

**FACULDADE PATOS DE MINAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**BÁRBARA ARAÚJO DE CAMPOS GUIMARÃES  
PAULO HENRIQUE TINO CHIANG  
RAIANE APARECIDA DE OLIVEIRA**

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO  
DE ÁGUAS PLUVIAIS:  
Estudo de caso em uma instituição de ensino na  
cidade de Patos de Minas/MG**

**PATOS DE MINAS  
2017**

**BÁRBARA ARAÚJO DE CAMPOS GUIMARÃES  
PAULO HENRIQUE TINO CHIANG  
RAIANE APARECIDA DE OLIVEIRA**

**SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO  
DE ÁGUAS PLUVIAIS:  
Estudo de caso em uma instituição de ensino na  
cidade de Patos de Minas/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade Patos de Minas  
como requisito para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Wagner Marcio  
Bernardes

**PATOS DE MINAS  
2017**


FACULDADE PATOS DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil


BÁRBARA ARAUJO DE CAMPOS GUIMARÃES  
PAULO HENRIQUE TINO CHIANG  
RAIANE APARECIDA DE OLIVEIRA


**SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO  
DE ÁGUAS PLUVIAIS:  
Estudo de caso em uma instituição de ensino na  
cidade de Patos de Minas/MG**

Banca Examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, composta em  
24 de Junho de 2017.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, pela comissão examinadora constituída  
pelos professores:

  
Orientador: Prof.º Esp. Wagner Marcio Bernardes  
Faculdade Patos de Minas

  
Examinador: Prof.º Me. João Paulo Silva. Lima.  
Faculdade Patos de Minas

  
Examinador: Prof.ª Me. Helênize Maria de Rezende Lima  
Faculdade Patos de Minas

Dedico este trabalho de conclusão de curso a minha mãe Maria  
Lionice de Araujo (*in memoriam*) –  
Bárbara Araujo de Campos Guimarães.

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todos os meus  
familiares, mais em especial meus tios Lincoln e Patrícia, os  
quais um dia me abriram os olhos para um futuro melhor –  
Paulo Henrique Tino Chiang.

Dedico este trabalho de conclusão de curso aos meus  
familiares, em principal a minha mãe a qual não me deixou  
desistir e está comigo nos momentos mais difíceis –  
Raiane Aparecida de Oliveira.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecemos ao nosso Deus pela oportunidade e capacitação, nos permitindo chegar à conclusão de um sonho.

Aos nossos familiares, pelo apoio e paciência em todos os momentos em que pensamos em desistir no decorrer desta jornada.

Aos professores, por todo carinho e dedicação, mas em especial aos professores Wagner Marcio Bernardes, Helenize Lima, João Paulo de Lima e Nayara da Silva Mota, que nos passaram todo o conhecimento, toda a estrutura e suporte para conclusão deste trabalho.

“Se quisermos que a glória e o sucesso acompanhem nossas armas, jamais devemos perder de vista os seguintes fatores: a doutrina, o tempo, o espaço, o comando, a disciplina.”

“Se você conhece o inimigo e conhece a si mesmo, não precisa temer o resultado de cem batalhas. Se você se conhece mas não conhece o inimigo, para cada vitória ganha sofrerá também uma derrota. Se você não conhece nem o inimigo nem a si mesmo, perderá todas as batalhas.”

*Sun Tzu*

## RESUMO

Sabendo que a água é indispensável para a vida e é um recurso natural limitado, este trabalho teve como objetivo o estudo do sistema de captação e reaproveitamento de água pluvial já inserido no Instituto Politécnico da Faculdade Patos de Minas, situado na cidade de Patos de Minas – MG. Realizou-se, portanto, um novo projeto de captação de água pluvial e com os resultados desse projeto, uma análise foi feita entre o sistema já existente e o novo sistema calculado, chegando-se à conclusão que o sistema existente atende ao dimensionamento exigido no novo projeto.

**Palavras-chave:** Águas pluviais, Sistema de Reaproveitamento, Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

Knowing that water is necessary for life and a limited natural resource, the aim of this project was to study the capturing and reusing of rainwater in the system which has already been implemented at Polytechnic Institute of Patos de Minas College, located in the city of Patos de Minas - MG. Then, a new rainwater harvesting project was carried out and with the results of this project, a comparative analysis was performed between the existing system and the new calculated system, concluding that the existing system meets the required design for the new Project.

**Key word:** Rainwater, Reuse System, Sustainability.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição hídrica por região no Brasil.....	08
Figura 2	Distribuição das principais bacias hidrográficas e rios de Minas Gerais.....	14
Figura 3	Telhado.....	19
Figura 4	Mapa cidade de Patos de Minas.....	23
Figura 5	Localização do Instituto Politécnico da FPM.....	24
Figura 6	Vista geral do Instituto Politécnico da FPM.....	25
Figura 7	Vista geral do Instituto Politécnico da FPM.....	25
Figura 8	Entrada principal do Instituto Politécnico da FPM.....	26
Figura 9	Calha retangular.....	27
Figura 10	Detalhamento do Sistema.....	28
Figura 11	Planta baixa.....	29
Figura 12	Jardim FPM.....	30
Figura 13	Jardim FPM.....	31
Figura 14	Aparelhos sanitários.....	31
Figura 15	Gráfico média mensal.....	32
Figura 16	Gráfico dados pluviométricos.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Consumo de água em edificações.....	18
Tabela 2	Capacidade de Condutores Horizontais de secção circular (Vazões em L/min).....	21
Tabela 3	Frequência de Manutenção.....	32
Tabela 4	Verificação do sistema.....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>08</b>
1.1	Problemática.....	09
1.2	Objetivo Geral.....	10
1.3	Objetivos específicos.....	10
1.4	Justificativa.....	10
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
2.1	Recursos hídricos em nível mundial.....	12
2.2	Recursos hídricos no Brasil.....	13
2.3	Recursos hídricos em Minas Gerais.....	13
2.4	Reutilização de águas pluviais.....	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
3.1	NBR 10844- Instalações prediais de águas pluviais.....	17
3.2	NBR 15527- Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis- Requisitos.....	17
3.3	O sistema de captação de água pluvial da IES.....	17
3.4	Componentes do sistema de captação de água pluvial.....	18
<b>4</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>23</b>
4.1	Objeto de estudo.....	24
4.2	Levantamento de Dados.....	26

<b>5</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DE DADOS.....</b>	<b>27</b>
5.1	Dimensionamento do sistema de captação de água pluvial da IES.....	27
5.2	Detalhes do sistema.....	28
5.3	Aplicação da água reaproveitada.....	30
5.4	Manutenção do sistema.....	31
5.5	Consumo de água medido pela COPASA.....	32
5.6	Dados pluviométricos.....	33
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>
	<b>ANEXO A – NBR 10844 – INSTALAÇÃO PREDIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS.....</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXO B – NBR 15527 – INSTALAÇÃO PREDIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo vem sofrendo com uma grande escassez de um dos mais preciosos recursos naturais, a água, ocasionada pelo uso descomedido e inconsciente de água potável, que é um recurso utilizado em diversas atividades e primordial para a vida, para o qual não há formas de substituição.

Cerca de 2/3 da superfície do planeta Terra são dominados pelos oceanos. O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, sendo que 97,5% deste volume é de água salgada, encontrada em mares e oceanos. Já 2,5% é de água doce, porém localizada em regiões de difícil acesso, como aquíferos (águas subterrâneas) e geleiras. Apenas 0,007% da água doce encontra-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera (1).

No Brasil, vemos um grande problema na distribuição de água potável, pois ela é naturalmente desigual (2), como pode ser observado na fig. 1.

Fig. 1 – Distribuição hídrica por região no Brasil

Região	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%

Fonte: (3)

De fato, a questão da água tornou-se o centro das atenções para governos, organizações, e para cada ser humano, pois a sua escassez irá inviabilizar a vida. Atualmente, as ações da sociedade devem estar voltadas para o uso sustentável, para novas formas de aproveitamento desse líquido e para a necessidade de economia de água potável.

Todavia, a presente pesquisa terá como foco principal o reaproveitamento de águas pluviais, sua utilização, os benefícios e as dificuldades com foco na construção de um sistema de captação de águas pluviais em uma instituição de ensino superior na cidade de Patos de Minas/MG.

Este trabalho de conclusão de curso mostra que é possível que o sistema seja inserido em qualquer região do país, podendo ser implantando em casas, edifícios escolares, empresas, dentre outros.

O reaproveitamento de águas pluviais é um dos vários métodos de economia de água que temos e que, conseqüentemente, auxilia na preservação do meio ambiente, visando à utilização das águas pluviais para uso não potável. Dessa forma, percebe-se que a utilização desses métodos é indispensável do ponto de vista da sustentabilidade.

### **1.1 Problemática**

Atualmente, observa-se que as instituições de ensino utilizam uma grande quantidade de água potável para manter suas instalações limpas. Ao se tratar de uma instituição de ensino têm-se uma grande quantidade de alunos, professores, funcionários, terceiros e visitantes que utilizam as áreas externas, internas, banheiros, dependências específicas como biblioteca, estacionamento e área de alimentação situada neste local, levando a um elevado consumo de água.

Sendo assim, pressupõe-se que as instituições de ensino possuem uma área de cobertura extensa podendo ser utilizada como uma grande área de captação de água pluvial. Então, por que não reutilizarmos essa água para fins não potáveis, como por exemplo, nas descargas sanitárias, nas torneiras de áreas externas, em hortas, dentre outros locais que não entrem em contato com a pele humana e, com isso, não ser apenas ambientalmente correto, bem como obter um retorno econômico?

## 1.2 Objetivos Gerais

- Demonstrar por meio de um comparativo que o sistema de captação na Instituição de Ensino Superior (IES) atende ao exigido no novo projeto dimensionado.
- Mostrar a economia de água potável quando se possui um sistema de captação de água pluvial.

## 1.3 Objetivos específicos

- Explicar detalhadamente o sistema de captação de água pluvial da IES.
- Mostrar as opções de aplicação da água reaproveitada.
- Descrever o método de manutenção do sistema.
- Apresentar o consumo de água potável nos períodos de seca e chuva.

## 1.4 Justificativa

A cidade de Patos de Minas-MG possui um grande volume de água em períodos de chuva, em média 233 mm/h de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (4) que podem ocasionar grandes alagamentos e sucessivamente vários transtornos. Com o passar do tempo, as modificações climáticas vem sendo cada vez mais impactantes.

Ao longo do ano há uma estação que se caracteriza como período de seca e é sempre nessa época que se percebe a importância da conscientização do consumo de água. Esse período exige um maior planejamento por parte dos municípios na gestão do abastecimento de água, para garantir o fornecimento e atender as necessidades da população.

O presente trabalho apresentará benefícios de se ter um sistema de captação de água pluvial e mostrará se o sistema existente atende às necessidades da IES após novo dimensionamento para verificação, sempre embasada nas normas:

- **NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais,**
  
- **NBR 15527- Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis- Requisitos.**



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Recursos Hídricos em Nível Mundial

A água é um recurso essencial, não só para o ser humano, mas também para todos os organismos vivos do planeta, dependendo dela para sobrevivência. A superfície terrestre é composta por 97,5% de água, sendo que a maior parte encontra-se em mares e oceanos, e apenas 2,5% são de água doce, mas apenas uma pequena porcentagem de 0,07% pode ser consumida, pois a maior parte está concentrada em geleiras e calotas polares (5).

A cada dia que se passa, a escassez de água em nosso planeta vai se tornando maior e a população de uma forma geral é totalmente despreocupada e faz uso dessa água de forma inconsciente. Segundo as Organizações das Nações Unidas (ONU), em 2012, um bilhão de pessoas não tinha acesso à água potável no mundo. A previsão é de que, em 2025, 2,7 bilhões não tenham acesso à água potável (6).

Antes, essa escassez que era uma exclusividade de algumas partes do país, está se tornando geral, e o uso consciente vem se tornando cada vez mais obrigatório. Segundo Santos (7), uma das formas de evitar a diminuição acentuada da disponibilidade de água potável é fazer o seu reuso ou o aproveitamento da água das chuvas. Muitas pessoas pensam em aderir a algumas dessas alternativas, porém, não sabem como isso pode ser feito e se esse hábito pode prejudicar a saúde.

A água da chuva, por exemplo, possui um grande potencial de reuso, mas acaba sendo desperdiçada por muitos.

Outro fator que vem contribuindo para essa escassez é o aumento da industrialização nos países em desenvolvimento, permitindo que as indústrias retirem dos mananciais a água que necessitam para suas operações, sem pensar em consequências futuras, induzindo a um consumo de água sem consciência.

Além disso, está havendo um alto consumo de água potável no mundo, devido ao crescimento populacional, e é observado que quanto maior o poder aquisitivo, maior o consumo de água, atribuído à utilização de aparelhos eletroeletrônicos como: máquina de lavar louça, máquina de lavar roupas etc. Com a

reutilização de água pluvial, podemos gerar uma economia visível da água potável, se a mesma for utilizada em jardinagem, para lavar calçadas, e na descarga de vasos sanitários.

