.
Orgânico (Sapê)	0,20	Qualidade da água ruim (>200 CF/100ml). Pouca eficiência da primeira chuva. Alta turbidez devido à presença de matéria orgânica dissolvida e em suspensão.

Fonte: Lopes, 2012 apud Thomas e Martinson, 2007.

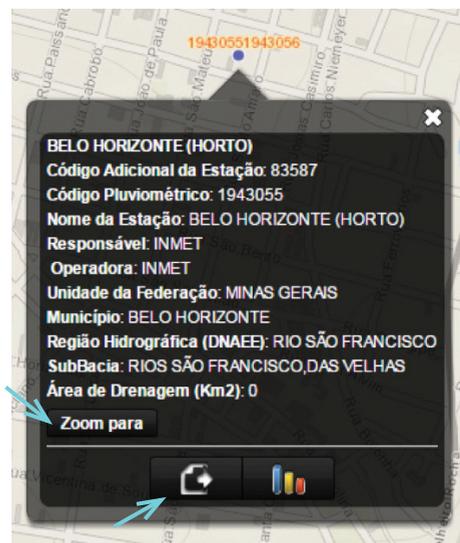
3. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

Os dados de precipitação podem ser obtidos no site HIDROWEB da ANA (Agência Nacional das Águas), no link <http://hidroweb.ana.gov.br/>. O site está sendo atualizado e na página inicial é possível ter acesso a um Guia Rápido de navegação, clicando no ícone , localizado ao final da página, do lado direito. O Guia Rápido apresenta todas as instruções necessárias para o usuário obter as informações no HIDROWEB.

Para a obtenção dos dados pluviométricos, o usuário deve deixar habilitada a aba “Dados Convencionais” na parte superior da página. Para pesquisar e localizar a estação pluviométrica, deve clicar no ícone , localizado na parte inferior da página. Este link irá abrir uma caixa de diálogo, na qual o usuário deve informar o tipo de estação, a unidade federativa e o município. Caso o município não possua estação pluviométrica, uma nova pesquisa deverá ser realizada, utilizando-se o município mais próximo.

Localizada a estação pluviométrica (no link **Zoom para** ) , o usuário deverá fazer o download dos dados pluviométricos ().

A base de dados do HIDROWEB fornece dados pluviométricos diários com séries de vários anos. A etapa de organização e rearranjo desses dados é delicada, porque requer bastante atenção e paciência. Nessa etapa, deve-se atentar



para qual método de dimensionamento vai ser utilizado, pois em alguns métodos, os dados de precipitação são mensais ou anuais.

4. CALHAS E CONDUTORES

O dimensionamento das calhas e condutores deve preferencialmente seguir as diretrizes da ABNT NBR 10844:1989, caso o empreendimento não o possua. Os passos para o dimensionamento são:

1. Determinar a vazão de projeto (Q_p). A intensidade é obtida por meio da equação de chuvas intensas para a localidade. A Copasa disponibiliza uma lista com a equação de chuva intensa para vários municípios de Minas Gerais;
2. Determinar as dimensões da calha;
3. Determinar o material constituinte das calhas que definirá o coeficiente de rugosidade da calha;
4. Calcular a vazão da calha (Q_c) utilizando a fórmula de Manning-Strickler:

$$Q_c = K * S/n * R_H^{2/3} * i^{1/2}$$

Sendo:

Q_c = vazão da calha (l/min);

$K = 60.000$;

S = área de seção molhada (m^2);

n = coeficiente de rugosidade do material da calha;

R_H = raio hidráulico (m);

i = declividade da calha (m/m).

Além do correto dimensionamento das calhas é importante que elas possuam dispositivos para retenção dos sólidos grosseiros, tais como folhas, gravetos, pedaços da superfície de coleta. A instalação de telas ou grades é uma maneira simples e eficaz para a remoção desse tipo de material.

