

PAULO CEZAR CORRÊA VIEIRA

SISTEMAS DE  
**ÁGUA<sub>e</sub> ESGOTO**  
NAS EDIFICAÇÕES

---

DIMENSIONAMENTO E PATOLOGIAS

2ª Edição



São Paulo – SP  
2023

# SUMÁRIO

---

<b>1 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA</b> .....	11
1.1 Importância da água na vida humana.....	12
1.2 Sistemas de abastecimento .....	14
1.2.1 Sistema particular .....	14
1.2.2 Sistema público.....	15
1.2.3 Sistema misto .....	15
1.3 Sistemas de distribuição .....	16
1.3.1 Sistema direto .....	16
1.3.2 Sistema indireto sem bombeamento .....	17
1.3.3 Sistema indireto com bombeamento .....	17
1.3.4 Sistema hidropneumático .....	18
1.4 Reservatórios .....	19
1.4.1 Tipos de reservatórios.....	21
1.4.2 Esquema típico de ligações em reservatórios.....	23
1.4.3 Dimensionamento de reservatórios .....	25
1.4.4 Roteiro para dimensionamento .....	27
1.4.4.1 Cálculo da população (P).....	27
1.4.4.2 Cálculo do consumo diário (CD).....	27
1.4.4.3 Cálculo da reserva de incêndio (RI) .....	28
1.4.4.4 Cálculo da reserva total (VT) .....	28
1.4.4.5 Cálculo do volume do reservatório superior (RS) .....	28
1.4.4.6 Cálculo do volume do reservatório inferior (RI) .....	29
1.4.4.7 Cálculo da altura de incêndio (hi).....	30
1.5 Sistemas de recalque .....	32
1.5.1 Terminologia nos sistemas de recalque.....	32
1.5.2 Dimensionamento.....	33
1.5.2.1 Cálculo da vazão (Q).....	34
1.5.2.2 Cálculo do diâmetro de recalque (Dr).....	35
1.5.2.3 Cálculo do diâmetro de sucção (Ds).....	36
1.5.2.4 Cálculo da perda de carga no recalque (jr) .....	36
1.5.2.5 Cálculo da perda de carga na sucção (js) .....	38
1.5.2.6 Cálculo da altura manométrica (Hm).....	40
1.5.2.7 Potência do conjunto motobomba (P).....	40
1.5.2.8 Controle das pressões no recalque.....	43
1.5.2.9 Cavitação.....	43
1.5.2.10 NPSH - Disponível x Requerido .....	44

1.6	Instalações prediais de água fria.....	45
1.6.1	Composição do projeto hidráulico predial.....	49
1.6.2	Trechos de uma instalação hidráulica predial.....	51
1.6.3	Dimensionamento das instalações de água fria.....	51
1.6.3.1	Dimensionamento dos sub-ramais.....	52
1.6.3.2	Dimensionamento dos ramais.....	53
1.6.3.3	Dimensionamento de colunas de distribuição.....	58
1.6.3.4	Dimensionamento de barriletes.....	63
1.6.4	Ligações prediais.....	64
1.6.4.1	Dimensionamento do ramal predial.....	65
1.6.5	Materiais e dispositivos para instalação de água fria.....	66
1.6.5.1	Tubos e conexões de ferro galvanizado.....	66
1.6.5.2	Tubos e conexões de cobre.....	67
1.6.5.3	Tubos e conexões de CPVC.....	69
1.6.5.4	Tubos e conexões de PPR.....	70
1.6.5.5	Tubos e conexões de PVC.....	71
1.6.5.6	Registros.....	73
1.6.5.7	Registros de gaveta.....	73
1.6.5.8	Registros de pressão.....	74
1.6.5.9	Registros de esfera.....	74
1.6.5.10	Válvulas de retenção.....	75
1.6.6	Recomendações para execução de I.P.A.F.....	76
1.6.7	Recomendações para manutenção de I.P.A.F.....	78

<b>2</b>	<b>INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO.....</b>	<b>81</b>
2.1	Esgotos.....	81
2.2	Instalação predial de esgoto sanitário.....	81
2.2.1	O projeto de instalações de esgoto.....	82
2.3	Esgoto primário x esgoto secundário.....	84
2.3.1	Esgoto primário.....	84
2.3.2	Esgoto secundário.....	84
2.3.2.1	A caixa sifonada.....	85
2.3.3	Ventilação.....	86
2.4	Traçado de instalações de esgotos.....	90
2.5	Identificação dos trechos de uma instalação predial de esgotos sanitários.....	91
2.6	Dimensionamento de instalações prediais de esgoto.....	93
2.6.1	Ramais de descarga.....	94
2.6.2	Ramais de esgoto.....	94
2.6.3	Tubo de queda.....	95
2.6.4	Dimensionamento de subcoletor.....	96
2.6.5	Dimensionamento do coletor predial.....	97
2.6.6	Ramal de ventilação.....	98
2.6.7	Coluna de ventilação.....	99
2.6.8	Caixas de esgoto.....	100
2.6.8.1	Caixa de gordura.....	100
2.6.8.2	Caixas de inspeção.....	103
2.7	Recomendações para execução de IPES.....	105
2.8	Recomendações para manutenção de IPES.....	107
2.9	Problemas recorrentes nas IPES.....	108