## **2.2 Recursos Hídricos no Brasil**

O Brasil é privilegiado em relação à distribuição de água, possuindo 53% do manancial de água doce da América do sul, e também possui o maior rio do planeta (Rio Amazonas). O clima também é um fator que influencia bastante para essa água em abundância em relação a outras regiões do continente, no Brasil os climas predominantes são o tropical e o subtropical, fazendo assim que os índices de chuva sejam elevados. Mundialmente também detém uma grande quantidade de água, possuindo 11,6% da água doce do mundo (8).

Mas mesmo privilegiado, a distribuição natural de águas no Brasil ocorre de maneira desproporcional, pois como mencionado, essa distribuição não coincide com as áreas de maior concentração populacional, e o que se tem são algumas áreas com muita água e pouca população, e outras com uma grande população e sem acesso a água, como pode ser observado na Figura 1.

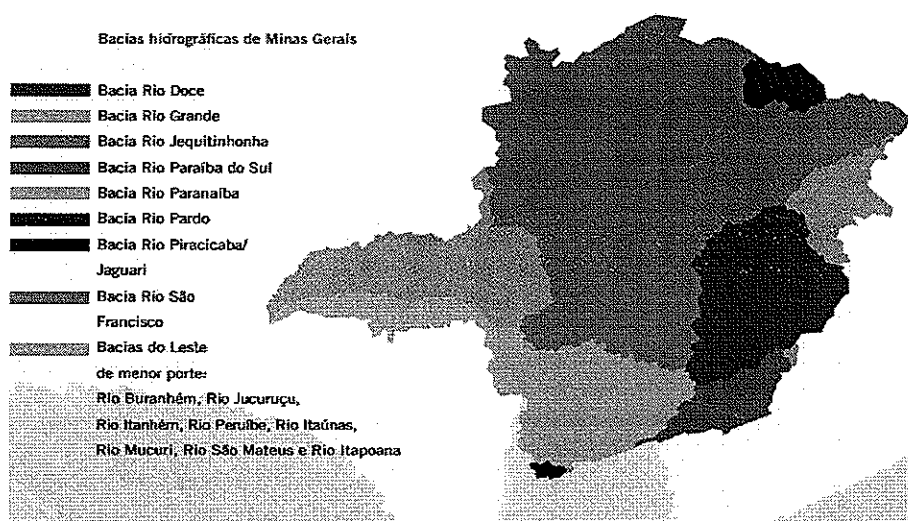
No nordeste brasileiro, a reutilização de água pluvial é destinada à fins não potáveis ou tratadas para consumo humano. Sendo uma região muito escassa de água potável, essa técnica possui uma grande importância, mas que pode ocasionar alguns problemas, pois às vezes, a água não é tratada corretamente, acarretando doença para as pessoas que a consomem.

## **2.3 Recursos Hídricos em Minas Gerais**

Minas Gerais é um estado localizado na região sudeste do Brasil, com uma população de aproximadamente 20.227.560 habitantes e um território de cerca de 586.522,122 km<sup>2</sup> segundo censo de 2016 (9).

É banhado por várias bacias hidrográficas, sendo as principais dos rios: Doce, Jequitinhonha, Paraná, Paranaíba, Grande e São Francisco, conforme mostrado na Figura 2.

Fig. 2 – Distribuição das principais bacias hidrográficas e rios de Minas Gerais



Fonte: 10

De acordo com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) (10), algumas peculiaridades fazem de Minas Gerais um estado muito especial quando se fala em gestão das águas:

- Minas possui três dos principais ecossistemas do país: a Caatinga, a Mata Atlântica e o Cerrado. Com isso, as potencialidades hídricas de cada região não são equânimes.
- É o estado onde nascem os rios que integram quatro das grandes Regiões Hidrográficas Nacionais: São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste e Paraná, englobando 17 bacias hidrográficas.
- O uso dos recursos hídricos no estado tem clara ligação com a economia nacional, pela sua posição geográfica estratégica no território nacional e a interdependência com os estados limítrofes.

O aproveitamento de águas pluviais é uma alternativa socioambiental e economicamente possível, mas, em Minas Gerais, a adoção desse sistema é facultativo. No entanto, em estados como São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Paraná, a detenção de águas da chuva já é obrigatória, onde leis foram designadas com a finalidade de amenizar os impactos das constantes enchentes nesses estados.

## 2.4 Reutilização de águas pluviais

Essa é uma prática já utilizada em várias partes do mundo, podendo ser aplicada em grandes centros urbanos. Porém, encontra-se nesses grandes centros uma poluição bastante elevada, o que pode ocasionar algumas dificuldades, pois a água que será armazenada poderá se misturar com alguns produtos que prejudicam a saúde do ser humano, mas sendo utilizada de maneira correta para fins não potáveis, isso não será um problema. Esse armazenamento já está se tornando cada dia mais uma realidade em vários locais, sejam eles em residências, grandes empresas ou em zona rural.

Evidências arqueológicas comprovaram que a captação da água pluvial ocorreu aproximadamente há 6.000 anos na China. Algumas ruínas datadas de 2.000 a.C. ainda estão preservadas em Israel, os quais coletavam a água pluvial das encostas para o uso na irrigação (Gould and Nissen-Petersen, 1999 apud The Texas Manual on Rainwater Harvesting, 2005) (11).

É recomendável que não seja reaproveitada a água das primeiras chuvas, tendo em vista a concentração de poluentes tóxicos na atmosfera dos grandes centros. O tamanho do reservatório deve ser definido de acordo com a disponibilidade hídrica e a demanda. Quando não aproveitada, a água pode ser liberada no solo, reabastecendo, assim, o lençol freático.

A água da chuva que será reaproveitada deverá ser utilizada para fins não potáveis, como irrigação de jardins, descargas em banheiros, limpeza de calçadas, entre várias outras atividades. A economia que será obtida através desse reaproveitamento estará ajudando o meio ambiente e ao próximo, pois será menos água potável retirada da natureza.

O armazenamento dessa água pode ser feito de formas diferentes, como por exemplo, realizando o armazenamento doméstico com a utilização de baldes e bacias para o recolhimento durante um dia chuvoso e, em seguida, usar para lavagem de passeios, casa, calçadas. Uma maneira mais eficiente para esse armazenamento seria a construção de reservatórios que permitem uma captação maior, o que permitirá a sua utilização em grande escala, em atividades que necessitem de mais água.

Além do grande problema que é a escassez de água, tem-se outro que se torna cada vez maior que são as enchentes, as quais tem como causas principais a redução das áreas verdes (área obrigatória de infiltração) e a precipitação cada vez mais instável (chove muito em pouco espaço de tempo e às vezes não chove por meses). Esse problema também pode ser minimizado com o reaproveitamento dessas águas, pois o escoamento superficial será menor e, conseqüentemente, menos água será acumulada na superfície do solo.

Dessa forma, o reaproveitamento se torna primordial. Devido à falta de conscientização da população e desrespeito com a natureza, os corpos d'água estão sendo poluídos. Sendo assim, fica cada vez mais difícil encontrar água de boa qualidade para ser consumida e grande parte dessa água é utilizada de maneira totalmente inadequada, agravando ainda mais a escassez.

Países como Alemanha, Estados Unidos, Japão, Austrália já reutilizam as águas pluviais, sendo que em vários desses países a economia de água se tornou bastante significativa, em torno de 30%. Esses países têm sistemas de tratamento dessas águas, sendo que não as utilizam apenas para consumo secundário, usam também como consumo primário, para banhos, consumo humano, higiene pessoal dentre outros (12).

Os componentes para a captação e armazenamento da água dependem das características das edificações. Esse sistema é composto basicamente de uma bacia coletora que irá captar a água; calhas e tubulações que irão transportar o material recolhido; peças, como peneiras, para reter materiais sólidos; cisterna; filtros de areia, para reter certas impurezas; bombas centrífugas para alimentar os filtros de areia; reservatório de retro lavagem; uma unidade de desinfecção. Pode também possuir um sistema de pressurização, que irá destinar a água, já tratada, para os locais nos quais ela será utilizada.

No Brasil apesar de estar se difundindo cada vez mais esse tipo de reaproveitamento, ainda não é considerado viável um tratamento para essa água, ser utilizada também para fins potáveis. Alguns estudiosos consideram que o seu nível de poluição seja muito elevado, e mesmo com o tratamento traria risco à saúde.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 NBR 10844- Instalações prediais de águas pluviais**

A Norma Brasileira NBR 10844 fixa as exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

Ela se aplica à drenagem de águas pluviais em coberturas e demais áreas associadas ao edifício, tais como terraços, pátios, quintais e similares. Essa Norma não se aplica a casos onde as vazões de projeto e as características da área exijam a utilização de bocas-de-lobo e galerias.

#### **3.2 NBR 15527- Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis- Requisitos**

A Norma Brasileira NBR 15527 fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Aplica-se a usos não potáveis em que as águas de chuva, após tratamento adequado, podem ser utilizadas como, por exemplo, para descargas em bacias sanitárias, na irrigação de gramados e plantas ornamentais, para a lavagem de veículos, para a limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios espelhos d'água e usos industriais.

#### **3.3 O sistema de captação de água pluvial da IES**

O sistema de captação de água pluvial é uma alternativa para economia de água e preservação do meio ambiente. A água captada neste sistema é utilizada em vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagem das dependências da instituição de ensino.

Para a implantação desse sistema é necessário fazer os cálculos das dimensões dos seus componentes, embasando-se na NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais e na NBR 15527 - Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, que seguem em anexo.

### 3.4 Componentes do sistema de captação de água pluvial:

- **Reservatórios**

Segundo DMAE apud (13) o consumo de água é específico, mediante as necessidades de consumo mediante a finalidade da edificação, podendo ser verificado na Tabela 1. Além disso, o volume dos reservatórios não pode ser menor que o valor consumido diariamente, e é recomendado não ultrapassar três vezes esse valor.

Tabela 1- Consumo de água em edificações

<b>Prédios</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo em litros/dia</b>
Apartamentos e residências	Per capita	200
Cinemas, teatros e templos	Lugar	2
Escolas-externatos	Per capita	50
Escolas-internatos	Per capita	200
Escolas-internatos e creches	Per capita	100
Escritório e lojas	Per capita	50
Estabelecimento de banhos ou saunas	Pessoa/banho	300
Fábricas(excluído o processo industrial)	Per capita	50
Garagens para Estacionamento de veículos	Veículo	25
Hotéis e motéis	Hóspede	200
Hospitais	Leito	250
Lavanderias	Kg de roupa seca	30
Mercado	m <sup>2</sup>	5
Posto de serviço para automóveis	Veículo	150
Restaurantes e similares	Refeição	25

Fonte: DMAE apud (13)

- **Reservatório destinado somente para água pluvial**

O dimensionamento dos reservatórios destinados a água pluvial, deve ser embasado em critérios técnicos, levando em conta a boa prática da engenharia. O dimensionamento desse tipo de reservatório é feito se embasando-se na NBR 15527 através do Método Prático Inglês, dado na Equação 1.

$$V_{rp} = 0,05 \cdot PA \quad (1)$$

Onde  $P$  é a precipitação média anual (mm),  $A$  área de coleta em projeção ( $m^2$ ) e  $V$  o volume do reservatório (L).

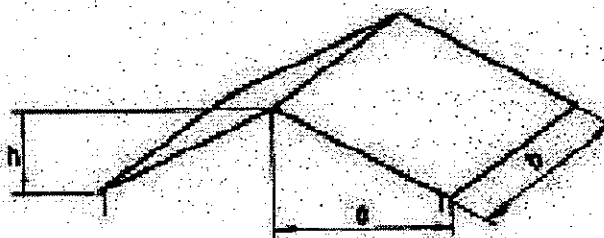
- **Área de contribuição**

A área de contribuição é o somatório das áreas das superfícies que recebem as águas da chuva. Para coberturas inclinadas, como na Figura 8 segundo a NBR 10844, a área de contribuição é dada pela equação 2.

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

Sendo  $A$  a área de contribuição ( $m^2$ ),  $a$  é metade da largura da queda do telhado,  $b$  seu comprimento,  $h$  sua altura.

Fig. 3 - Telhado



Fonte: (18)



- **Vazão de projeto**

É o valor de vazão o qual se determina as dimensões das calhas e condutores. É dada pela Equação 3 apresentada:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (3)$$

Onde  $Q$  é a vazão de projeto (L/min),  $I$  a intensidade pluviométrica (mm/H),  $A$  área de contribuição ( $m^2$ ).

- **Calha**

O tipo de calha a ser adotada é do tipo platibanda, onde a calha é instalada na linha da platibanda com a cobertura.

Segundo a NBR 10844 (19) a inclinação das calhas de platibanda é de no mínimo  $i = 0,5\%$ , e o coeficiente de rugosidade para aço galvanizado de  $n = 0,011$ .

Para o dimensionamento das calhas retangulares foram seguidos os seguintes critérios: livro.

$$b = 1,481 \left( \frac{Q \cdot n}{\sqrt{i}} \right)^{0,375} \quad (4)$$

$$a = 2 \cdot b \quad (5)$$

Onde  $b$  é a altura da calha (cm),  $Q$  a vazão de projeto (L/min),  $n$  é o coeficiente de rugosidade,  $a$  é a largura da calha e  $i$  é a declividade da calha (m/m).