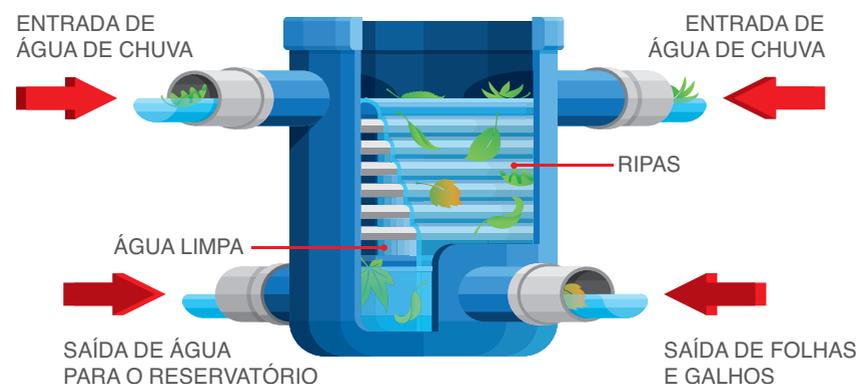


Proteção de calhas para evitar acúmulo de detritos.

5. FILTRO AUTOLIMPANTE

A retenção de sólidos grosseiros também pode ser realizada por meio de filtros autolimpantes, que podem ser fabricados localmente ou adquiridos no mercado. Sua função é remover sólidos grosseiros (galhos, folhas, fezes secas de animais, etc.) que porventura tenham sido carregados pela chuva logo após o início da precipitação. Seu dimensionamento deve ser realizado com base na área de filtração, o que normalmente é realizado previamente e informado pelos fornecedores no segundo caso.

É possível a confecção de um filtro autolimpante de baixo custo, com materiais disponíveis no mercado. Na internet encontram-se diversos vídeos explicativos sobre a construção desses filtros. Também existem vários filtros pré-fabricados comercializados no mercado brasileiro, como mostrado a seguir.



Fonte: 3P Technik. Ilustração adaptada.

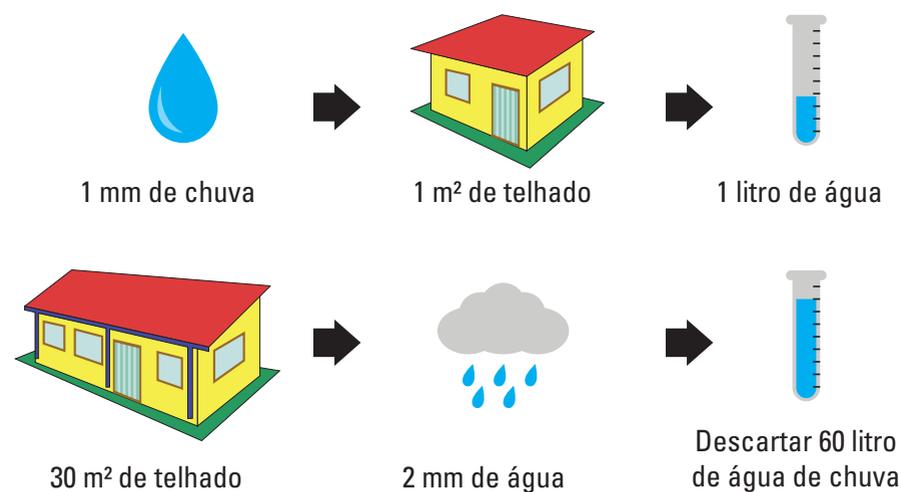
6. ÁGUA DE LIMPEZA DO TELHADO (ÁGUA DA PRIMEIRA CHUVA)

O descarte da primeira água de chuva é responsável por promover a limpeza da superfície de captação e desviar essa água de pior qualidade do reservatório de armazenamento.

O volume de água descartado depende do tamanho da área de captação, sendo normalmente adotado o descarte de 1 a 2 mm de chuva para cada metro quadrado. A ABNT NBR 15527:2007 recomenda adotar 2 mm por metro quadrado nos casos em que o projetista não disponha de informações que justifiquem a adoção de outro valor.