<b>3 DISPOSIÇÃO FINAL DE EFLUENTES</b> .....	111
3.1 Fossa séptica .....	112
3.1.1 Tipos de fossas sépticas .....	112
3.1.2 Critérios para o uso da fossa séptica.....	113
3.1.3 Dimensionamento da fossa séptica de câmara única.....	114
3.1.3.1 Caso de fossas sépticas prismáticas .....	115
3.1.3.2 Caso de fossas sépticas cilíndricas .....	116
3.2 Fossas de câmaras múltiplas .....	119
3.3 Sumidouros.....	121
3.3.1 Sumidouro - conceito e aplicações.....	121
3.3.2 Teste de infiltração no solo para sumidouros.....	122
3.3.2.1 Ensaio de infiltração em cova prismática-metodologia.....	122
3.3.3 Dimensionamento dos sumidouros.....	124
<b>4 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS</b> .....	127
4.1 Critérios para projeto e execução .....	127
4.2 Por que dotar a edificação de uma Instalação de Águas Pluviais? .....	128
4.3 Terminologia - NBR 10.844:1989 .....	129
4.4 Aspectos do Esgotamento de Águas Pluviais .....	130
4.5 O sistema de Águas Pluviais.....	131
4.5.1 Área de contribuição de telhados e acréscimos .....	132
4.5.1.1 Conceitos básicos.....	135
4.5.2 Dimensionamento de calhas.....	137
4.5.3 Condutores verticais.....	141
4.5.3.1 Dimensionamento dos condutores verticais .....	141
4.5.4 Condutores horizontais .....	143
4.5.5 Materiais para instalações prediais de águas pluviais.....	144
4.5.5.1 Calhas.....	145
<b>5 PATOLOGIAS HIDROSSANITÁRIAS</b> .....	153
5.1 Introdução.....	153
5.2 Por que estudar as patologias hidrossanitárias?.....	156
5.3 Objetivos .....	157
5.4 A importância do estudo das patologias nas instalações hidrossanitárias para a qualidade das edificações.....	157
5.5 Instalações prediais de água fria.....	159
5.5.1 Componentes da IPAF.....	160
5.5.1.1 Reservatórios .....	161
5.5.1.2 Tubulações .....	161
5.5.2 Principais patologias da IPAF .....	162
5.5.2.1 Rupturas em tubulações .....	163
5.5.2.2 Contaminação da água em tubulações e reservatórios .....	165
5.5.2.3 Vazamentos em tubulações embutidas .....	167
5.5.2.4 Ruídos e vibrações .....	168
5.5.2.5 Incidência de ar nas tubulações .....	170
5.5.2.6 Desacoplamento em juntas de tubulações plásticas.....	171
5.6 Instalações prediais de água quente.....	172
5.6.1 Principais patologias na IPAQ .....	179
5.6.1.1 Perda de calor nas tubulações de água quente .....	179
5.6.1.2 Deficiência no aquecimento de água .....	180

5.6.1.3	Deformação e ruptura em tubulações de plástico .....	180
5.7	Instalações prediais de esgoto sanitário .....	181
5.7.1	Principais patologias na IPES .....	183
5.7.1.1	Mau cheiro em instalação de esgotos .....	184
5.7.1.2	Retorno de espuma.....	186
5.7.1.3	Entupimentos em tubulações .....	187
5.8	Instalações prediais de águas pluviais.....	190
5.8.1	Principais patologias na IPAP .....	193
5.8.1.1	Rompimentos em condutores verticais .....	193
5.8.1.2	Vazamentos em calhas e condutores .....	194
5.8.1.3	Entupimentos em calhas e condutores.....	195
5.9	Materiais e métodos .....	197
5.9.1	Seleção das unidades para pesquisa .....	199
5.9.2	Aplicação dos questionários - entrevistas.....	200
5.9.3	Análise estatística .....	201
5.9.4	Importância do estudo para o pleno desempenho de edifícios residenciais ....	202
5.10	Resultados e discussão .....	202
5.11	Instalação predial de água fria - patologias .....	207
5.11.1	Vazamentos em bacias sanitárias .....	207
5.11.2	Rupturas em engates flexíveis .....	209
5.11.3	Trincas em conexões.....	210
5.11.4	Altas pressões .....	211
5.11.5	Vazamentos em registros de gaveta .....	212
5.11.6	Acúmulo de ar na tubulação .....	213
5.11.7	Falta de água.....	214
5.11.8	Rompimentos em tubos .....	214
5.11.9	Motobombas não escorvadas .....	215
5.11.10	Vibração na tubulação .....	217
5.11.11	Vazamentos em chuveiros .....	217
5.11.12	Análise das patologias na IPAF x edifícios .....	219
5.12	Instalação predial de água quente - patologias.....	221
5.12.1	Aquecimento insuficiente .....	222
5.12.2	Rompimento de tubo.....	223
5.12.3	Análise das patologias na IPAQ x edifícios .....	224
5.13	INSTALAÇÃO DE ESGOTO PREDIAL - PATOLOGIAS.....	227
5.13.1	Mau cheiro .....	228
5.13.2	Retorno de esgotos .....	229
5.13.3	Ruídos nas tubulações .....	230
5.13.4	Caixas e ralos sifonados entupidos .....	232
5.13.5	Caixas de gordura e de inspeção obstruídas.....	232
5.13.6	Retorno de espuma.....	232
5.13.7	Análise das patologias na IPES x edifícios .....	234
5.14	Instalação predial de águas pluviais - patologias .....	236
5.14.1	Infiltrações .....	236
5.14.2	Retorno de águas pluviais.....	238
5.14.3	Entupimento de condutores verticais e horizontais.....	238
5.14.4	Ruptura em prumadas de águas pluviais.....	239
5.14.5	Análise das patologias na IPAP x edifícios.....	240
<b>REFERÊNCIAS</b>	.....	<b>243</b>

# INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

## 1

Inicialmente o homem procurou construir a sua moradia próxima das fontes de água. Mais tarde, a possibilidade de utilizar a água dentro de casa resultou em comodidade e conforto para as pessoas. Atualmente, com um simples toque em uma válvula de descarga ou o giro no volante de um registro, é possível que as instalações prediais garantam água de boa qualidade nos diversos cômodos da moradia para atender as necessidades diárias dos seus usuários.

As edificações não se resumem em cobertura, paredes e pisos. Existem os sistemas prediais de água fria, água quente e esgotos, entre outros, que possibilitam a utilização plena das edificações pelos seus respectivos moradores ou ocupantes.

O sistema de instalações prediais funciona como se fosse o aparelho circulatório do edifício, de modo que a edificação tenha vida. Por isso é necessário que haja um projeto elaborado por profissional habilitado, com montagem de tubos e conexões de PVC rígido ou outros plásticos como CPVC, PPR, PEX, produzidos de acordo com normas vigentes da ABNT ou normas internacionais.

Uma obra residencial tem vida útil de 50 anos, de acordo com os critérios de avaliação de imóveis urbanos e métodos de depreciação. É sempre um grande risco, a tentativa de obter ganhos quando se tenta economizar nas instalações prediais com o uso de materiais de qualidade inferior, mão de obra sem a devida qualificação e inexistência de projetos para sistemas tão importantes para a edificação.

Na maioria das vezes, as paredes e os pisos dos prédios escondem verdadeiras armadilhas que podem levar proprietários e moradores ao aborrecimento e “stress” com quebras de paredes, pisos e revestimentos.

Os sistemas prediais precisam fazer parte da obra com longa vida útil, afinal a edificação merece “viver” 50 anos com qualidade e o projetista e instalador devem conceber e executar as instalações hidrossanitárias para que haja pleno uso da edificação.

Assim, podemos considerar que as instalações hidrossanitárias são partes vitais da edificação porque, ao receber um comando do usuário, o sistema responde com água para os diversos fins no edifício, além da coletar e conduzir os efluentes para um destino final. Esse conjunto de tubos, conexões e dispositivos hidráulicos diversos dão “vida” ao edifício e garantem que o desempenho do sistema estará atendendo às expectativas de conforto e qualidade de vida dos usuários.