- **Condutor horizontal**

Condutor horizontal é a tubulação que recolhe e conduz as águas pluviais até o seu devido local. Segundo a NBR10844 (14) os condutores horizontais são fornecidos pela Tabela 2.

**Tabela 2 – Capacidade de condutores horizontais de secção circular (Vazões em L/min)**

	Diâmetro interno (D) (mm)	n=0,011				n=0,012				n=0,013			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.900	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: (13)

- **A vazão de projeto é dada pela equação 6:**

$$Q = K \frac{S}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{0,5} \quad (6)$$

Onde Q é a vazão de projeto (L/min), S é a área da seção molhada (m<sup>2</sup>), n é o coeficiente de rugosidade, R é o raio hidráulico (m), PH=PI/S é o perímetro molhado (m), i é a declividade da calha (m/m) e o K= 60.000

- **Condutor Vertical**

Condutor vertical é a tubulação que recolhe as águas das calhas e conduz até a parte inferior da edificação.

O dimensionamento dos condutores verticais é dado pela Equação 7, pelo método de FRONTUOSO:

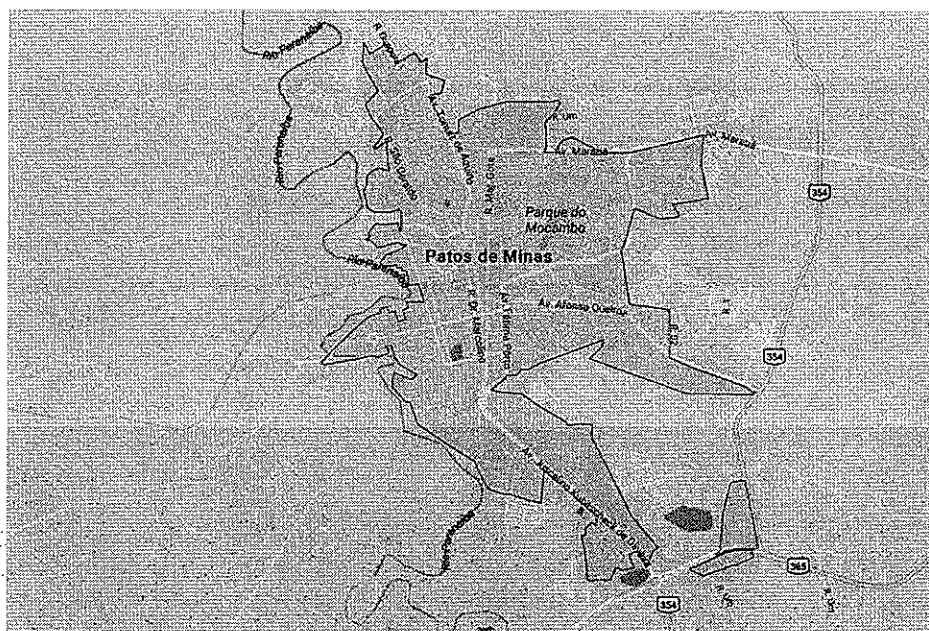
$$Q = 0,0039 \cdot D^2 \cdot H^{0,5} \quad (7)$$

Onde Q é a vazão de projeto (L/min), o D é o diâmetro da tubulação (mm) e o H a altura da calha (mm).

## 4 ÁREA DE ESTUDO

Patos de Minas está situada na região intermediária às regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Considerada polo econômico regional, lidera a microrregião do Alto Paranaíba que é composta por 10 municípios. A população do município é de 149.156 habitantes (15).

Fig. 4 – Mapa da cidade de Patos de Minas



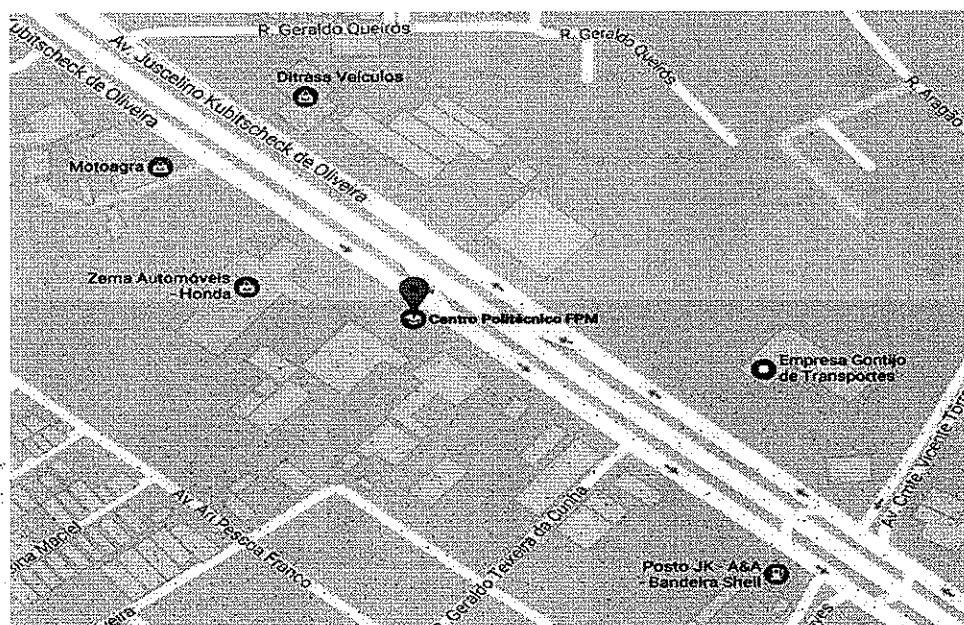
Fonte: 16

Aproximadamente 99% das ruas da cidade são asfaltadas e possuem iluminação pública. Quase a totalidade dos habitantes (97%) é beneficiada com água tratada de excelente qualidade. O sistema de abastecimento de água da Copasa em Patos de Minas foi premiado por 2 vezes pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (Abes), recebendo o Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento. Em 1999 e em 2002. O sistema de esgotamento sanitário atinge cerca de 98% da população (17).

#### 4.1 Objeto de estudo

O Instituto Politécnico de Patos de Minas – Faculdade Patos de Minas (FPM), está situado numa área de acesso rápido e fácil, muito próxima ao centro da cidade, na Avenida Juscelino Kubitscheck de Oliveira. São quase 20.000m<sup>2</sup> de área total. A primeira fase da obra tem 10.200m<sup>2</sup>, onde funcionam 56 salas de aula, 15 laboratórios e uma biblioteca. Conta ainda com espaços de convivência arborizados, lanchonete, recepção, salas de professores e de apoio e dois pátios de estacionamento.

**Fig. 5 – Localização do Instituto Politécnico da FPM**



Fonte: (18)

Além desse arsenal físico, a instituição administra neste prédio cursos de graduação nas áreas de Engenharia Civil e Engenharia Elétrica, Psicologia, Educação Física, Farmácia e atualmente um grande marco com o curso de Gastronomia.

Como podemos ver a seguir nas figuras 5 e 6, a IES possui um sistema de captação de água pluvial no qual suas águas são direcionadas a fins não potáveis como: vasos sanitários, mictórios, áreas externas e demais localidades do prédio no qual seu uso seja seguro e controlado. Constituído por um reservatório com

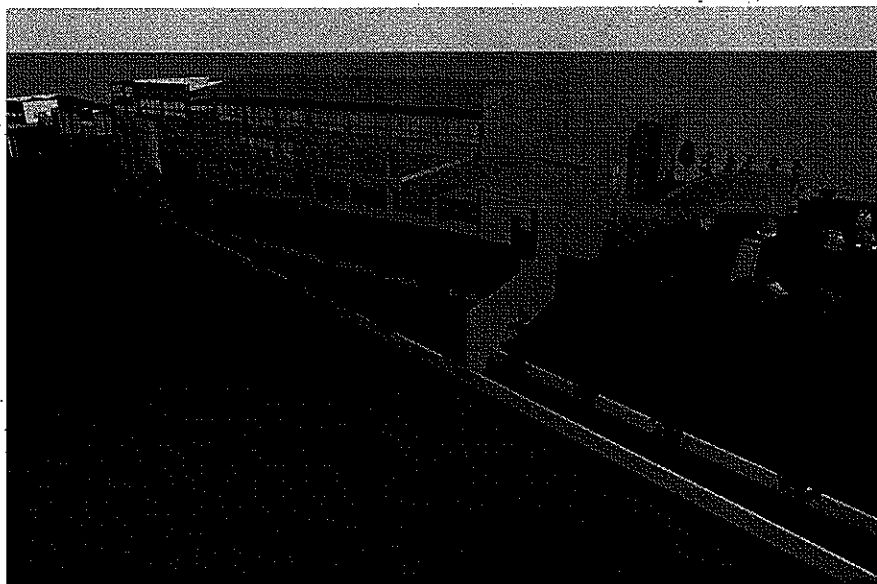
capacidade para armazenar 150 mil litros de água das chuvas, que é o diferencial do projeto ecológico, uma estrutura de reaproveitamento de águas pluviais.

**Fig. 6 – Vista geral do Instituto Politécnico da FPM**



Fonte: (18)

**Fig. 7– Vista geral do Instituto Politécnico da FPM**



Fonte: (18)

**Fig. 8 – Entrada principal do Instituto Politécnico da FPM**



#### **4.2 Levantamento de Dados**

Para realizar uma análise dos benefícios da implantação do sistema de captação de água pluvial da IES Faculdade Patos de Minas foram realizados os seguintes procedimentos: 1) Análise do sistema de captação de águas pluviais já existentes. 2) Dimensionamento do sistema para a IES 3) Coleta de contas de consumo de água. 4) Pesquisa de dados pluviométricos da região 5) Registro fotográfico das atuais áreas de utilização de água pluvial.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Dimensionamento do sistema de captação de água pluvial da IES

Segundo a Tabela 1, o consumo de água nas instituições de ensino é de 50 L/ dia por pessoa. Aproximadamente 1.000 pessoas frequentaram a IES por dia, no ano de 2016. Sendo assim o consumo diário da Instituição foi de  $C_d = 50.000$  L.

Como o volume dos reservatórios não pode ser menor que o valor consumido diariamente, além de não ser recomendado não ultrapassar três vezes esse valor, adotou-se um índice de reservação  $I_R = 2C_d$ . Sendo assim, o volume do reservatório é de  $V_r = 100.000$  L.

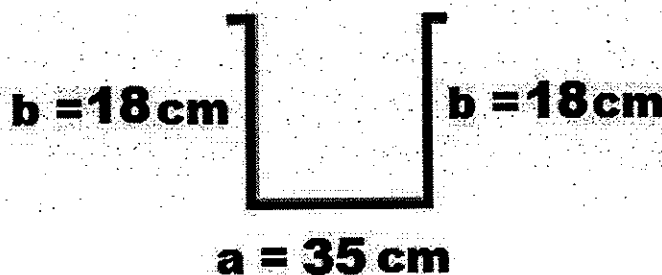
Para o dimensionamento dos reservatórios destinados a água pluvial, utilizou-se a Equação 2, obtendo-se um volume de reservatório  $V_{rp} = 34.043$  L.

Considerando que o telhado da IES possui duas águas como ilustrado na Figura 8, tem-se que o mesmo possui uma largura  $a = 20$  m, comprimento  $b = 57,7$  m e altura  $h = 2,55$  m. Sendo assim, baseando-se na geometria da cobertura da IES, e através da Equação 2, tem-se uma área de contribuição de  $2.381,57$  m<sup>2</sup>.

A vazão de projeto, dada pela Equação 3, resultando em  $Q = 4.766,05$  L/min.

Para o dimensionamento das calhas retangulares do projeto, utilizou-se as Equações 4 e 5 com inclinação  $i = 0,5\%$ , e o coeficiente de rugosidade para aço galvanizado de  $n = 0,011$ , resultando nas dimensões  $b = 17,66$  cm  $a = 35,32$  cm, como especificado na Figura 9.

Fig. 9 – Calha Retangular



Fonte: (13)



Com a vazão de 4.767,05l/min e altura da calha de 176,6 mm o cálculo do condutor horizontal resultou através da Equação 6 na qual determinou-se um diâmetro de 300 mm.

Com área de seção molhada de 0,063 m<sup>2</sup>, coeficiente de rugosidade de 0,011 e perímetro molhado de 0,71m com inclinação da calha de 0,5% alcançamos uma vazão de 4.853,54l/min sendo assim olhando na tabela resultou em um diâmetro de condutores verticais também de 300 mm.