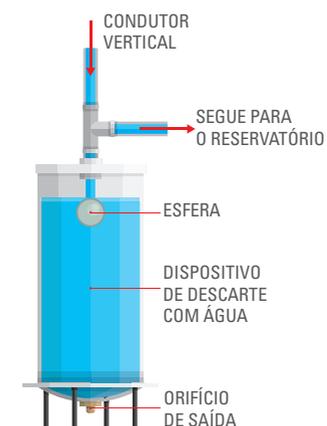
O procedimento mais simples para descartar o volume da primeira chuva é a utilização de reservatórios de descartes com limpeza automática.

Calculando o volume de água a ser descartado

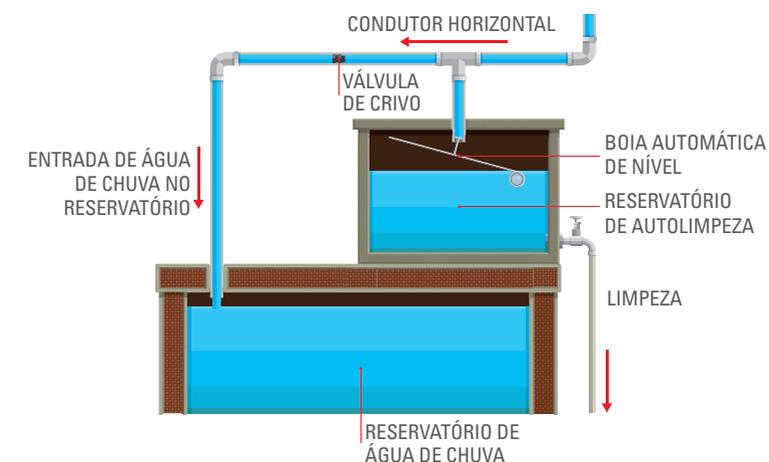


Assim, o volume descartado ($V_{\text{descartado}}$) corresponde ao volume útil dos reservatórios de descarte.

Várias técnicas são empregadas para o descarte desta água de lavagem do telhado. O tamanho da área de captação e, conseqüentemente, o volume descartado determinam a melhor técnica a ser empregada. Entre as técnicas empregadas destaca-se o tonel para descarte e o reservatório com boia.



Tonel de descarte para pequenas áreas de captação.
Fonte: PROSAB, 2006. Ilustração adaptada.



Reservatório de descarte com torneira-boia.
Fonte: DACACH, 1990. Ilustração adaptada.

7. RESERVATÓRIO DE ARMAZENAMENTO

7.1. Componentes do reservatório de armazenamento

O reservatório deve dispor de alguns dispositivos que contribuam para aumentar a eficiência do armazenamento, preservem a qualidade da água e impeçam o acesso de animais e insetos ao seu interior. São eles:

Freio d'água:

dispositivo que reduz a velocidade de entrada da água no reservatório e impede a ressuspensão dos sólidos sedimentados no fundo da cisterna. Permite também que a água mais ao fundo seja oxigenada, evitando anaerobiose no reservatório.



Sifão-ladrão:

elimina impurezas da superfície da água na cisterna, impede a entrada de insetos e animais e evita a entrada de gases das galerias pluviais.

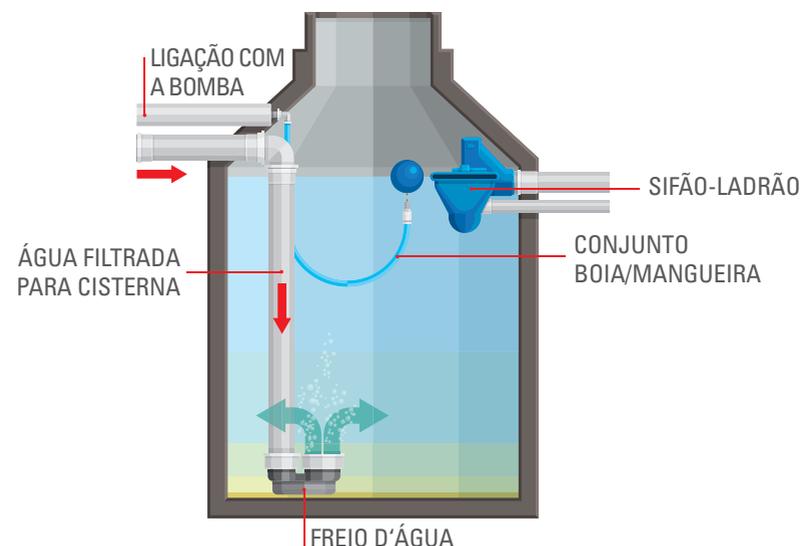


Sistema flutuante de captação da água:

deve ser conectado à saída da água e ficar instalado na parte superior do reservatório, pouco abaixo do nível da água, no ponto onde ela está mais limpa. Sua função é garantir a captação da água mais limpa, sem as impurezas da superfície e das partículas depositadas no fundo.



Fonte: SICOLINO e FURTADO, 2015. Quadro adaptado.



Reservatório de armazenamento com freio d'água, sifão-ladrão e sistema flutuante de captação da água.

Fonte: www.ecohabitatbrasil.com.br. Ilustração adaptada.

Além dos dispositivos citados anteriormente é importante que o reservatório possua um sistema de realimentação com água potável. Esse sistema permite o enchimento da cisterna com água potável durante os períodos de escassez de água de chuva.

Atenção: a água potável não deve ser misturada à água de chuva. O enchimento do reservatório com água potável só deve ocorrer quando todo o volume de água de chuva captado estiver esgotado. As canalizações devem ser diferenciadas e o reservatório deve possuir um registro para separar água potável de água pluvial.

Cuidados com o reservatório:

- ▶ Deve possuir uma abertura, também chamada de visita, para inspeção e limpeza;
- ▶ Deve ser limpo uma vez por ano, para a retirada do lodo depositado no fundo. O lodo retirado deve ser destinado adequadamente;
- ▶ Deve-se evitar a entrada de luz para impedir a proliferação de algas;
- ▶ A cobertura deve ser impermeável;
- ▶ A entrada da água e o extravasor devem ser protegidos por telas para evitar a entrada de insetos e pequenos animais no tanque;
- ▶ Deve ser estanque, não possuir vazamentos e suportar o peso da água quando cheio;
- ▶ Deve ser feito de material que não solte substâncias na água, alterando a qualidade desta.



7.2. Dimensionamento

O reservatório de água é o item mais caro do sistema de aproveitamento, motivo pelo qual deve ser objeto de dimensionamento criterioso. Existem vários métodos de dimensionamento do reservatório de armazenamento, cabendo ao projetista/empreendedor avaliar o mais adequado para sua realidade. É importante ressaltar que os métodos recomendados pela ABNT NBR 15527:2007 têm volumes de cisterna muito diferentes, sendo o método de Rippl o mais conhecido e que resulta em maiores volumes.

Métodos de dimensionamento do reservatório*

Método	Fórmula	Comentário
Método Prático Inglês	$V = 0,05 * P * A$	Método simples. Pode resultar no superdimensionamento do reservatório.
Método Prático Alemão	$V = \min(D;P) * 0,06(6\%)$	Método simples. Pode resultar em reservatórios subdimensionados.
Método Azevedo Neto	$V = 0,042 * P * A * T$	Método simples. Dificuldade para determinar mês com pouca chuva.
Método da Simulação	$S_{(i+1)} = S_{(i)} + AP_{(i)} - D_{(i)}$	Método mais elaborado. Consiste na realização de um balanço de massa.
Método de Rippl	$S_{(i)} = D_{(i)} - Q_{(i)}$ $Q_{(i)} = C * P * A$ $V = \sum S_{(i)}$, somente para $S_{(i)} > 0$	Método mais elaborado. Volume do reservatório determinado por análise gráfica. Não leva em consideração a demanda por água de chuva.
Método Prático Australiano	$Q = A * C * (P-I)$ $V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t$ Confiança = $1 - (N_r / N)$	Método mais trabalhoso. O volume do reservatório é determinado, por tentativa e erro, em função do nível de confiança do sistema.

*As equações detalhadas encontram-se no Anexo A da ABNT NBR 15527:2007.