---

## 1.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA VIDA HUMANA

---

A vida no planeta teve a sua origem na água e a vida do homem é dependente dela, assim como depende do alimento e do ar.

Como elemento vital, a água representa, aproximadamente, 75% do seu peso. Assim, houve a necessidade de que o homem fixasse a sua moradia próxima aos cursos de água.

O desenvolvimento tecnológico possibilitou que o abastecimento de água em áreas urbanas ocorresse por meio de estações de tratamento de água, reservatórios e redes de distribuição para atendimento aos domicílios.

A água para o consumo humano e uso doméstico deve ter características de potabilidade, tais como: insípida, incolor e inodora. Podemos ainda citar o pH em torno de 6, entre outras características.

Sendo um elemento indispensável à vida humana, é natural que houvesse preocupação com a qualidade desse líquido. Abastecer os domicílios foi um grande avanço, porém não havia a garantia da qualidade da água adequada para a saúde das pessoas. A necessidade de tratar a água ficou evidente e as ETAs (Estações de Tratamento de Água) fazem parte dos sistemas de abastecimento, hoje em dia.

Sumariamente, a ETA é formada por etapas e cada uma delas cumpre uma função fundamental no tratamento da água, senão vejamos:

**Captação** – Localizada diretamente nas fontes de água, a captação envia a água por bombeamento para o primeiro tanque, sendo o trajeto percorrido entre a captação e o referido tanque através de uma tubulação normalmente de grande diâmetro, conhecida por adutora de água bruta.

**Floculação** – Nessa etapa, a água estará em um tanque em que será adicionado o sulfato de alumínio -  $Al_2(SO_4)_3$  - cuja finalidade é aglutinar as partículas de impurezas existentes na água para a formação dos flocos, os quais atingirão um determinado peso.

**Decantação** – Ao passar para o segundo tanque, a água estará com uma grande quantidade de flocos, os quais se depositarão, no fundo naturalmente pelo peso que adquiriram e ficarão retidos para posterior remoção.

**Filtração** – Nessa etapa, a água que foi liberada do decantador, sem os flocos, será submetida ao processo de filtração para que eventuais resíduos de impurezas remanescentes sejam retidos.

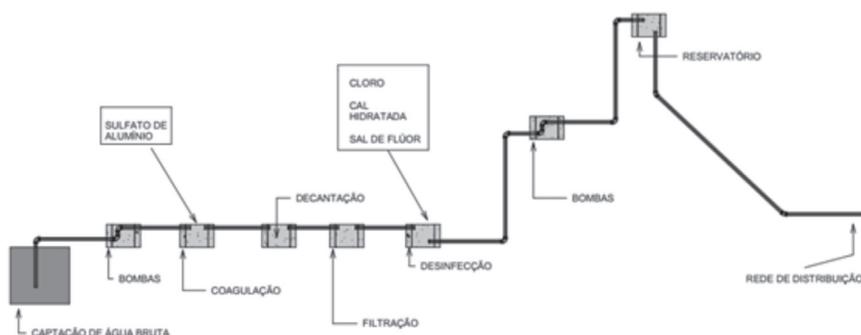
A filtração ocorre com o uso de material com porosidade e constituição granular formando camadas de areia que possibilitam a remoção das impurezas que conseguiram escapar no decantador.

**Desinfecção** – Aqui serão atacados micro-organismos que causam doenças às pessoas. Nesse processo são utilizadas substâncias adicionadas à água. Dentre outros, o cloro (Cl) é o desinfetante com eficácia comprovada em esterilização da água para fins de consumo e uso humano.

**Fluoretação** – É aplicada à água tratada para abastecimento público com o uso de compostos à base de flúor (F), conforme a Lei n. 6050 de 24/05/1974 e regulamentada pelo Decreto 76.872 de 22/12/1975. O flúor adicionado à água tratada, em dosagens controladas, tem efeito preventivo em relação à cárie dentária. Há referências de que as concessionárias de água e esgoto utilizam dosagem média de 0,7 mg/l, o que pode variar com a temperatura do local.

A garantia de qualidade da água passa também pelo controle do pH, adicionando-se cal. As águas do rio Negro, no Amazonas, possuem valores de pH entre 3,8 e 4,9 (<http://ecologia.ib.usp.br/guiaigapo>). Tais valores revelam tratar-se de águas ácidas, o que é decorrência de grande quantidade de matéria orgânica na água, proveniente das áreas alagadas de florestas.

Após o sistema de tratamento descrito e visualizado na Figura 1.1, a água tratada será encaminhada, por meio de adutoras, aos reservatórios e a partir destes será distribuída aos domicílios



**Figura 1.1** – Estação de de tratamento de água.  
Fonte: Adaptado de Manual Técnico Tigre, p. 34 (2014).

## 1.2 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

O abastecimento de água para os edifícios poderá ser feito a partir dos sistemas particular, público ou o misto.

### 1.2.1 Sistema particular

Nesse caso, é necessário que o proprietário faça a perfuração de um poço artesiano, ou utilize alguma outra fonte de água existente em sua propriedade. A aprovação desse sistema estará condicionada à análise pelos órgãos competentes, após a realização de exames físico-químicos e bacteriológicos das amostras da água a ser utilizada e consumida pelos usuários do prédio. O sistema particular não desobriga o proprietário ou condomínio de fazer pagamentos à empresa concessionária de serviços de água e esgotos.

Cuidado para não utilizar a água oriunda de lençol freático. Os poços artesianos são aqueles, cuja água extraída se encontra confinada entre duas camadas de rocha, conforme a Figura 1.2.

# INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO

## 2

### 2.1 ESGOTOS

A partir do momento em que a edificação dispõe de água canalizada para alimentação de todos os aparelhos e dispositivos hidrossanitários, aparece um problema. Trata-se dos esgotos sanitários domésticos que são os efluentes resultantes do uso da água para fins de higiene pessoal, limpeza, produção de alimentos e necessidades fisiológicas das pessoas.

Consideram-se esgotos domésticos, os efluentes produzidos nos edifícios residenciais, comerciais e outros de uso institucional.

Os esgotos domésticos podem ser considerados:

**Águas servidas** - oriundas dos aparelhos sanitários utilizados para fins de higiene, produção de alimentos e limpeza.

- lavatórios, pias de cozinha, banheiras, bidês, tanques de lavar roupas, chuveiros, máquinas de lavar pratos, entre outros.

**Águas imundas** - oriundas dos vasos sanitários e mictórios. Uma das suas características é a presença de sólidos.

### 2.2 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO

É o sistema formado por tubulações, peças especiais, dispositivos e aparelhos sanitários que recebem e conduzem os esgotos domésticos para uma destinação final adequada.