## 5.2 Detalhes do sistema

Fig. 10– Detalhamento do Sistema

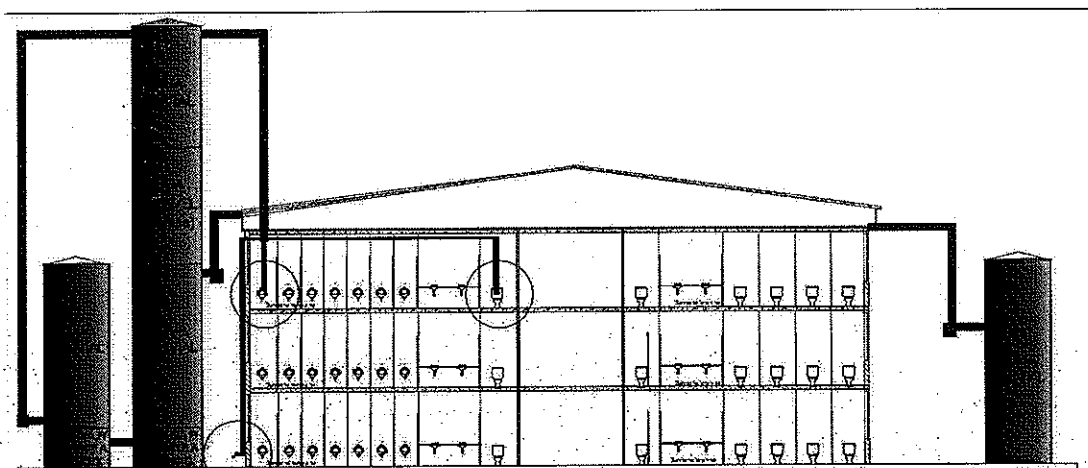
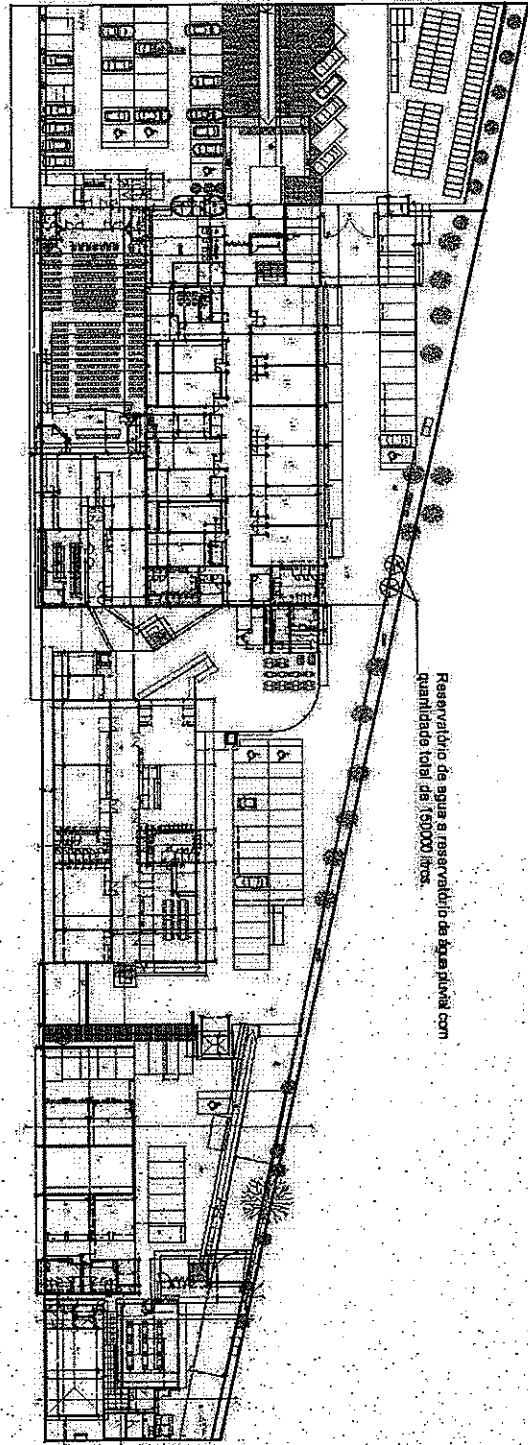


Figura 11 - Planta Baixa



### 5.3 Aplicação da água reaproveitada

O Instituto Politécnico da FPM utiliza a água pluvial para atividades não potáveis, como irrigação de jardins, lavagem de pátios e descargas de vasos sanitários.

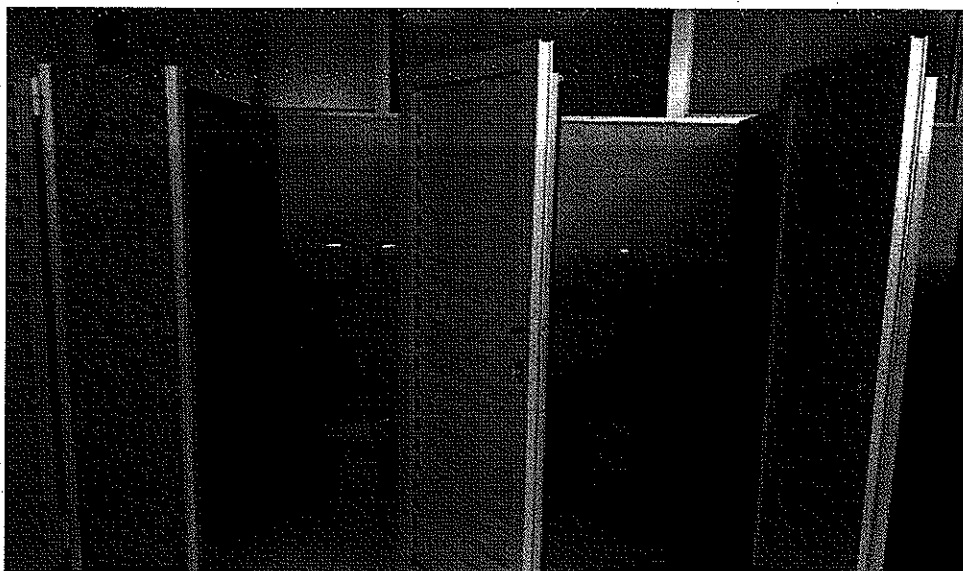
Fig 12 – Jardim



Fig. 13 – Jardim



Fig.14 – Aparelhos sanitários



#### 5.4 Manutenção do sistema

A manutenção é feita duas vezes ao ano, uma antes do período de chuva e outra após. A manutenção é simples, sendo feita somente a limpeza das calhas para retirada de materiais que possam entupir os tubos. Cada componente do sistema tem um determinado tempo para sua manutenção, como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3 – Frequência de manutenção

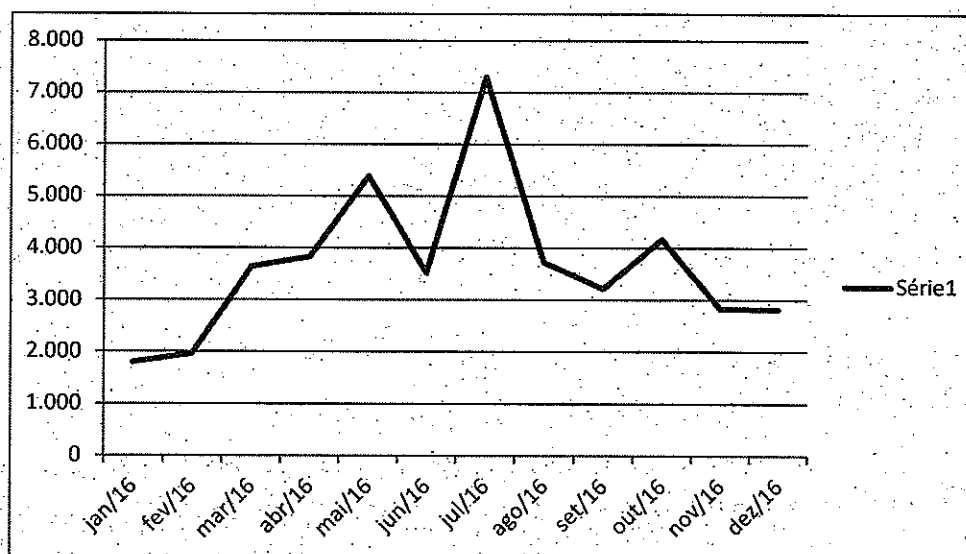
Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: (1)

### 5.5 Consumo de água medido pela COPASA

A Fig. 15 representa o consumo de água medido pela concessionária responsável pelo abastecimento de água na cidade de Patos de Minas (COPASA) referente ao ano de 2016.

Fig. 15 - Gráfico média mensal do consumo de água



Através do gráfico pode se observar que no período de Jan/2016 até Jul./2016 tem-se um consumo de 2000 a 5000 litros representados a partir de uma

média diária. Registro já calculado pela concessionária responsável em seus talões de água.

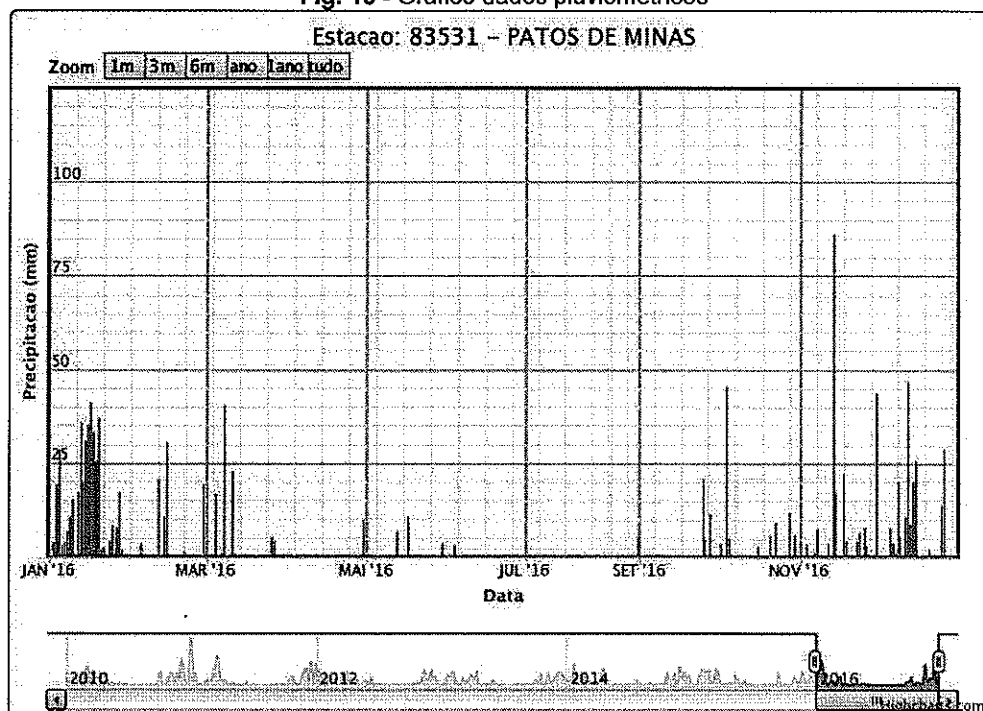
E após este período observa-se um grande consumo, chegando à média diária de aproximadamente 7300 litros em meados de Agosto/2016. Após esse grande avanço obteve-se uma queda no consumo de água fornecido pela Copasa.

Isso se explica devido ao Instituto Politécnico de Patos de Minas, no primeiro período de Jan/2016 até Julho/2016 ainda encontrava-se em processo de instalação do sistema de captação de águas pluviais, necessitando de um grande consumo de água não só devido as construções mais também reflexo desse processo de instalação, e depois do mês de Agosto/2016 observa-se que houve a queda, pois o sistema já iniciou suas atividades com sucesso e a instalação de captação de águas pluviais refletiu diretamente no consumo de água fornecido pela Copasa, lembrando que a água pluvial no Instituto Politécnico é por enquanto para fins não potáveis.

#### **5.6 Dados pluviométricos**

Abaixo tem-se a Figura 16 que mostra a quantidade de precipitação da chuva (água) em um determinado período, medida em milímetros. Dados pluviométricos do ano de 2016 da cidade de Patos de Minas.

Fig. 16 - Gráfico dados pluviométricos



Fonte: (19)

Este levantamento é muito importante, pois mostra cada período no qual se terá grande quantidade de chuva, além dos períodos de estiagem.

Dados como estes apresentados no gráfico mostra qual período temos que construir o sistema, o período de grandes chuvas, o período de seca. E a partir disso dimensionarmos nosso sistema ao ponto de ser economicamente viável, que atenda as necessidades do dia a dia, podendo ser para fins não potáveis ou potáveis.

## 6 DISCUSSÃO

Foram feitos todos os cálculos para dimensionamento do sistema de captação de águas pluviais da IES. Em seguida foi realizada uma avaliação do sistema já existente. Constatou-se que o sistema já existente satisfaz todas as necessidades que o projeto de instalações de águas pluviais exige, conforme exemplificado na Figura 17.

Capacidade do reservatório: seu volume ideal deve estar entre 100.000l a 150.000l. o reservatório da IES é de 150.000l.




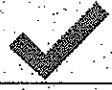

O reservatório destinado somente para água pluvial ideal é de 34.000l, a IES possui reservatório com capacidade de 100.000l para água pluvial, sendo 16.000l destinados para combate a incêndio.

Dimensões das calhas: as calhas devem ser de 35cm x 18cm e a da IES é de 35cm x 18cm.

Os condutores horizontais devem ser de 300mm, e a IES possui condutores horizontais de 300mm.

Os condutores verticais devem ser de 300mm, e a IES possui condutores horizontais de 300mm.