Além desses métodos, pode-se destacar o Netuno, programa computacional utilizado para simulações de sistemas de captação de águas pluviais, desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

O Netuno, além de dimensionar o reservatório superior (opcional) e inferior, apresenta como resultados: o potencial de economia de água potável, o volume de água pluvial extravasado, análises econômicas do sistema considerando o custo do metro cúbico da água potável, a taxa de esgotamento sanitário, custos de construção e operacionais, entre outros fatores.

Os dados de entrada do programa são: dados diários de precipitação, área de captação, demanda total de água de chuva, coeficiente de escoamento superficial e volume do reservatório superior e inferior.

O volume do reservatório como dado de entrada serve como um ponto de partida da análise, porque o programa também solicita valores intermediários de volumes, sendo realizada uma comparação entre os valores e retornando o volume mais indicado para o reservatório.

O download do programa Netuno está disponível no endereço eletrônico <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/netuno>.

Nessa página também é possível encontrar o Manual do Usuário e alguns anexos utilizados nos exemplos de dimensionamentos apresentados no Manual.

O programa Netuno apresenta uma interface simples e dinâmica que possibilita ao projetista o dimensionamento de vários cenários, com reservatórios de diferentes volumes (GHISI e CORDOVA, 2014).

O reservatório de armazenamento é o componente do sistema de aproveitamento de água pluvial que demanda maior atenção do projetista, pois seu correto dimensionamento determina a viabilidade técnica e econômica do projeto.

Dimensionando o reservatório de armazenamento com o Netuno

1º passo: baixar os dados de pluviometria e organizá-los em planilha do Excel, salvando no formato CSV (Valores Separados por Vírgula). O arquivo com dados de precipitação deve estar em formato de vetor-coluna, ou seja, um dado por linha. Abrir esse arquivo na aba “Carregar dados de precipitação”.

2º passo: preencher os campos: “Descarte escoamento inicial”, “Área de captação”, “Demanda total de água”, “Número de moradores”. No caso das indústrias, preencher o campo de “Número de moradores” com 01 e colocar a demanda diária de água de chuva.

Observação: o Netuno foi concebido para dimensionamento de reservatórios residenciais, por isso solicita demanda em litros per capita/dia. Entretanto, o programa pode ser utilizado para dimensionamentos na indústria. Nesse caso, o preenchimento desse campo leva em consideração a demanda diária de água de chuva, ou seja, o projetista/empreendedor deve levantar todos os pontos de consumo que vão ser substituídos pela água de chuva e somar as vazões de consumo desses pontos.

3º passo: determinar o percentual da demanda total a ser substituída pela água pluvial. Fazer um levantamento de todo o consumo de água na indústria e qual fração pode ser substituída por água de chuva. No caso das indústrias é mais interessante levantar os pontos que permitam o uso de água de chuva e considerar que a demanda seja 100% atendida por água de chuva.

4º passo: determinar o coeficiente de escoamento superficial (tabela apresentada nesta cartilha). No exemplo a seguir, considerou-se o telhado de ferro galvanizado.

5º passo: escolher a forma de dimensionamento do reservatório: volume conhecido ou diversos volumes.

Para os casos de dimensionamento com volume conhecido, o projetista deve informar o valor do volume do reservatório. Como resultado, o Netuno apresenta uma análise do atendimento à demanda com água pluvial, bem como uma análise mensal. Essa análise mensal pode ser visualizada na aba “Valores mensais” que apresenta o potencial de utilização da água pluvial mês a

mês, bem como a demanda de outra fonte de água, o volume extravasado do reservatório e outras informações.