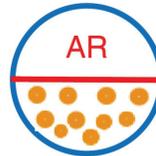
**Destino final** – Poderá ser um sistema particular (fossa/sumidouro ou fossa/filtro) ou poderá ser a rede coletora de esgoto público, devidamente dotada de uma ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETE).

**Aspectos normativos** – As instalações prediais de Esgoto Sanitário devem atender as condições mínimas de higiene, segurança e conforto dos usuários. Para isso, a NBR 8.160/1999 estabelece exigências e recomendações para projeto, execução, ensaios e manutenção do sistema.

Principais exigências e recomendações da referida norma:

- O afastamento dos esgotos deve ser feito de forma rápida;
- O escoamento deverá ser feito *como* condutores livres (a pressão no interior da tubulação deverá ser a própria pressão atmosférica). Para que isso aconteça, a tubulação deverá funcionar com apenas parte da seção transversal;

**Se um tubo de esgoto funcionar totalmente cheio, se transformará em conduto forçado, o que não pode ser admitido na condução de efluentes domésticos.**



- As canalizações não devem conter sólidos depositados em seu interior;
- As mudanças de direção não poderão ser feitas em ângulos de 90°. Utilize sempre curvas e joelhos de 45°. Para curvas em 90°, aplique duas curvas de 45° (válido para o plano horizontal);
- As tubulações deverão conter pontos de inspeção para eventuais necessidades de desobstrução. Para isso, existem conexões especiais de inspeção (Te de inspeção, joelhos com visita, etc.);
- A declividade das canalizações está compreendida entre 0,5% e 4%, inclusive;
- Trechos racionais com os menores comprimentos e mais retos possíveis.

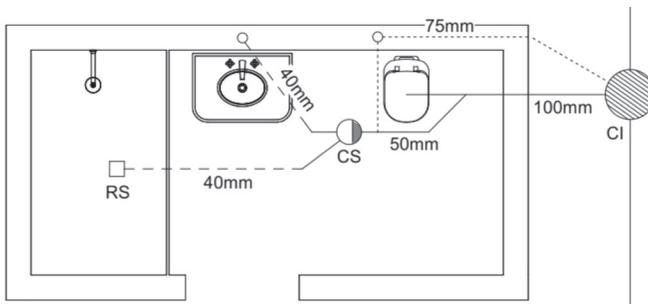
## 2.2.1 O projeto de instalações de esgoto

O projeto de instalações prediais de esgotos sanitários se constitui de desenhos:

- Esquema geral - Traçado da tubulação em planta baixa (Figura 2.1).
- Esquema vertical / Prumadas - Perfil da tubulação que passa pelos pavimentos diversos (Figura 2.2).
- Detalhes - Visualização das conexões da instalação (Figura 2.3).

A parte descritiva se constitui de:

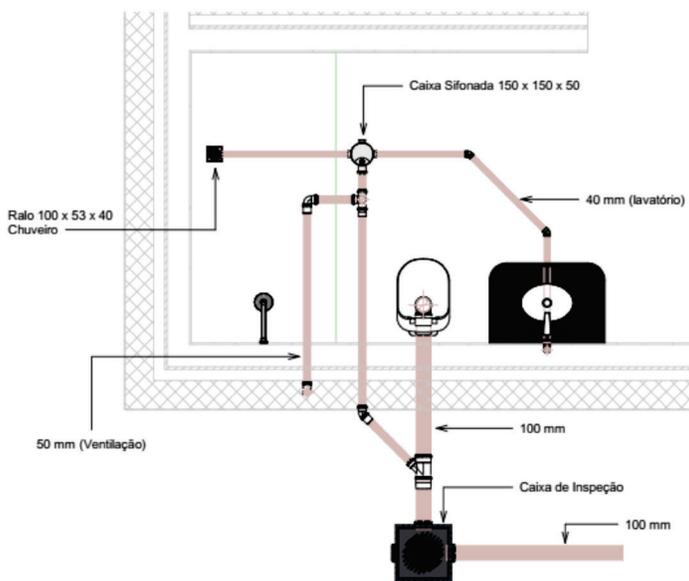
- Memória de cálculo - Processo de obtenção dos diâmetros;
- Memorial descritivo - Indicação de como será montada a canalização de esgoto.



**Figura 2.1** - Esquema geral.  
Fonte: O autor.



**Figura 2.2** - Esquema vertical - prumadas (NBR 8.160/1999).  
Fonte: NBR 8160/1999.



**Figura 2.3** - Detalhe de uma instalação de esgoto.  
Fonte: O autor.

## 2.3 ESGOTO PRIMÁRIO X ESGOTO SECUNDÁRIO

As instalações prediais de esgoto domiciliar dividem-se em dois trechos com características próprias e que precisam ser definidos adequadamente para que o ambiente da edificação seja preservado de ocorrências indesejáveis, principalmente aqueles relacionados com o mau cheiro.

### 2.3.1 Esgoto primário

São os trechos da tubulação de esgoto que contêm gases (odores) e insetos, pois estão conectados diretamente à fossa séptica ou à rede coletora de esgoto público. Seus diâmetros são: DN 50, DN 75 e DN 100, DN 150 e DN 200.

### 2.3.2 Esgoto secundário

São os trechos da tubulação de esgoto que devem ficar livres dos insetos e odores desagradáveis, pois os mesmos estarão protegidos por um desconector, também denominado **caixa sifonada**. A proteção ocorre pela coluna líquida

no interior do dispositivo. Essa coluna líquida se forma por meio dos efluentes originados nos diversos pontos de utilização, exceto aqueles oriundos do vaso sanitário. Os trechos secundários são executados no diâmetro DN 40 que é o mesmo diâmetro de entrada existente nas caixas sifonadas.

Assim, também é possível identificar o trecho primário ou secundário por meio do diâmetro da canalização.

### 2.3.2.1 A caixa sifonada

É uma das peças mais importantes da instalação de esgoto porque protege os banheiros ou ambientes em que estão instaladas. Fabricadas em PVC, possuem corpo cilíndrico com números de entradas diversas e de acordo com as dimensões das mesmas. As entradas sempre estão em ângulos de 45° ou 90° para melhor traçado dos ramais de descarga.

Normalmente em diâmetros de 100 e 150 mm, as alturas variam de 150 a 185 mm.

Algumas caixas no mercado apresentam-se em corpo monobloco e outras em corpos com partes soldadas, sendo opções para que o projetista especifique conforme as suas preferências. Há de se registrar que o septo removível que algumas caixas sifonadas contêm, apresentam o inconveniente da possibilidade de deslocamento de sua posição original por ocasião das ações de limpeza. Se assim ocorrer, os gases invadem o interior dos ambientes.