Tabela 4 – Verificação do sistema

Composição do Sistema	Situação ideal	Situação atual	
Capacidade total do reservatório	100.000l a 150.000l	100.000l	
Capacidade do reservatório para água pluvial	34.000l	120.000l	
Dimensões das calhas	35cm x 18cm	35cm x 18cm	
Condutores horizontais	300mm	300mm	
Condutores verticais	300mm	300mm	



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em épocas em que se ressalta a necessidade da conservação da água, é preciso buscar medidas e soluções sustentáveis que venham contribuir com o uso controlado dela. Dentre essas soluções sustentáveis, destacam-se as técnicas de aproveitamento de água pluvial.

Foi a partir dessa preocupação com o racionamento da água que se buscou nesta monografia técnicas tangíveis e, no decorrer da procura, notou-se que o próprio Instituto Politécnico da FPM é exemplo de uma técnica de reaproveitamento de água pluvial.

E, por meio desse estudo, foi feita uma análise do sistema já existente de captação de água pluvial no Instituto Politécnico da FPM, localizado na cidade de Patos de Minas- MG.

Realizou-se um novo projeto de instalações de águas pluviais para verificar se o sistema já existente atende às necessidades da instituição, e o resultado obtido é que as instalações existentes são compatíveis com o exigido no novo projeto.

Com isso, verifica-se a importância de se conhecer estudos já realizados por outros pesquisadores, comprovando que o potencial de economia de água potável obtido através do aproveitamento de água pluvial é bastante expressivo e necessário quando se trata de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- 1- MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino:** Estudo de caso em Florianópolis - SC. Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC\\_Ana\\_Kelly\\_Marinoski.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- 2- PUCRS. **Planeta água:** Morrendo de sede. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/online/planetaagua.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2017.
- 3- IBGE. **Distribuição hídrica por região no Brasil.** Disponível em: <<http://distribuicao hidrica.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=78647>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- 4- GRASSI, Marco Tadeu. **As águas do planeta.** Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- 5- BBC. **2,7 bilhões podem ficar sem água em 2025, diz ONU.** Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2002/020322\\_secaml.shtml](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2002/020322_secaml.shtml)>. Acesso em: 19 nov. 2015.
- 6- SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Aproveitamento da água das chuvas"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/aproveitamento-agua-das-chuvas.htm>>. Acesso em 04 de abril de 2017.
- 7- MMA. **Água:** Um recurso cada vez mais ameaçado. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur/\\_publicacao/140\\_publicacao09062009025910.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2017.
- 8- IBGE. **Minas Gerais.** Disponível em: <<http://estados.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=465379>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- 9- COPASA. **Recursos hídricos:** Um planeta azul. Disponível em: <[http://www.copasa.com.br/wps/wcm/connect/64346055-1599-4f14-a6a7-635299d863de/COPASA\\_RecursosHidricos.pdf?MOD=AJPERES](http://www.copasa.com.br/wps/wcm/connect/64346055-1599-4f14-a6a7-635299d863de/COPASA_RecursosHidricos.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 06 mar. 2017.
- 10- JABUR, Andrea Sartori; BENETTI, Heloiza Piassa; SILIPRANDI, Elizangela Marcelo. Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis. In: VII

CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 7. 2011, Curitiba. **VII Congresso Nacional de excelência em gestão**. Curitiba: Utfpr, 2011. p. 1 - 13. Disponível em: <[http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg7/anais/t11\\_0353\\_2014.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg7/anais/t11_0353_2014.pdf)>. Acesso em: 19 nov. 2016.

11- CARDOSO, Daniel Correa. **Aproveitamento de Águas Pluviais em Habitações de Interesse Social**. Disponível em: <[http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/DANIEL\\_CÔRREA\\_CARDOSO.pdf](http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/DANIEL_CÔRREA_CARDOSO.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2017.

12-TOMAZ, Plínio. **PREVISÃO DE CONSUMO DE ÁGUA: Interface nas Instalações Prediais de Água e Esgoto com os Serviços Públicos**. Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos\\_livros/livro\\_previsao\\_de\\_consumo\\_agua\\_170114/previsao\\_de\\_consumo\\_de\\_agua.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_previsao_de_consumo_agua_170114/previsao_de_consumo_de_agua.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2017.

13-19- NBR 10844. **Instalações prediais de águas pluviais**. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2017

14- IBGE. **Patos de Minas**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=314800>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

15- GOOGLE MAPS. **Patos de Minas**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Patos+de+Minas,+MG/@-18.5958745,-46.5413059,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x94ae6296b0810f37:0xde10e83104493c78!8m2!3d-18.5872582!4d-46.5146749>>. Acesso em: 12 maio 2017.

16-GOOGLE MAPS. **Patos de Minas**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Centro+Polit%C3%A9cnico+FPM/@-18.6143487,-46.5146464,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x94ae8aaa3ef73093:0x6bcb7925cf8cc063!8m2!3d-18>> Acesso em: 12 maio 2017.

17-PREFEITURA DE PATOS DE MINAS. **Infra-estrutura**. Disponível em: <<http://www.patosdeminas.mg.gov.br/acidade/infraestrutura.php>>. Acesso em: 03 abr. 2017<<https://www.google.com.br/maps/place/Centro+Polit%C3%A9cnico+FPM/@-18.6143487,-46.5146464,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x94ae8aaa3ef73093:0x6bcb7925cf8cc063!8m2!3d-18>> Acesso em: 12 maio 2017.

18-FPM. **Faculdade patos de minas inaugura o ippm – instituto politécnico de patos de minas**. Disponível em: <<http://faculdadepatosdeminas.edu.br/noticias/detalhada/faculdade-patos-de-minas-inaugura-o-ippm--instituto--politecnico-de-patos-de-minas>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

19-INMET. **Patos** de **Minas**. Disponível em:  
<[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf)>. Acesso em: 12 maio 2017.

**ANEXO A – NBR 10844 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS  
PLUVIAIS.**



**ABNT-Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas**

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 13-28º andar  
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: PABX (021) 210-3122  
Fax: (021) 220-1762/220-6436  
Endereço Telegráfico:  
NORMATECNICA

Copyright © 1989,  
ABNT - Associação Brasileira de  
Normas Técnicas  
Printed in Brazil/  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

DEZ 1989

NBR 10844

## Instalações prediais de águas pluviais

### Procedimento

Origem: Projeto NB-611/1981  
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil  
CE-02:009.10 - Comissão de Estudo de Instalações Prediais de águas Pluviais  
NBR 10844 - Drainage of roofs and paved areas - Code of practice - Procedure  
Descriptors: Drainage of roofs. Storm water  
Esta Norma substitui a NB-611/1981  
Reimpressão da NB-611, DEZ 1988

Palavras-chave: Instalação predial. Água pluvial

13 páginas

### SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Documentos complementares
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- ANEXO - Tabela 5

#### 1. Objetivo

**1.1** Esta Norma fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

**1.2** Esta Norma se aplica à drenagem de águas pluviais em coberturas e demais áreas associadas ao edifício, tais como terraços, pátios, quintais e similares. Esta Norma não se aplica a casos onde as vazões de projeto e as características da área exijam a utilização de bocas-de-lobo e galerias.

#### 2. Documentos complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 5580 - Tubos de aço-carbono para rosca Whitworth gás para usos comuns na condução de fluidos - Especificação

NBR 5645 - Tubo cerâmico para canalizações - Especificação

NBR 5680 - Tubo de PVC rígido - dimensões - Padronização

NBR 5885 - Tubos de aço para usos comuns na condução de fluidos - Especificação

NBR 6184 - Produtos de cobre e ligas de cobre em chapas e tiras - Requisitos gerais - Especificação

NBR 6663 - Chapas finas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais - Padronização

NBR 6647 - Folhas de flandres simplesmente reduzidas - Especificação

NBR 7005 - Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo semicontínuo de imersão a quente - Especificação

NBR 7196 - Folha de telha ondulada de fibrocimento - Procedimento

NBR 8056 - Tubo coletor de fibrocimento para esgoto sanitário - Especificação

NBR 8161 - Tubos e conexões de ferro fundido para esgoto e ventilação - Formatos e dimensões - Padronização

NBR 9793 - Tubo de concreto simples de seção circular para águas pluviais - Especificação

NBR 9794 - Tubo de concreto armado de seção circular para águas pluviais - Especificação

NBR 9814 - Execução de rede coletora de esgoto sanitário - Procedimento

NBR 10843 - Tubos de PVC rígido para instalações prediais de águas pluviais - Especificação

### 3 Definições

Para os efeitos desta Norma são adotadas as Definições de 3.1 a 3.23.

#### 3.1 Altura pluviométrica

Volume de água precipitada por unidade de área horizontal.

#### 3.2 Área de contribuição

Soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação.

#### 3.3 Bordo livre

Prolongamento vertical da calha, cuja função é evitar transbordamento.

#### 3.4 Caixa de areia

Caixa utilizada nos condutores horizontais destinados a recolher detritos por deposição.

#### 3.5 Calha

Canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino.

#### 3.6 Calha de água-furtada

Calha instalada na linha de água-furtada da cobertura.

#### 3.7 Calha de beiral

Calha instalada na linha de beiral da cobertura.

#### 3.8 Calha de platibanda

Calha instalada na linha de encontro da cobertura com a platibanda.

#### 3.9 Conductor horizontal

Canal ou tubulação horizontal destinado a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.

#### 3.10 Conductor vertical

Tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício.

#### 3.11 Diâmetro nominal

Simple número que serve para classificar, em dimen-

sões, os elementos de tubulações (tubos, conexões, condutores, calhas, bocais, etc.), e que corresponde aproximadamente ao diâmetro interno da tubulação em milímetros. O diâmetro nominal (DN) não deve ser objeto de medição nem ser utilizado para fins de cálculos.

#### 3.12 Duração de precipitação

Intervalo de tempo de referência para a determinação de intensidades pluviométricas.

#### 3.13 Funil de saída

Saída em forma de funil.

#### 3.14 Intensidade pluviométrica

Quociente entre a altura pluviométrica precipitada num intervalo de tempo e este intervalo.

#### 3.15 Perímetro molhado

Linha que limita a seção molhada junto às paredes e ao fundo do condutor ou calha.

#### 3.16 Período de retorno

Número médio de anos em que, para a mesma Duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada apenas uma vez.

#### 3.17 Ralo

Caixa dotada de grelha na parte superior, destinada a receber águas pluviais.

#### 3.18 Ralo hemisférico

Ralo cuja grelha tem forma hemisférica.

#### 3.19 Ralo plano

Ralo cuja grelha tem forma plana.

#### 3.20 Saída

Orifício na calha, cobertura, terraço e similares, para onde as águas pluviais convergem.

#### 3.21 Seção molhada

Área útil de escoamento em uma seção transversal de um condutor ou calha.

#### 3.22 Tempo de concentração

Intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o momento em que toda a área de contribuição passa a contribuir para determinada seção transversal de um condutor ou calha.

#### 3.23 Vazão de projeto

Vazão de referência para o dimensionamento de condutores e calhas.

## 4 Condições gerais

### 4.1 Materiais

4.1.1 As calhas devem ser feitas de chapas de aço galvanizado, (NBR 7005, NBR 6663), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.

4.1.2 Nos condutores verticais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento, PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cobre, chapas de aço galvanizado (NBR 6663, NBR 7005), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro.

4.1.3 Nos condutores horizontais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento (NBR 8056), PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cerâmica vidrada (NBR 5645), concreto (NBR 9793, NBR 9794), cobre, canais de concreto ou alvenaria.

4.1.3.1 Para tubulações enterradas em locais sujeitos a cargas móveis na superfície do solo e do reaterro, observar as recomendações específicas relativas ao assunto.

### 4.2 instalações de drenagem de águas pluviais

4.2.1 Estas devem ser projetadas de modo a obedecer às seguintes exigências:

- a) recolher e conduzir a Vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- b) ser estanques;
- c) permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- d) absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas;
- e) quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes a estes choques;
- f) nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries;
- g) nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis;
- h) não provocar ruídos excessivos;
- i) resistir às pressões a que podem estar sujeitas;
- j) ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

4.2.2 As águas pluviais não devem ser lançadas em redes de esgoto usadas apenas para águas residuárias (despejos líquidos domésticos ou industriais) (Ver NBR 9814).

4.2.3 A instalação predial de águas pluviais se destina exclusivamente ao recolhimento e condução das águas pluviais, não se admitindo quaisquer interligações com outras instalações prediais.

4.2.4 Quando houver risco de penetração de gases, deve ser previsto dispositivo de proteção contra o acesso destes gases ao interior da instalação.

## 5 Condições específicas

### 5.1 Fatores meteorológicos

5.1.1 A determinação da intensidade pluviométrica "I", para fins de projeto, deve ser feita a partir da fixação de valores adequados para a Duração de precipitação e o período de retorno. Tomam-se como base dados pluviométricos locais.