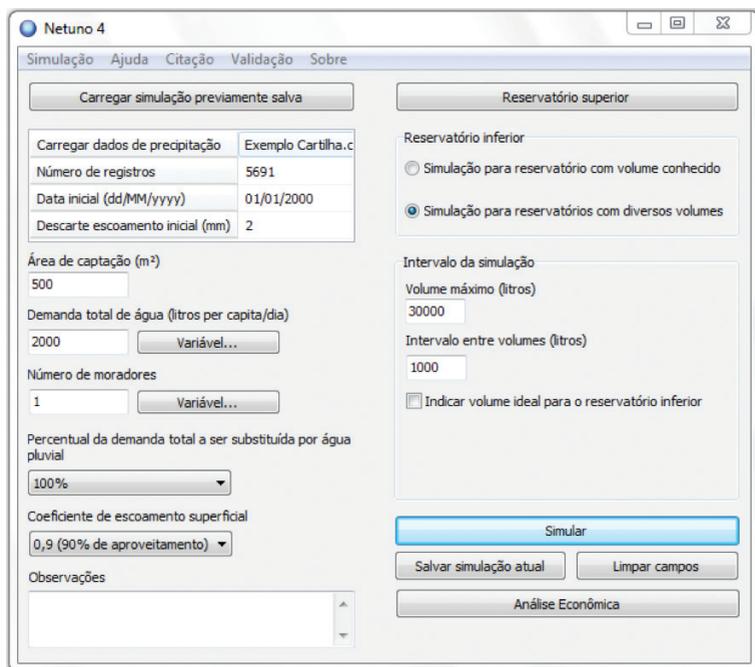
O exemplo a seguir refere-se a um empreendimento hipotético, com os seguintes dados de entrada:

- ▶ Local: Belo Horizonte, Estação Pluviométrica código: 1943055. Dados pluviométricos de 1º/1/2000 a 1º/7/2015;
- ▶ Descarte inicial: 2 mm;
- ▶ Área de captação: 500 m²;
- ▶ Demanda total de água: 2.000 l/dia;
- ▶ Coeficiente de escoamento: 0,9.

The screenshot shows the Netuno 4 software interface. The main window is titled "Netuno 4" and has a menu bar with "Simulação", "Ajuda", "Citação", "Validação", and "Sobre". Below the menu bar, there are several sections:

- Carregar dados de precipitação:** A table with columns "Carregar dados de precipitação" and "PrecipBH2000_201". The table contains: "Número de registros" (5691), "Data inicial (dd/MM/yyyy)" (01/01/2000), and "Descarte escoamento inicial (mm)" (2).
- Reservatório superior:** A section with a button "Reservatório superior".
- Reservatório inferior:** A section with two radio buttons: "Simulação para reservatório com volume conhecido" (selected) and "Simulação para reservatórios com diversos volumes".
- Simulação:** A section with a text input "Volume do Reservatório inferior (litros): 30000" and a bolded result: "Potencial de utilização de água pluvial: 53,73%". Below this, it says "Percentual de dias no período de análise em que a demanda de água pluvial é atendida:" followed by a list: "- Completamente: 52,08%", "- Parcialmente: 3,15%", and "- Não atende: 44,77%". There is a button "Valores mensais" below this list.
- Área de captação (m²):** A text input with the value "500".
- Demanda total de água (litros per capita/dia):** A text input with the value "2000" and a button "Variável...".
- Número de moradores:** A text input with the value "1" and a button "Variável...".
- Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial:** A dropdown menu with "100%" selected.
- Coeficiente de escoamento superficial:** A dropdown menu with "0,9 (90% de aproveitamento)" selected.
- Observações:** A text area with the text "Preencha este campo para consultas futuras, caso queira salvar a simulação. Este campo não afeta os cálculos."
- Buttons:** "Carregar simulação previamente salva", "Simular", "Salvar simulação atual", "Limpar campos", and "Análise Econômica".

A segunda opção de dimensionamento é mais interessante. O projetista informa o volume máximo do reservatório e o valor intermediário para análise. Por exemplo, se o valor do intervalo for de 1.000 litros, serão feitas simulações de 0, 1.000, 2.000, 3.000, ..., 30.000 litros.