As Figuras 2.4 e 2.5 ilustram caixas sifonadas com 3 e 7 entradas, respectivamente.



3 entradas de 40 mm e uma saída de 50 mm.

**Figura 2.4** - Caixa sifonada Tigre.

Fonte: [www.tigre.com](http://www.tigre.com).



7 entradas de 40 mm e uma saída de 50 mm.

**Figura 2.5** - Caixa sifonada Tigre.

Fonte: [www.tigre.com](http://www.tigre.com).

## DISPOSIÇÃO FINAL DE EFLUENTES

### 3

Uma vez que os esgotos do edifício foram devidamente coletados e afastados pela instalação predial, o passo seguinte é encaminhar para um destino final. No entanto, há casos em que as redes de esgotos direcionam os efluentes para as Estações de Tratamento de Esgotos que não operam, resultando no despejo dos efluentes diretamente nos mananciais.

A rede de esgoto deve ser o destino ideal para os efluentes do edifício, porém é sabido que no Brasil somente 65,3% dos domicílios brasileiros estão servidos por coleta de esgoto.

Em relação à região norte do Brasil, apenas 22,6% das casas estão conectadas por meio de ligações domiciliares às redes de esgoto.

Evidentemente que a existência da rede de esgoto exige que ela esteja direcionando os efluentes para uma Estação de Tratamento de Esgotos – ETE. Os percentuais citados referem-se ao ano 2015, conforme a pesquisa PNAD/IBGE.

Em locais em que há redes de esgoto disponibilizadas pela concessionária, a ligação é obrigatória, conforme a Lei Federal 11.445 e o Código de Postura do Município de Manaus, firmado pela Lei 392/97.

Quando a edificação estiver localizada em bairros ou cidades que não disponibilizam as redes de esgoto, há necessidade de solução alternativa, como é o caso dos sistemas Fossa/Sumidouro.

Esta alternativa é de caráter particular, sendo o proprietário do imóvel o responsável pela sua construção e operação/manutenção.

Como uma solução técnica e não apenas uma improvisação, há necessidade de elaboração de um projeto e dimensionamento conforme critérios estabelecidos pelas normas ABNT NBR-7229/1993 e NBR-13969.

Em áreas não servidas por redes de esgotos públicos, torna-se obrigatório o uso de instalações necessárias para a depuração biológica e bacteriana das águas residuárias, conforme regulamento do Departamento Nacional de Saúde Pública disposto no Decreto nº 16.300 de 31/12/1932. O despejo de efluentes de esgoto lançados nos mananciais sem tratamento pode resultar em proliferação de doenças inúmeras, entre as quais, tifo, disenterias, etc. (CREDER, 2015).

---

## 3.1 FOSSA SÉPTICA

---

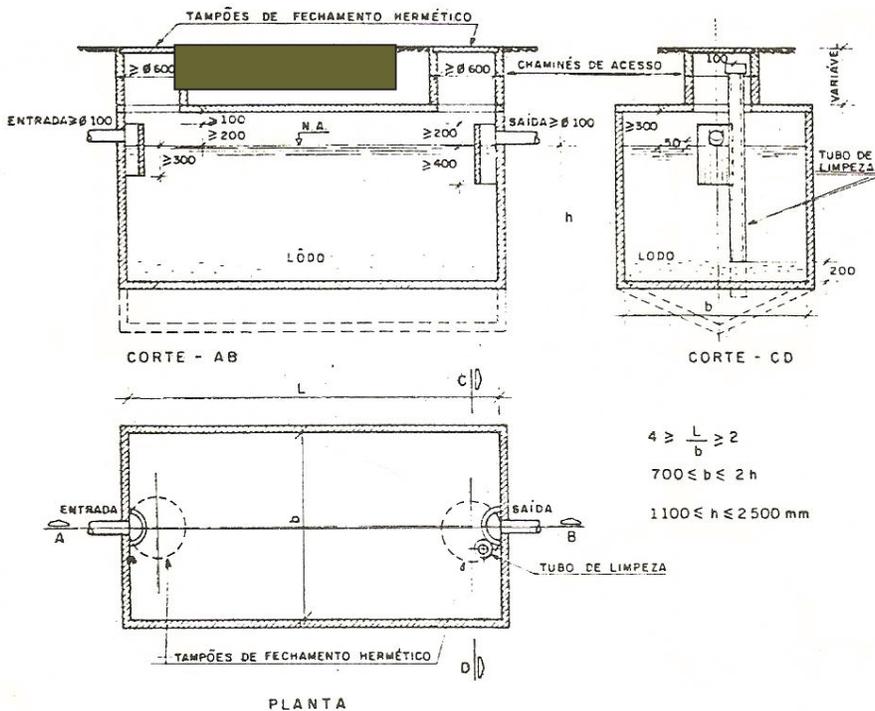
**Definição:** É uma unidade de tratamento de efluentes domésticos, de fluxo horizontal e contínuo, em que há o tratamento primário dos dejetos, resultando em eliminação parcial dos poluentes que foram incorporados à água utilizada na edificação.

O ambiente séptico está relacionado com aqueles em que se encontram bactérias. No caso da fossa séptica, esta funciona com base na ação das bactérias anaeróbias existentes em seu interior.

### 3.1.1 Tipos de fossas sépticas

**Prismático** – Mais utilizado, podendo ser construído em concreto armado, alvenaria de tijolos e deve ser totalmente impermeabilizada. A tampa deve ter função estrutural e são feitas em concreto armado, sendo necessário prever aberturas para inspeções periódicas (Figura 3.1).

**Cilíndrica** – Utilizada em menor escala, podendo ser construída em alvenaria e anéis de concreto, devendo haver impermeabilização. Também deve possuir tampa em concreto armado e previsão de aberturas para inspeção.



**Figura 3.1** - Esquema construtivo da fossa séptica prismática.  
Fonte: NBR-7229.

### 3.1.2 Critérios para o uso da fossa séptica

A NBR 7.229:1993, estabelece as seguintes recomendações e exigências para a utilização da fossa séptica:

- Não causar poluição às águas receptoras;
- Não causar poluição ao solo;
- Não prejudicar a vida nos cursos de água;
- Permitir a limpeza periódica com facilidade, localizando-se na parte frontal do terreno;
- Distância horizontal da fossa para o manancial deverá ser, no mínimo, 20 m.
- Distância vertical entre a fossa e o lençol, no mínimo 2,0 m.
- Fossa negra é aquela cujo fundo fica situado a menos de 1,5 m do lençol freático.