5.1.2 O período de retorno deve ser fixado segundo as características da área a ser drenada, obedecendo ao estabelecido a seguir:

T = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empacamentos possam ser tolerados;

T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;

T = 25 anos, para coberturas e áreas onde empacamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

5.1.3 A duração de precipitação deve ser fixada em t = 5min.

5.1.3.1 Se forem conhecidos, com precisão, valores de tempo de concentração e houver dados de intensidade pluviométrica correspondentes, estes podem ser utilizados. Isto é permitido quanto a outros valores de período de retorno para obras especiais.

5.1.4 Para construção até 100m<sup>2</sup> de área de projeção horizontal, salvo casos especiais, pode-se adotar: I = 150mm/h.

5.1.5 A ação dos ventos deve ser levada em conta através da adoção de um ângulo de inclinação da chuva em relação à horizontal igual a arc tg<sup>2</sup> θ, para o cálculo da quantidade de chuva a ser interceptada por superfícies inclinadas ou verticais. O vento deve ser considerado na direção que ocasionar maior quantidade de chuva interceptada pelas superfícies consideradas (Ver Figura 1).

### 5.2 Área de contribuição

5.2.1 No cálculo da área de contribuição, devem-se considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura e às paredes que interceptem água de chuva que também deva ser drenada pela cobertura (Ver Figura 2 e NBR 7196).

### 5.3 Vazão de projeto

5.3.1 A vazão de projeto deve ser calculada pela fórmula:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min

I = intensidade pluviométrica, em mm/h

A = área de contribuição, em m<sup>2</sup>



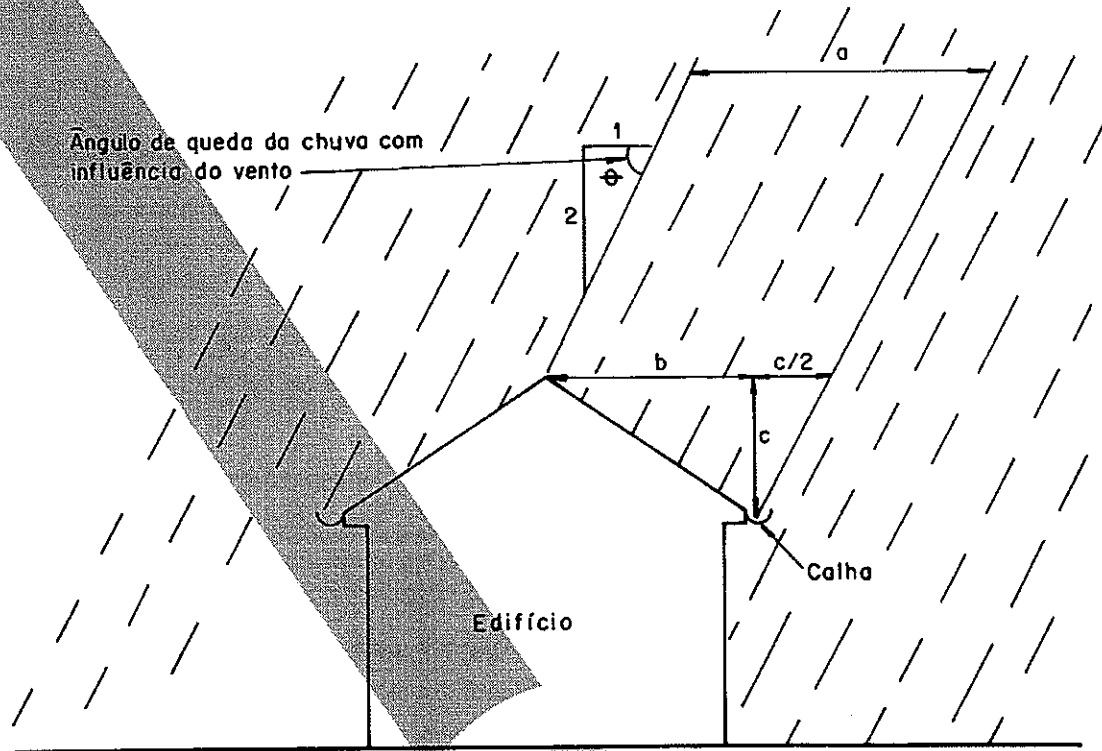
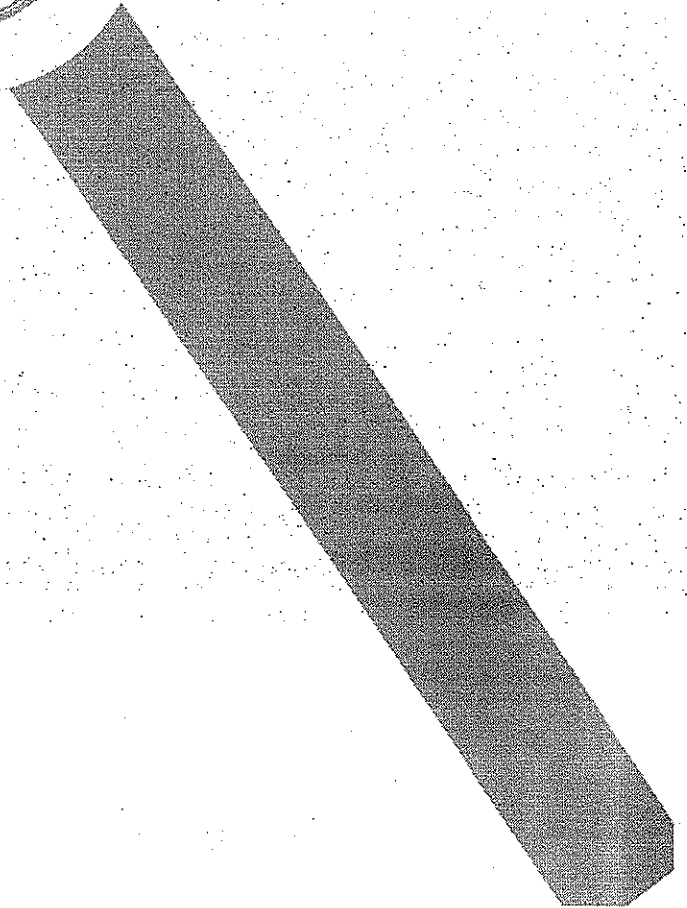


Figura 1 - Influência do vento na inclinação da chuva



/FIGURA 2



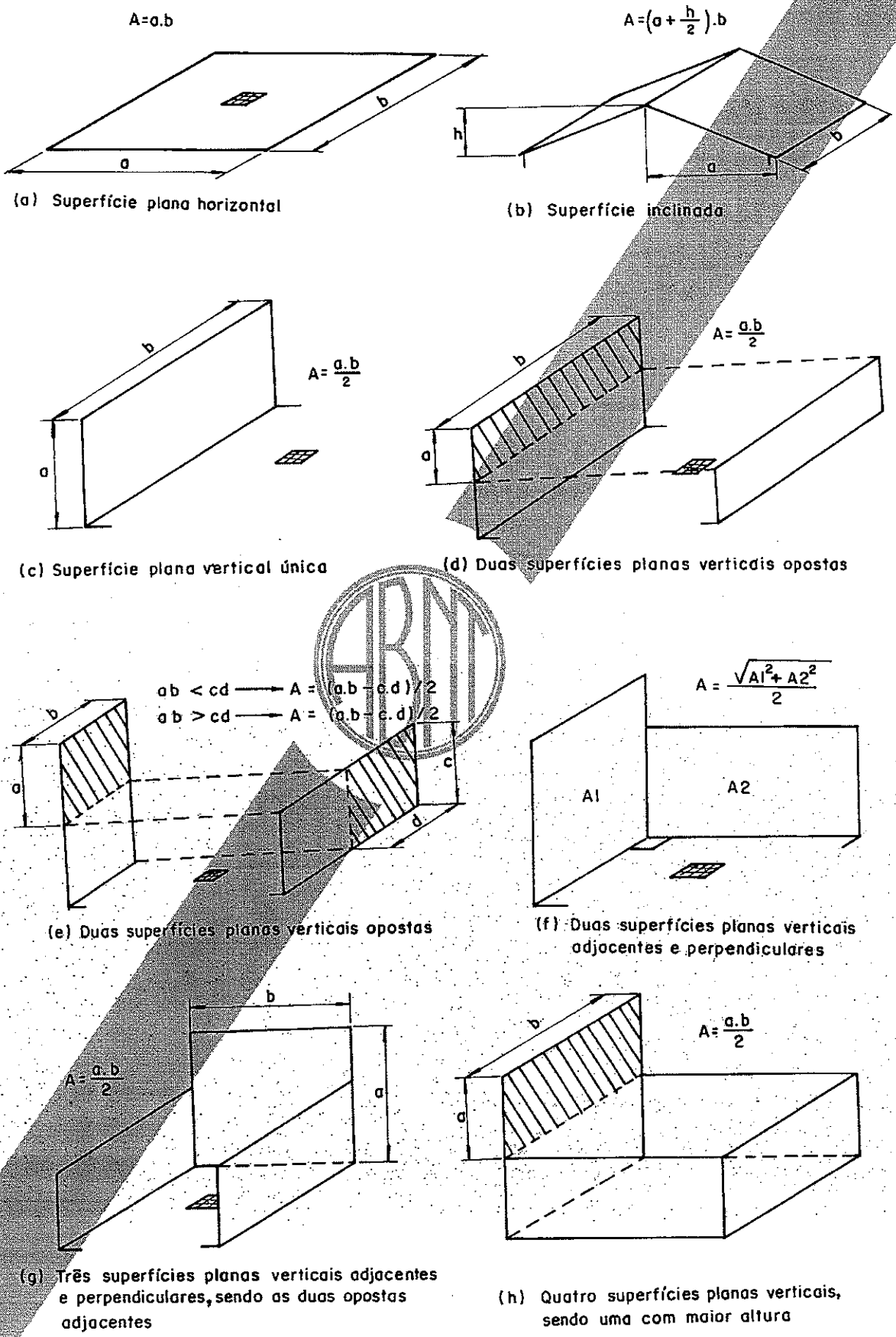


Figura 2 - Indicações para cálculos da área de contribuição

**5.4 Coberturas horizontais de laje**

5.4.1 As coberturas horizontais de laje devem ser projetadas para evitar empoçamento, exceto aquele tipo de acumulação temporária de água, durante tempestades, que pode ser permitido onde a cobertura for especialmente projetada para ser impermeável sob certas condições.

5.4.2 As superfícies horizontais de laje devem ter declividade mínima de 0,5%, de modo que garanta o escoamento das águas pluviais, até os pontos de drenagem previstos.

5.4.3 A drenagem deve ser feita por mais de uma saída, exceto nos casos em que não houver risco de obstrução.

5.4.4 Quando necessário, a cobertura deve ser subdividida em áreas menores com calamentos de orientações diferentes, para evitar grandes percursos de água.

5.4.5 Os trechos da linha perimetral da cobertura e das eventuais aberturas na cobertura (escadas, clarabóias etc.) que possam receber água, em virtude do calamento, devem ser dotados de platibanda ou calha.

5.4.6 Os raios hemisféricos devem ser usados onde os ralos planos possam causar obstruções.

**5.5 Calhas**

5.5.1 As calhas de beiral e platibanda devem, sempre que possível, ser fixadas centralmente sob a extremidade da cobertura e o mais próximo desta.

5.5.2 A inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

5.5.3 As calhas de água-furtada têm inclinação de acordo com o projeto da cobertura.

5.5.4 Quando a saída não estiver colocada em uma das extremidades, a vazão de projeto para o dimensionamento das calhas de beiral ou platibanda deve ser aquela correspondente à maior das áreas de contribuição.

5.5.5 Quando não se pode tolerar nenhum transbordamento ao longo da calha, extravasores podem ser previstos como medida adicional de segurança. Nesses casos, eles devem descarregar em locais adequados.

5.5.6 Em calhas de beiral ou platibanda, quando a saída estiver a menos de 4m de uma mudança de direção, a Vazão de projeto deve ser multiplicada pelos coeficientes da Tabela 1.

**Tabela 1 - Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto**

Tipo de curva	Curva a menos de 2 m da saída da calha	Curva entre 2 e 4m da saída da calha
canto reto	1,2	1,1
canto arredondado	1,1	1,05

5.5.7 O dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de Manning-Strickler, indicada a seguir, ou de qualquer outra fórmula equivalente:

$$Q = K \frac{S}{n} R_H^{2/3} i^{1/2}$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min

S = área da seção molhada, em m<sup>2</sup>

n = coeficiente de rugosidade (Ver Tabela 2)

R = raio hidráulico, em m

P<sub>H</sub> =  $\frac{P}{S}$  perímetro molhado, em m

i = declividade da calha, em m/m

K = 60.000

5.5.7.1 A Tabela 2 indica os coeficientes de rugosidade dos materiais normalmente utilizados na confecção de calhas.

**Tabela 2 - Coeficientes de rugosidade**

Material	n
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

5.5.7.2 A Tabela 3 fornece as capacidades de calhas semicirculares, usando coeficiente de rugosidade n = 0,011 para alguns valores de declividade. Os valores foram calculados utilizando a fórmula de Manning-Strickler, com lâmina de água igual à metade do diâmetro interno.