A determinação do volume ideal pode ser indicada pelo Netuno ou por meio da análise dos dados gerados para todos os volumes obtidos na aba "Simular – Planilha de Dados". Na planilha gerada é possível analisar os resultados para cada intervalo de volume do reservatório, permitindo obter informações mais detalhadas para cada volume. Cabe ao projetista/empreendedor analisar os dados gerados e avaliar qual o volume mais adequado

para sua situação. Deve-se atentar para a faixa de valores na qual um pequeno aumento da capacidade do reservatório resulte em maior ganho de economia da água potável (%). O volume ideal do reservatório estará nessa faixa. E a verificação do volume escolhido pode ser realizada por meio da "Análise Econômica". Nessa aba, o projetista informa o volume do reservatório, o valor das tarifas de água e esgoto, inflação, custos com a construção do reservatório e encanamentos, entre outros. Por meio dessa análise é possível definir o volume ideal para o reservatório, fazendo testes com diferentes valores de volume.

8. TRATAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL

O grau de tratamento da água pluvial coletada depende do seu uso futuro. Para alguns usos industriais, como lavagem de veículos, aspersão de vias e irrigação paisagística, em geral, não é necessário nenhum tratamento.

Entretanto, recomenda-se que no início da operação do sistema de aproveitamento de água pluvial o empreendedor faça uma caracterização físico-química e microbiológica da água coletada. E realize periodicamente uma inspeção visual do aspecto da água, a fim de detectar possíveis anormalidades, como aumento da turbidez e cor, presença de pequenas folhas – indicativos de que os sistemas de retenção de materiais grosseiros não estão funcionando adequadamente.

Algumas medidas de prevenção e que objetivam melhorar a qualidade da água captada podem ser adotadas ao longo de todo o sistema, como apresentado a seguir.

Técnicas de tratamento de água de chuva em função da localização

Método	Localização	Resultado
Gradeamento		
Telas e grades	Calhas e tubos de quedas	Previne entrada de folhas e outros detritos no tanque
Sedimentação		
Sedimentação	No tanque	Sedimenta matéria particulada

Filtração		
Filtro autolimpante	Antes do tanque	Elimina material suspenso
Carvão ativado	Na torneira	Remove cloro e melhora o sabor
Filtro lento de areia	Tanque separado	Remoção de partículas
Desinfecção		
Fervura/destilação	Antes do uso	Elimina microrganismos
Tratamento químico (cloro)	No reservatório ou no bombeamento líquido, tablete/pastilha ou granulado	Elimina microrganismos
Luz Ultravioleta	Após carvão ativado e/ou filtro, antes da torneira	Elimina microrganismos
Ozonização	Antes da torneira	Elimina microrganismos

Fonte: Texas Guide to Rainwater Harvesting, 1997.

O Group Raindrops (2002) ressalva que, se a água de chuva não for utilizada para fins potáveis como beber, cozinhar e tomar banho, não é necessária a desinfecção. Este tipo de tratamento aumentaria os custos e exigiria do usuário uma permanente manutenção. Entretanto, para outros usos da água já existem algumas recomendações sobre o tratamento necessário, como mostrado a seguir.

Diferentes qualidades de água para diferentes aplicações

Uso requerido pela água	Tratamento necessário
Irrigação de jardins	Nenhum tratamento
Prevenção de incêndio, condicionamento de ar	Cuidados para manter o equipamento de estocagem e distribuição em condições de uso
Fontes e lagoas, descargas de banheiro, lavação de roupas e lavação de carros	Tratamento higiênico, devido ao possível contato do corpo humano com a água
Piscina/banho, consumo humano e preparo de alimentos	Desinfecção, para a água ser consumida direta ou indiretamente

Fonte: Group Raindrops.

Observação: a água de chuva pode ser reaproveitada no processo produtivo, sendo preciso passar por tratamento para adequar a água captada aos requisitos necessários para seu uso futuro.

ÁGUA DE CHUVA: CUIDADOS NA UTILIZAÇÃO

- ▶ Os pontos de uso de água de chuva devem ser sinalizados;
- ▶ A base do reservatório de armazenamento deve estar em superfície plana e nivelada, para que ele não vire ou se rompa;
- ▶ Caso o reservatório fique sobre uma laje ou outra estrutura, é necessário verificar previamente a capacidade de suportar a carga extra. Lembrando que cada litro de água pesa aproximadamente 1 kg;
- ▶ Água de chuva **NÃO É POTÁVEL**, deve possuir uma canalização diferenciada e não deve ser misturada com água potável.