### 3.1.3 Dimensionamento da fossa séptica de câmara única

O dimensionamento da fossa séptica deve ser precedido de uma avaliação sobre o espaço disponível e profundidade em que se encontra o nível do lençol freático no terreno para que sejam obedecidas as recomendações da NBR 7.229:1993.

Para obtenção do volume necessário para a fossa, utiliza-se a expressão abaixo:

$$V = 1000 + N (CT + K Lf) \quad (3.1)$$

onde:

- N = número de pessoas ou unidades de contribuição
- C = contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 3.1)
- T = período de detenção, em dias (ver Tabela 3.2)
- K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (ver Tabela 3.3)
- Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 3.1)

A contribuição individual e a contribuição de lodo fresco dependem do tipo de ocupação do prédio e se é ocupação temporária ou permanente. A Tabela 3.1 disponibiliza os valores.

**Tabela 3.1** - Contribuição individual - Lodo fresco.

Prédio	Unidade	Contrib. Esgotos	Lodo fresco
<b>1. Ocupantes permanentes</b>			
Residência			
Padrão alto	pessoa	160	1
Padrão médio	pessoa	130	1
Padrão baixo	pessoa	100	1
Hotel - Exceto lavanderia e cozinha	pessoa	100	1
Alojamento provisório	pessoa	80	1
<b>2. Ocupantes temporários</b>			
Fábricas em geral	pessoa	70	0,30
Escritório	pessoa	50	0,20
Edifícios públicos	pessoa	50	0,20
Restaurantes	refeição	25	0,10
Cinemas e teatros	lugar	2	0,02
Escolas - externatos	pessoa	50	0,20

Fonte: NBR 7.229/1993.

**Tabela 3.2** - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.

Contribuição diária (L)	Tempo de detonação	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: NBR 7.229/1993.

Para obter o período de detenção (T) deve-se verificar a contribuição diária (N x C), conforme a Tabela 3.2.

O valor de T deve ser considerado em dias.

**Tabela 3.3** - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K para faixas de temperatura t (°C)		
	t < 10	10 < t < 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR 7.229/1993.

### 3.1.3.1 Caso de fossas sépticas prismáticas

As dimensões das fossas sépticas são obtidas por meio do seu volume, ou seja:

$$V = L.b.h$$

Como apenas o volume é conhecido, é necessário atribuir valores para duas das três variáveis. Importante considerar na atribuição dos valores, a disponibilidade do local, principalmente a área e a profundidade do lençol freático. Também deve ser observado o critério abaixo:

# INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS

## 4

Na impossibilidade de que as águas pluviais, que se precipitam sobre as edificações, sejam lançadas na mesma canalização que os esgotos, torna-se evidente a necessidade de se projetar uma instalação predial para esse sistema. Ela é destinada à coleta e condução das águas de chuva para uma destinação final, quais sejam, as redes públicas de drenagem, aos córregos e mananciais.

Neste capítulo abordaremos esse sistema considerado de suma importância para o desempenho pleno da edificação, principalmente nas regiões em que são registrados altos índices pluviométricos, como a região amazônica, bem como nas regiões em que as chuvas são raras, o que demonstra que é um sistema de suma importância para as regiões chuvosas e também para aquelas em que a estiagem é de longa duração.

Água de chuva atinge os edifícios e possui potencial para causar danos às edificações e comprometer a durabilidade destas, além de provocar efeitos negativos à aparência das construções.

### 4.1 CRITÉRIOS PARA PROJETO E EXECUÇÃO

A NBR 10.844:1989 estabelece alguns critérios que devem ser observados na elaboração dos projetos de instalações prediais de águas pluviais, entre eles relacionamos:

- 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) nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries;
- e) nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis;
- f) não provocar ruídos excessivos;
- g) resistir às pressões a que podem estar sujeitas;

---

## 4.2 POR QUE DOTAR A EDIFICAÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS?

---

O edifício, seja residencial ou comercial/industrial se beneficia da instalação de águas pluviais, por diversas razões.

Calhas e condutores, principais elementos da instalação de águas pluviais, possibilitam o aproveitamento de água de chuva, impedindo sua precipitação diretamente no solo, a partir da cobertura das edificações, o que possibilita também que se evite o seu desperdício.

Trata-se, portanto, de redução do consumo de água potável, na medida em que a água pluvial seja adequadamente armazenada e utilizada para usos não nobres.

A inexistência de instalação de água pluviais, impede esse aproveitamento e fica configurado o desperdício da água de chuva, principalmente em regiões em que a escassez de chuvas é constante.

Trata-se de um sistema ambientalmente correto, visto que viabiliza a o aproveitamento da água e possibilita a sua autossuficiência, além de tudo, a existência de calhas e condutores possibilita ainda a prevenção de infiltrações nas edificações.

Pode-se ainda considerar que a estética e o acabamento dos telhados são pontos que valorizam os imóveis, principalmente residenciais, e que protege as paredes em suas partes inferiores, as quais normalmente são atingidas pelos respingos da água precipitada a partir dos beirais.

### 4.3 Terminologia – NBR 10.844:1989

---

Esta norma disponibiliza as definições aplicadas aos componentes e elementos do sistema de águas pluviais, bem como define parâmetros aplicados nas instalações de águas pluviais. A seguir, transcrevemos alguns deles:

**Altura Pluviométrica** – Volume de água precipitada por unidade de área horizontal.

**Área de Contribuição** – Soma das áreas das superfícies que, interceptando a chuva, conduzem as águas para um determinado ponto da instalação.

**Caixa de Areia** – Caixa utilizada nos condutores horizontais para recolher detritos por deposição.

**Condutor Horizontal** – Canal ou tubulação horizontal destinado a recolher e conduzir águas pluviais até os locais permitidos pelos dispositivos legais.

**Condutor Vertical** – Tubulação Vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzir até a parte inferior do edifício.

**Intensidade Pluviométrica** – Quociente entre a altura pluviométrica precipitada num intervalo de tempo e esse intervalo.