**Tabela 3 - Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade n = 0,011 (Vazão em L/min)**

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

**5.6 Condutores verticais**

5.6.1 Os condutores verticais devem ser projetados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90o de

raio longo ou curvas de 45° e devem ser previstas peças de inspeção.

**5.6.2** Os condutores verticais podem ser colocados externa e internamente ao edifício, dependendo de considerações de projeto, do uso e da ocupação do edifício e do material dos condutores.

**5.6.3** O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é 70mm.

**5.6.4** O dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir dos seguintes dados:

Q = Vazão de projeto, em L/min

H = altura da lâmina de água na calha, em mm

L = comprimento do condutor vertical, em m

Nota: O diâmetro interno (D) do condutor vertical é obtido através dos ábacos da Figura 3.

**5.6.4.1** Para calhas com saída em aresta viva ou com funil de saída, deve-se utilizar, respectivamente, o ábaco (a) ou (b)

dados: Q (L/min), H (mm) e L (m)

- H incógnita: D (mm)

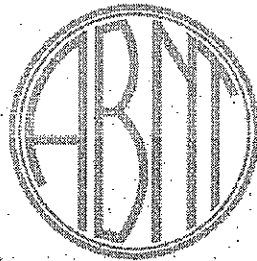
- Procedimento: levantar uma vertical por Q até interceptar as curvas de H e L correspondentes. No caso de não haver curvas dos valores de H e L, interpolar entre as curvas existentes. Transportar a interseção mais alta até o eixo D. Adotar o diâmetro nominal cujo diâmetro interno seja superior ou igual ao valor encontrado.

**5.6.4.2** Os ábacos foram construídos para condutores verticais rugosos (coeficiente de atrito  $f = 0,04$ ) com dois desvios na base.

### 5.7 Condutores horizontais

**5.7.1** Os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

/FIGURA 3



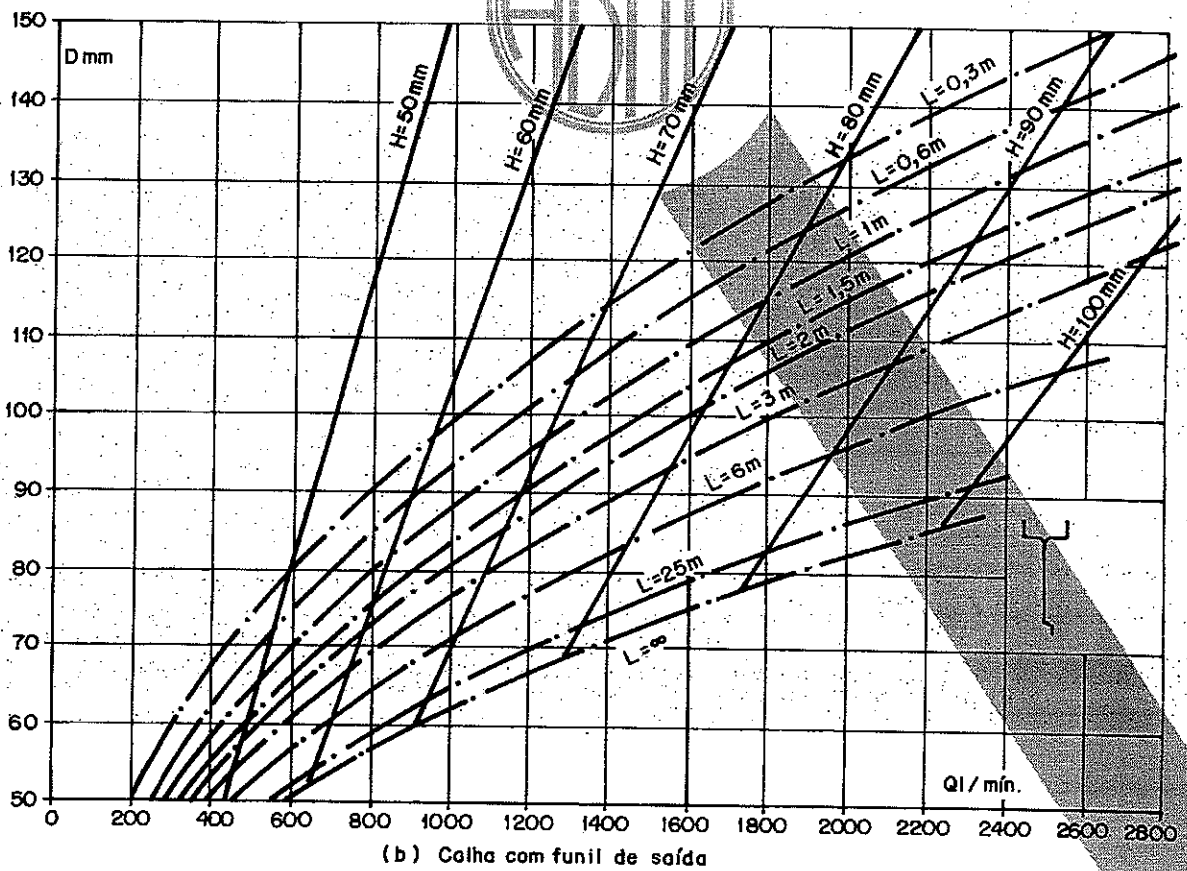
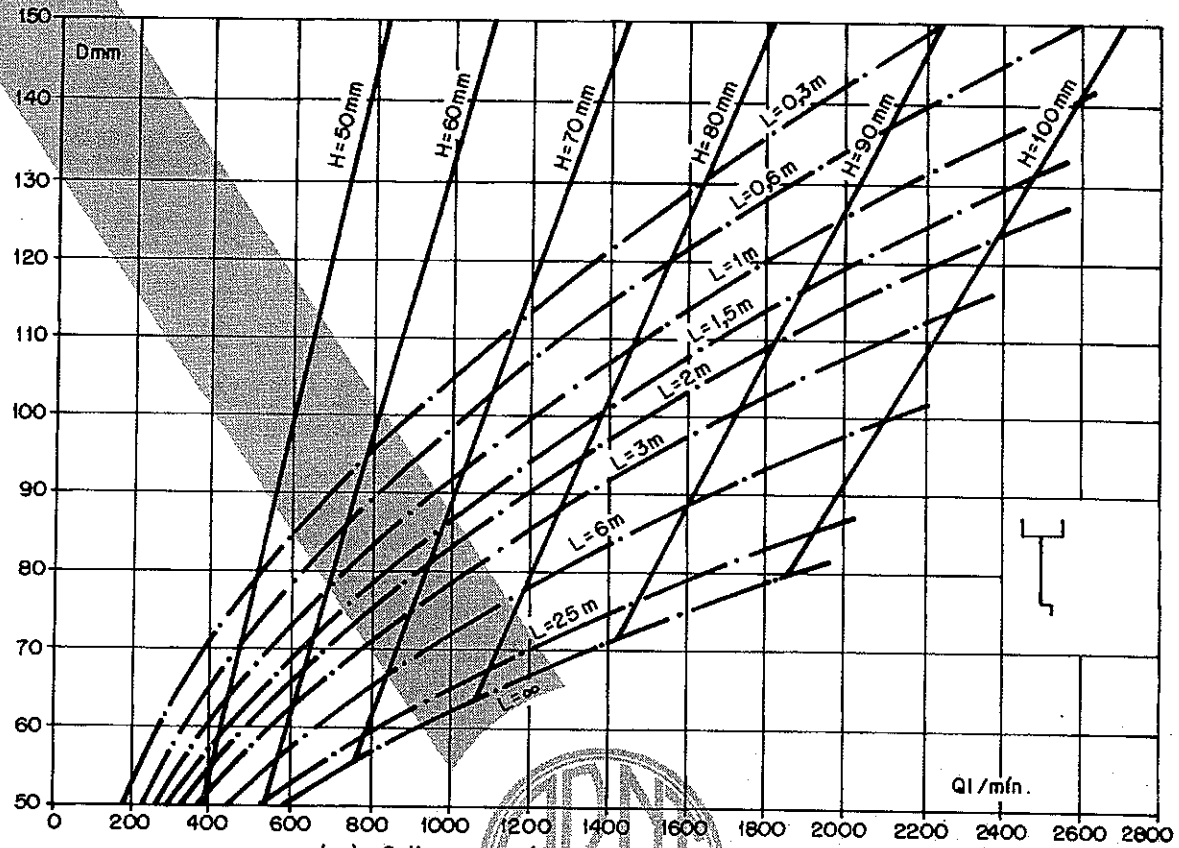


Figura 3 - Ábacos para a determinação de diâmetros de condutores verticais

5.7.2 O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo. As vazões para tubos de vários materiais e inclinações usuais estão indicadas na Tabela 4.

5.7.3 Nas tubulações aparentes, devem ser previstas inspeções sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda a cada trecho de 20m nos percursos retilíneos.

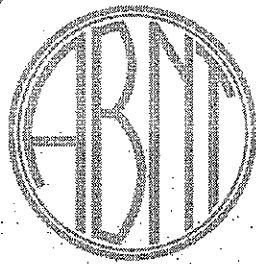
5.7.4 Nas tubulações enterradas, devem ser previstas caixas de areia sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda a cada trecho de 20m nos percursos retilíneos.

5.7.5 A ligação entre os condutores verticais e horizontais é sempre feita por curva de raio longo, com inspeção ou caixa de areia, estando o condutor horizontal aparente ou enterrado.

Tabela 4 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

	Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.





## ANEXO - Tabela 5

Tabela 5 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5min)

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
1 - Alegrete/RS	174	238	313(17)
2 - Alto Itatiaia/RJ	124	164	240
3 - Alto Tapajós/PA	168	229	267(21)
4 - Alto Teresópolis/RJ	114	137(3)	-
5 - Aracaju/SE	116	122	126
6 - Avaré/SP	115	144	170
7 - Bagé/RS	126	204	234(10)
8 - Barbacena/MG	156	222	265(12)
9 - Barra do Corda/MA	120	128	152(20)
10 - Bauru/SP	110	120	148(9)
11 - Belém/PA	138	157	185(20)
12 - Belo Horizonte/MG	132	227	230(12)
13 - Blumenau/SC	120	125	152(15)
14 - Bonsucesso/MG	143	196	-
15 - Cabo Frio/RJ	113	146	218
16 - Campos/RJ	132	206	240
17 - Campos do Jordão/SP	122	144	164(9)
18 - Catalão/GO	132	174	198(22)
19 - Caxambu/MG	106	137(3)	-
20 - Caxias do Sul/RS	120	127	218
21 - Corumbá/MT	120	131	161(9)
22 - Cruz Alta/RS	204	246	347(14)
23 - Cuiabá/MT	144	190	230(12)
24 - Curitiba/PR	132	204	228
25 - Encruzilhada/RS	106	126	158(17)
26 - Fernando de Noronha/FN	110	120	140(6)
27 - Florianópolis/SC	114	120	144
28 - Formosa/GO	136	176	217(20)
29 - Fortaleza/CE	120	156	180(21)
30 - Goiânia/GO	120	178	192(17)
31 - Guaramiranga/CE	114	126	152(19)
32 - Itai/RS	120	198	228(16)
33 - Jacarezinho/PR	115	122	146(11)
34 - João Pessoa/PB	115	140	163(23)
35 - Juaretê/AM	192	240	288(10)
36 - km 47 - Rodovia Presidente Dutra/RJ	122	164	174(14)
37 - Lins/SP	96	122	137(13)
38 - Maceió/AL	102	122	174
39 - Manaus/AM	138	180	198
40 - Natal/RN	113	120	143(19)
41 - Nazaré/PE	118	134	155(19)
42 - Niterói/RJ	130	183	250
43 - Nova Friburgo/RJ	120	124	156
44 - Olinda/PE	115	167	173(20)
45 - Ouro Preto/MG	120	211	-
46 - Paracatu/MG	122	233	-
47 - Paranaíba/PR	127	186	191(23)
48 - Paratins/AM	130	200	205(13)
49 - Passa Quatro/MG	118	180	192(10)
50 - Passo Fundo/RS	110	125	180
51 - Petrópolis/RJ	120	126	156
52 - Pinheiral/RJ	142	214	244
53 - Piracicaba/SP	119	122	151(10)
54 - Ponta Grossa/PR	120	126	148