DICAS PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA

Algumas tarefas de manutenção periódica estão relacionadas a seguir:

- ▶ A água deve ser analisada periodicamente por laboratório químico no que se refere a parâmetros físicos, químicos ou microbiológicos. É importante verificar se a água captada é compatível em termos qualitativos com o uso previsto.
- ▶ Coberturas/telhados: limpar os telhados, eliminar ninhos de animais, retirar detritos que prejudiquem o escoamento da água, a cada 3 meses.
- ▶ Calhas e condutores: limpar a cada 3 meses, em especial no final da estação seca e no final da estação das chuvas. Onde houver muitas árvores, a limpeza deve ser feita com a frequência necessária para assegurar o escoamento adequado das águas.
- ▶ O filtro autolimpante deve ser limpo no mesmo período da manutenção do reservatório de descarte da primeira chuva. Normalmente, isso ocorrerá com frequência trimestral, salvo necessidade de aumentar a frequência pelo acúmulo excessivo de folhas e galhos.

- ▶ Reservatório de primeira chuva: deverá ser limpo com frequência trimestral, removendo-se todo o lodo e detritos nele depositado. A abertura da válvula de fundo de maior diâmetro escoará todo o seu conteúdo em direção ao sistema de drenagem da edificação.
- ▶ Reservatório de armazenamento: deve ser limpo anualmente, por meio do esgotamento de todo o seu interior em direção ao sistema de drenagem. Caso seja verificada sensorialmente a degradação da qualidade da água antes do período de um ano, recomenda-se limpeza mais frequente. O período ideal para essa tarefa é o mais seco do ano. O sistema de captação flutuante deve limpo mensalmente, o que pode ser alterado caso seja observada a necessidade de maior frequência de manutenção. Caso ocorra a elevação do nível d'água no reservatório de armazenamento, acima do nível do sifão extravasor, a operação de limpeza deve ser repetida.



Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2007. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

COPASA. Lista de Equação de chuva intensa para vários municípios de Minas Gerais que está disponível em link: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjx4YXHvN7JAhXCQpAKHRyoDpsQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F14705211%2F2084755425%2Fname%2FGRAFICOS%2B_COPASA.xls&usg=AFQjCNEb_qYt1jcbBDcVb10uc44BylCs0w.

DACACH, N. G. Saneamento básico. 3ª ed. revisada. Rio de Janeiro: EDC-Ed. Didática e Científica, 1990.

ECOHABITAT BRASIL. Sistema de aproveitamento de água de chuva - 3P Technik. Disponível em: http://www.ecohabitatbrasil.com.br/imgArquivos/ecohabitat_manual_de_instalacao_residencial.pdf.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. Netuno 4. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, 2014. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/>.

GONÇALVES, R. F. (coord.). Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352 p. (Projeto PROSAB, Edital 4).

GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da Água da Chuva. *In*: KOBAYAMA, M.; USHIWATA, C. T.; AFONSO, M. A. Editora Organic Trading – Curitiba/PR, 2002.

IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo). ZANELLA, Luciano. Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva [livro eletrônico], Coleção IPT Publicações, São Paulo, 2015.

LOPES, Gabriela Bernardi. Estudo de viabilidade técnica do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis na Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG). 190 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

SICOLINO, L. P.; FURTADO, N. Manual de operação e manutenção do sistema de aproveitamento de água de chuva. Fundação para o Desenvolvimento da Educação – FDE, São Paulo, 2015.

TEXAS (1997) Texas Guide to Rainwater Harvesting. Texas Water Development Board in Cooperation with the Center for Maximum Potential Building Systems. 2nd Ed. Austin, Texas , 1997.

THOMAS, T. H.; MARTINSON, D. B. Roofwater Harvesting: A Handbook for Practitioners. Delft, Holanda: International Water and Sanitation Centre, 2007.

3P Technik – Filtro Autolimpante pré-fabricado. Disponível em: <http://www.agua-de-chuva.com/4-2-Home.html>.