**Perímetro Molhado** – Linha que limita a seção molhada junto às paredes e fundo de condutor ou calha.

**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.

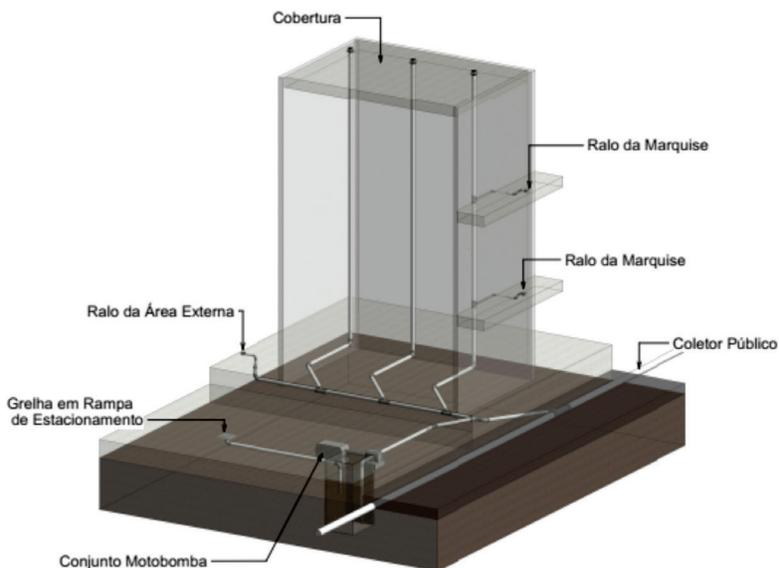
**Ralo Hemisférico** – Ralo cuja grelha tem a forma hemisférica.

**Seção Molhada** – Área útil de escoamento em uma seção transversal de um condutor ou calha.

**Vazão de Projeto** – Vazão de referência para o dimensionamento de condutores e calhas.

Normalmente o escoamento de águas pluviais se faz por meio da gravidade, porém há casos em que o edifício tem áreas privadas ou comuns situadas em níveis inferiores às sarjetas ou galerias de águas de chuva. Nesse caso, há necessidade de instalação de motobombas para elevação da água ao nível que

possibilite a interligação com a tubulação que estiver acima da cota da sarjeta. Ambas as situações estão ilustradas na Figura 4.1.



**Figura 4.1** – Opções de escoamento de águas pluviais.

Fonte: O autor.

#### 4.4 ASPECTOS DO ESGOTAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Ao se precipitar, a água de chuva atinge telhados, terraços, áreas diversas e terrenos.

O escoamento ocorre de forma natural por gravidade, tanto em calhas como em condutores verticais.

Calhas, tubos e caixas de areia formam os receptores, condutores e dispositivo que possibilita a deposição de resíduos sólidos eventualmente no fluxo de água. Tais detritos ou resíduos são possíveis de constarem no escoamento, afinal a água terá contato com o telhado, o qual poderá conter detritos que poderão ser carreados para a canalização.

Após a coleta, condução e deposição de resíduos ou detritos, a água pluvial terá como destino final as sarjetas, valas, coletor da via pública, seguindo até o canal ou curso de água, como igarapés, lagos, rios, córregos, etc.)

## 4.5 O SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS

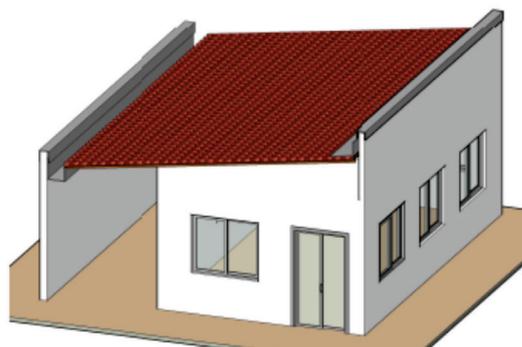
O telhado é o ponto de partida para o projeto. Há telhados com uma água ou várias águas (Figura 4.2). A água do telhado define a área de contribuição para a calha que estará posicionada no beiral (Figura 4.3) ou na calha de platibanda (Figura 4.4).



**Figura 4.2** - Telhados com uma ou duas águas.  
Fonte: O autor.



**Figura 4.3** - Telhado com beiral.  
Fonte: O autor.



**Figura 4.4** - Calhas de platibanda. Uma mureta encobre a visualização.  
Fonte: O autor.

# PATOLOGIAS HIDROSSANITÁRIAS

---

## 5

Este capítulo é parte da dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos apresentada pelo autor à Universidade Federal do Pará (UFPA) em fevereiro de 2016, tendo como tema "PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS NA ZONA CENTRO-SUL DE MANAUS (AM): DIAGNÓSTICO E TERAPIA".

As instalações hidrossanitárias representam importante parcela das causas dos problemas patológicos que acometem as edificações em geral e em especial as residenciais, estejam elas em construções unifamiliares ou multifamiliares.

Esta dissertação de mestrado foi realizada durante a vigência das normas NBR-5626/1998 e NBR-7198/1993.

---

## 5.1 INTRODUÇÃO

---

Conforme já mencionado anteriormente no capítulo 1, uma obra residencial tem vida útil de 50 anos, de acordo com os critérios de avaliação de imóveis urbanos e métodos de depreciação. É sempre um grande risco, a tentativa de obter ganhos quando se busca economizar nas instalações prediais suprimindo-se o projeto hidrossanitário, utilizando materiais de qualidade inferior e mão de obra sem a devida qualificação para uma tarefa tão importante.

Atualmente, com a vigência da Norma de Desempenho NBR 15.575:2013, há uma preocupação crescente em toda a cadeia da construção civil por conta das incumbências atribuídas ao incorporador, projetista, construtor, fabricante do material de construção e o próprio usuário. Embora os edifícios considerados nesse estudo estejam desobrigados a atender à atual NBR 15.575:2013, é

recomendável alertar para as edificações com projetos aprovados a partir da data de sua vigência, ou seja, 14 de julho de 2013.

O grande desafio em abordar o desempenho na construção civil é traduzir em requisitos e critérios as necessidades dos usuários para que sejam mensuradas objetivamente. Os requisitos de desempenho são de caráter qualitativo, enquanto os critérios estão relacionados com as necessidades dos usuários em termos quantitativos, possibilitando, objetivamente, a verificação se as necessidades dos usuários foram atendidas ou não (BORGES, 2008).

As instalações prediais hidráulicas e sanitárias devem ser operadas durante toda a vida útil da edificação adequadamente, afinal, são responsáveis por disponibilizarem vários insumos, entre eles a água aos usuários. Assim, a qualidade das mesmas tem implicação no desempenho que atenda às necessidades dos usuários, mas também a racionalização em relação às perdas e desperdícios e uso de insumos adequados (ARAÚJO, 2004).

Na maioria das vezes, as paredes e os pisos escondem verdadeiras armadilhas que podem levar os proprietários e moradores ao aborrecimento e “stress” com quebras de paredes, pisos e revestimentos.

Os sistemas prediais precisam fazer parte da obra com longa vida útil, afinal a edificação merece “viver” 50 anos com qualidade e o projetista e o instalador devem conceber e executar, respectivamente, as instalações hidrossanitárias para que os usuários obtenham segurança e sossego com a edificação em pleno uso e funcionamento.