/continua



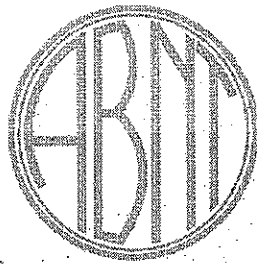
/continuação

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
55 - Porto Alegre/RS	118	146	167 (21)
56 - Porto Velho/RO	130	167	184 (10)
57 - Quixeramobim/CE	115	121	126
58 - Resende/RJ	130	203	264
59 - Rio Branco/AC	126	139 (2)	-
60 - Rio de Janeiro/RJ (Bangu)	122	156	174 (20)
61 - Rio de Janeiro/RJ (Ipanema)	119	125	160 (15)
62 - Rio de Janeiro/RJ (Jacarepaguá)	120	142	152 (6)
63 - Rio de Janeiro/RJ (Jardim Botânico)	122	167	227
64 - Rio de Janeiro/RJ (Praça XV)	120	174	204 (14)
65 - Rio de Janeiro/RJ (Praça Saenz Peña)	125	139	167 (18)
66 - Rio de Janeiro/RJ (Santa Cruz)	121	132	172 (20)
67 - Rio Grande/RS	121	204	222 (20)
68 - Salvador/BA	108	122	145 (24)
69 - Santa Maria/RS	114	122	145 (16)
70 - Santa Maria Madalena/RJ	120	126	152 (7)
71 - Santa Vitória do Palmar/RS	120	126	152 (18)
72 - Santos/SP	136	198	240
73 - Santos-Itapema/SP	120	174	204 (21)
74 - São Carlos/SP	120	178	161 (10)
75 - São Francisco do Sul/SC	118	132	167 (18)
76 - São Gonçalo/PB	120	124	152 (15)
77 - São Luiz/MA	120	126	152 (21)
78 - São Luiz Gonzaga/RS	158	209	253 (21)
79 - São Paulo/SP (Congonhas)	122	132	-
80 - São Paulo/SP (Mirante Santana)	122	172	191 (7)
81 - São Simão/SP	116	148	175
82 - Sena Madureira/AC	120	160	170 (7)
83 - Sete Lagoas/MG	122	182	281 (19)
84 - Soure/PA	149	162	212 (18)
85 - Taperinha/PA	149	202	241
86 - Taubaté/SP	122	172	208 (6)
87 - Teófilo Otoni/MG	108	121	154 (6)
88 - Teresina/PI	154	240	262 (23)
89 - Teresópolis/RJ	115	149	176
90 - Tupi/SP	122	154	-
91 - Turiaçu/MG	126	162	230
92 - Uaupés/AM	144	204	230 (17)
93 - Ubatubá/SP	122	149	184 (7)
94 - Uruguaiana/RS	120	142	161 (17)
95 - Vassouras/RJ	125	179	222
96 - Viamão/RS	114	126	152 (15)
97 - Vitória/ES	102	156	210
98 - Volta Redonda/RJ	156	216	265 (13)

Notas: a) Para locais não mencionados nesta Tabela, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão.

b) Os valores entre parênteses indicam os períodos de retorno a que se referem as intensidades pluviométricas, em vez de 5 ou 25 anos, em virtude de os períodos de observação dos postos não terem sido suficientes.

c) Os dados apresentados foram obtidos do trabalho "Chuvas Intensas no Brasil", de Otto Pfafstetter - Ministério da Viação e Obras Públicas - Departamento Nacional de Obras e Saneamento - 1957.



**ANEXO B – NBR 15527 ÁGUA DE CHUVA – APROVEITAMENTO DE  
COBERTURAS EM AREAS URBANAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS.**

NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
15527

Primeira edição  
24.09.2007

Válida a partir de  
24.10.2007

---

## Água de chuva — Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis — Requisitos

*Rainwater – Catchment of roofs in urban areas for non-potable purposes – Requirements*

Palavras-chave; Água de chuva. Não potável. Aproveitamento.  
*Descriptors: Rainwater, Non-potable, Catchment.*

ICS 91.060.20; 91.060.99

ISBN 978-85-07-00668-8



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA  
DE NORMAS  
TÉCNICAS

Número de referência  
ABNT NBR 15527:2007  
8 páginas

©ABNT 2007

## ABNT NBR 15527:2007

© ABNT 2007

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 2220-1762

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Impresso no Brasil

# Sumário

Página

Prefácio.....	iv
1 Escopo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termos e definições.....	1
4 Condições gerais.....	2
4.1 Concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva.....	2
4.2 Calhas e condutores.....	2
4.3 Reservatórios.....	3
4.4 Instalações prediais.....	3
4.5 Qualidade da água.....	4
4.6 Bombeamento.....	4
5 Manutenção.....	5
Anexo A (informativo) Métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios.....	6
A.1 Método de Rippl.....	6
A.2 Método da simulação.....	6
A.3 Método Azevedo Neto.....	7
A.4 Método prático alemão.....	7
A.5 Método prático ingles.....	7
A.6 Método prático australiano.....	8

## ABNT NBR 15527:2007

### Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 15527 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial Temporária de Aproveitamento de Água de Chuva (ABNT/CEET-00.001.77). O seu 1º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 01, de 31.01.2007, com o número de Projeto 00:001.77-001. O seu 2º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 05, de 23.04.2007 a 21.05.2007, com o número de 2º Projeto 00:001.77-001.

# Água de chuva — Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis — Requisitos

## 1 Escopo

Esta Norma fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

## 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (norma de qualidade de água para consumo humano)

ABNT NBR 5626:1998, *Instalação predial de água fria*

ABNT NBR 10844:1989, *Instalações prediais de águas pluviais*

ABNT NBR 12213:1992, *Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público*

ABNT NBR 12214:1992, *Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público*

ABNT NBR 12217:1994, *Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público*

## 3 Termos e definições

Para os efeitos desta norma, aplicam-se os seguintes termos e definições.

### 3.1

#### água de chuva

água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais

### 3.2

#### água não potável

água que não atende à Portaria nº 518 do Ministério da Saúde



## ABNT NBR 15527:2007

### 3.3

#### área de captação

área, em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada

### 3.4

#### coeficiente de escoamento superficial

coeficiente de runoff

C

coeficiente que representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado, variando conforme a superfície

### 3.5

#### conexão cruzada

qualquer ligação física através de peça, dispositivo ou outro arranjo que conecte duas tubulações das quais uma conduz água potável e a outra água de qualidade desconhecida ou não potável

### 3.6

#### demanda

consumo médio (mensal ou diário) a ser atendido para fins não potáveis

### 3.7

#### escoamento inicial

água proveniente da área de captação suficiente para carregar a poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos

### 3.8

#### suprimento

fonte alternativa de água para complementar o reservatório de água de chuva

## 4 Condições gerais

### 4.1 Concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva

4.1.1 A concepção do projeto do sistema de coleta de água de chuva deve atender às ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 10844. No caso da ABNT NBR 10844, não deve ser utilizada caixa de areia e sim caixa de inspeção.

4.1.2 No estudo devem constar o alcance do projeto, a população que utiliza a água de chuva e a determinação da demanda a ser definida pelo projetista do sistema.

4.1.3 Incluem-se na concepção os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água de chuva.

### 4.2 Calhas e condutores

4.2.1 As calhas e condutores horizontais e verticais devem atender à ABNT NBR 10844.

4.2.2 Devem ser observados o período de retorno escolhido, a vazão de projeto e a intensidade pluviométrica.

4.2.3 Devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos. Estes dispositivos podem ser, por exemplo, grades e telas que atendam à ABNT NBR 12213.

4.2.4 Pode ser instalado no sistema de aproveitamento de água de chuva um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial. É recomendado que tal dispositivo seja automático

4.2.5 Quando utilizado, o dispositivo de descarte de água deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2 mm da precipitação inicial.

### 4.3 Reservatórios

4.3.1 Os reservatórios devem atender à ABNT NBR 12217.

4.3.2 Devem ser considerados no projeto: extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

Deve ser minimizado o turbilhonamento, dificultando a ressuspensão de sólidos e o arraste de materiais flutuantes. A retirada de água do reservatório deve ser feita próxima à superfície. Recomenda-se que a retirada seja feita a 15 cm da superfície.

4.3.3 O reservatório, quando alimentado com água de outra fonte de suprimento de água potável, deve possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada.

4.3.4 O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \eta_{\text{fator de captação}}$$

onde:

V é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A é a área de coleta;

C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

$\eta_{\text{fator de captação}}$  é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

4.3.5 O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia, podendo, a critério do projetista, ser utilizados os métodos contidos no Anexo A ou outro, desde que devidamente justificado.

4.3.6 Os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a ABNT NBR 5626.

4.3.7 O volume não aproveitável da água de chuva pode ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente, desde que não haja perigo de contaminação do lençol freático, a critério da autoridade local competente.

4.3.8 O esgotamento pode ser feito por gravidade ou por bombeamento.

4.3.9 A água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasão.

### 4.4 Instalações prediais

4.4.1 As instalações prediais devem atender à ABNT NBR 5626, quanto às recomendações de separação atmosférica, dos materiais de construção das instalações, da retrossifonagem, dos dispositivos de prevenção de refluxo, proteção contra interligação entre água potável e não potável, do dimensionamento das tubulações, limpeza e desinfecção dos reservatórios, controle de ruídos e vibrações.

4.4.2 As tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável.

**ABNT NBR 15527:2007**

**4.4.3** O sistema de distribuição de água de chuva deve ser independente do sistema de água potável, não permitindo a conexão cruzada de acordo com ABNT NBR 5626.

**4.4.4** Os pontos de consumo, como, por exemplo, uma torneira de jardim, devem ser de uso restrito e identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição "água não potável" e identificação gráfica.

**4.4.5** Os reservatórios de água de distribuição de água potável e de água de chuva devem ser separados.

**4.5 Qualidade da água**

**4.5.1** Os padrões de qualidade devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista. Para usos mais restritivos, deve ser utilizada a Tabela 1.

**Tabela 1 — Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis**

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH <sup>c</sup>
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
<sup>a</sup> No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
<sup>b</sup> uT é a unidade de turbidez.		
<sup>c</sup> uH é a unidade Hazen.		

**4.5.2** Para desinfecção, a critério do projetista, pode-se utilizar derivado clorado, raios ultravioleta, ozônio e outros. Em aplicações onde é necessário um residual desinfetante, deve ser usado derivado clorado.

**4.5.3** Quando utilizado o cloro residual livre, deve estar entre 0,5 mg/L e 3,0 mg/L.

**4.6 Bombeamento**

**4.6.1** Quando necessário o bombeamento, este deve atender à ABNT NBR 12214.

**4.6.2** Devem ser observadas as recomendações das tubulações de sucção e recalque, velocidades mínimas de sucção e seleção do conjunto motor-bomba.

**4.6.3** Pode ser instalado, junto à bomba centrífuga, dosador automático de derivado clorado, o qual convém ser enviado a um reservatório intermediário para que haja tempo de contato de no mínimo 30 min.

Tem que colocar o cloro mesmo sem precisar  
pois crianças podem usar.

## 5 Manutenção

5.1 Deve-se realizar manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 — Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

5.2 Quando da utilização de produtos potencialmente nocivos à saúde humana na área de captação, o sistema deve ser desconectado, impedindo a entrada desses produtos no reservatório de água de chuva. A reconexão deve ser feita somente após lavagem adequada, quando não haja mais risco de contaminação pelos produtos utilizados.

## Anexo A (informativo)

### Métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório de água de chuva, pode-se usar um dos métodos descritos em A.1 a A.6.

#### A.1 Método de Rippl

Neste método podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0$$

Sendo que:  $\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$

onde:

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

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

$D_{(t)}$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

$V$  é o volume do reservatório;

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

#### A.2 Método da simulação

Neste método a evaporação da água não deve ser levada em conta. Para um determinado mês, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

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

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

Sendo que:  $0 \leq S_{(t)} \leq V$

onde:

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

$S_{(t-1)}$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t - 1$ ;

- $Q_{(t)}$  é o volume de chuva no tempo  $t$ ;
- $D_{(t)}$  é o consumo ou demanda no tempo  $t$ ;
- $V$  é o volume do reservatório fixado;
- $C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

NOTA Para este método, duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório está cheio no início da contagem do tempo "t", os dados históricos são representativos para as condições futuras.

### A.3 Método Azevedo Neto

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

onde:

- $P$  é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);
- $T$  é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;
- $A$  é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados ( $m^2$ );
- $V$  é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

### A.4 Método prático alemão

Trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor do volume do reservatório; 6 % do volume anual de consumo ou 6 % do volume anual de precipitação aproveitável.

$$V_{\text{adotado}} = \text{mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo)} \times 0,06 \text{ (6 \%)}$$

$$V_{\text{adotado}} = \text{mín} (V; D) \times 0,06$$

onde:

- $V$  é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L);
- $D$  é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L);
- $V_{\text{adotado}}$  é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

### A.5 Método prático inglês

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

onde:

- $P$  é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

## ABNT NBR 15527:2007

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados ( $m^2$ );

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

### A.6 Método prático australiano

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$Q = A \times C \times (P - I)$$

onde:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P é a precipitação média mensal;

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm;

A é a área de coleta;

Q é o volume mensal produzido pela chuva.

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t$$

onde:

$Q_t$  é o volume mensal produzido pela chuva no mês t;

$V_t$  é o volume de água que está no tanque no fim do mês t;

$V_{t-1}$  é o volume de água que está no tanque no início do mês t;

$D_t$  é a demanda mensal;

NOTA Para o primeiro mês, considera-se o reservatório vazio.

Quando  $(V_{t-1} + Q_t - D) < 0$ , então o  $V_t = 0$

O volume do tanque escolhido será T.

Confiança:

$$P_r = N_r / N$$

onde:

$P_r$  é a falha;

$N_r$  é o número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda, isto é, quando  $V_t = 0$ ;

N é o número de meses considerado, geralmente 12 meses;

Confiança =  $(1 - P_r)$

Recomenda-se que os valores de confiança estejam entre 90 % e 99 %.