Assim, pode-se considerar que as instalações hidrossanitárias são partes vitais da edificação e podemos considerá-las como se fossem a parte viva da construção predial, pois ao receber um comando do usuário através de um toque ou giro de um registro, o sistema responde com água para os diversos fins no edifício. Esse conjunto de tubos, conexões e dispositivos hidráulicos diversos será considerado o sinal vital da edificação e a garantia de que o desempenho do sistema estará atendendo as expectativas de conforto dos usuários.

Por meio de experiência profissional na área de assessoramento técnico em projetos e execução de instalações hidro sanitárias, é possível presenciar práticas inadequadas em projeto, execução, falhas de fabricação de materiais, uso indevido e manutenção deficiente em edifícios residenciais unifamiliares e multifamiliares, horizontais e verticais.

Quando um comprador busca um imóvel para adquirir, há variáveis que influenciam a escolha. Entre elas podem-se citar as características socioeconômicas

dos moradores (idade, sexo, renda, patrimônio familiar), circunstâncias econômicas e do mercado (preços, financiamentos, inflação e nível da atividade de construção civil), além das características do imóvel desejado, tais como área, projeto, equipamentos disponíveis e padrão da construção (BRANDSTETTER, 2004).

O contato direto com proprietários e usuários de edifícios residenciais possibilita presenciar cenas de altíssimo “stress” diante de patologias hidrossanitárias que comprometem toda a edificação e a plenitude de sua utilização e geram um excepcional desconforto psíquico e físico para as pessoas envolvidas e prejudicadas com a ocorrência das patologias.

Assim como no Brasil, onde dados relativos ao IBAPE-SP apontam para o índice de 75% de patologias dos edifícios com origens nas instalações prediais, em Portugal, as instalações de águas e esgotos constituem uma das principais origens de problemas em edifícios, ainda que em construções recentes, causando enorme desconforto para os seus usuários. Naquele país, a causa básica desses problemas deve-se aos erros e defeitos tanto nas fases de projeto como na fase de construção, ou ainda, à vida útil dos materiais que constituem as instalações (AFONSO *apud* RAMOS, 2010).

Naturalmente, após alguns anos de uso, as edificações passam por processos de desgaste natural e necessitam de ações de manutenção, fundamentais para que a garantia das construtoras seja preservada ao usuário.

Entende-se por manutenção o conjunto das ações que visem as propriedades originais dos edifícios para que possa atender aos critérios e requisitos de desempenho considerados em projeto, ou seja, que seja utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene ao longo de toda a sua vida útil (JESUS, 2008).

Entender o que ocorreu nas edificações com mais de cinco anos de uso, pode ser um passo importante para prevenir patologias nas edificações em construção ou nas que vierem a ser construídas, pois se terá aprendido com os erros do passado.

Conhecer as patologias em edifícios residenciais e suas relações de causa e efeito são elementos indispensáveis para a sistematização das informações que nortearão ações preventivas e corretivas e adoção de práticas favoráveis ao melhor desempenho das edificações, o que possibilita aos empresários da construção civil e projetistas perceberem e buscarem processos e modelos que tenham como objetivo final, a satisfação plena dos seus clientes, na medida

em que serão moradores/usuários felizes com o produto que adquiriram e/ou utilizam sob uma das formas mais nobres: a moradia (MALGUEIRO, 2009).

Tais circunstâncias formaram o embasamento para a motivação em realizar o presente estudo especificamente na cidade de Manaus (AM), uma das últimas capitais do Brasil a passar por um processo de verticalização das edificações.

---

## 5.2 POR QUE ESTUDAR AS PATOLOGIAS HIDROSSANITÁRIAS?

---

Historicamente os sistemas prediais hidráulicos e sanitários sempre despertaram menor interesse dentro do ambiente da construção civil por várias razões, entre as quais, obtenção de redução nos custos e também por se tratar de sistema que não é percebido pelo usuário, já que seus componentes e elementos ficam predominantemente ocultos.

O usuário ou proprietário também contribui para esse menor interesse, na medida em que não valoriza as instalações hidrossanitárias de forma compatível com a importância que elas têm no contexto do desempenho pleno da edificação.

Com o processo de verticalização ocorrido nos anos 2009 a 2014 na cidade de Manaus, como em muitas cidades brasileiras, há uma tendência ao agravamento de problemas hidrossanitários em edifícios residenciais por conta do nível de exigência imposto a esses sistemas, decorrentes do próprio porte das obras, considerando-se áreas construídas e gabaritos que podem chegar a 25 pavimentos na cidade de Manaus, chegando a 70 pavimentos em cidades do sul do país.

Como houve o predomínio das construções horizontais até o início dos anos 1990, as patologias hidrossanitárias se manifestavam em áreas limitadas aos imóveis unifamiliares, não havendo manifestações graves que resultassem em danos de grande monta e representassem grandes prejuízos com medidas corretivas ou indenizações a terceiros.

Portanto, conhecer as patologias hidrossanitárias, diagnosticando-as corretamente e propondo soluções, é uma necessidade básica atualmente para que o conforto dos usuários seja garantido por meio de especificações técnicas

em projeto que as previnam, além das indispensáveis ações corretivas que restabeleçam as condições necessárias para a operação normal dos sistemas prediais hidrossanitários em edifícios residenciais multifamiliares.

---

### 5.3 OBJETIVOS

---

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a ocorrência de patologias nos sistemas hidrossanitários de edifícios residenciais localizados na zona centro-sul de Manaus (AM), propondo especificamente:

- Verificar a ocorrência de manifestações patológicas nos edifícios residenciais;
- Determinar as causas das patologias
- Propor soluções terapêuticas;
- Estabelecer as origens das patologias.

---

### 5.4 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS PARA A QUALIDADE DAS EDIFICAÇÕES

---

Segundo AFONSO *apud* PALAS (2013), os romanos foram os grandes inovadores e responsáveis pelo encanamento da água para disponibilidade e uso no interior das edificações, começando o seu uso pelos famosos “banhos”, criando ainda sistemas de alimentação de água fria e quente, em alguns casos, alguns com uso de torneiras. Porém, no que se refere aos sistemas de esgotos, uma civilização hindu antiga do Paquistão, consta em registros de 2500 a.C., dando conta da existência de tubulações confeccionadas em grés, as quais conduziam águas residuais por meio de canais cobertos dispondo os efluentes diretamente nos campos regando e fertilizando as culturas.

As necessidades físicas e os hábitos de higiene contribuem para que o abastecimento de água nos edifícios seja indispensável, levando o homem a aperfeiçoar soluções engenhosas para conduzir a água até os pontos de consumo, onde estão os respectivos consumidores. No entanto, pelas condições de escassez da água, agravada pelo crescimento acelerado da população mundial