



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PCC - 3331: Tecnologia e Gestão da Produção de Obras Civas: Edifícios

Sistemas Prediais

Sumário

1. Introdução.....	3
2. Classificação dos subsistemas instalações.....	5
3. Problemas associados aos subsistemas instalações.....	6
3.1. Principais Problemas Encontrados	6
3.2. Causas Mais Comuns	6
3.3. Medidas Preventivas	10
4. Processo de Execução Racionalizada.....	12
4.1. Etapa de Planejamento	12
4.2. Etapa de Recebimento dos Materiais.....	14
4.3. Etapa de Marcação e Passagem por Elementos Estruturais	16
4.4. Execução dos Ramais	21
4.5. Controle da Execução.....	26
4.6. Montagem dos Dispositivos e Aparelhos	27
5. Características dos Principais Subsistemas.....	28
5.1. Água Fria	28
5.1.1. Configuração geral do subsistema.....	28
5.1.2. Componentes utilizados	30
5.2. Água quente.....	33
5.2.1. Configuração geral do subsistema.....	34
5.2.2. Componentes utilizados	36
5.3. Instalação de combate a incêndios	37
5.4. Esgoto sanitário e águas pluviais.....	39
5.4.1. Configuração geral do subsistema.....	39
5.4.2. Componentes utilizados	43
5.5. Instalações elétricas	47
5.5.1. Configuração geral do subsistema.....	47
5.5.2. Componentes utilizados	48
5.6. Instalações de antena, telefone e interfone.....	51
5.7. Instalações eletromecânicas (de elevadores).....	52

1. Introdução

O edifício, além de funcionar como um "filtro", protegendo e abrigando o homem da ação do meio ambiente, deve possibilitar o pleno desenvolvimento das atividades humanas no seu interior. Para isto, além de conter as vedações que delimitam os espaços, deve ser provido de uma série de serviços que atendam plenamente as funções para as quais fora projetado

Esses serviços são comumente denominados "instalações prediais" e são tão mais complexos quanto maior o porte do edifício e a diversidade de funções que abriga. Esta afirmação fica clara ao se comparar, por exemplo, as instalações e serviços necessários em uma unidade habitacional térrea e em um grande "shopping center".

É fácil perceber que num "shopping" a complexidade das instalações é muito maior, envolvendo um maior número de atividades e de pessoas, exigindo, em consequência, uma diversidade maior de serviços, além de um maior grau de segurança.

Quando se trata da construção de edifícios, o subsistema instalações prediais apresenta uma grande importância, pois além de representar uma parte significativa dos custos destes, apresenta in, além de funcionar como um "filtro", protegendo e abrigando o homem da ação do meio ambiente, deve possibilitar o pleno desenvolvimento das atividades humanas no seu interior. Para isto, além de conter as vedações que delimitam os espaços, deve ser provido de uma série de serviços que atendam plenamente as funções para as quais fora projetado terfaces e interfere na execução de praticamente todos os demais subsistemas do edifício. Além disso, é o subsistema que está em contacto direto com o usuário da edificação e é o principal responsável pelo provimento da infra-estrutura necessária para o desenvolvimento das atividades humanas - imagine uma residência sem nenhuma instalação funcionando: - transforma-se numa caverna!

Apesar disso, é comum encontrar na prática profissional situações nas quais o projeto e a execução deste subsistema são relegados a um segundo plano. Isto leva ao surgimento de inúmeros problemas, tanto de mau funcionamento do mesmo como de interferência que causa nos demais subsistemas do edifício.

Se vimos que a importância funcional dos sistemas prediais no edifício é prover a infra-estrutura necessária neste, sua importância econômica é tão grande quanto, podendo seus custos chegar a mesma ordem de grandeza da superestrutura e vedações.

Independente do grau de complexidade, qualquer tipo de instalação exige estudos e projetos específicos para a sua produção.

E, ao se elaborar o projeto das instalações, além de se levar em conta os custos de implantação e de manutenção, comuns para os demais subsistemas do edifício, deve-se considerar, ainda, os custos operacionais das mesmas, como é o caso, por exemplo, do custo para fornecimento de energia elétrica, água e telefone.

O projeto e conseqüente dimensionamento das instalações do edifício é objeto de outras disciplinas. Nesta disciplina, busca-se proporcionar aos alunos uma visão dos aspectos construtivos dos sistemas, a interferência destes com outros sistemas e alternativas tecnológicas para implantação em edificações.

2. Classificação dos subsistemas instalações

As instalações prediais podem ser reunidas em grandes grupos que agregam elementos destinados a uma específica finalidade. Desta forma podemos ter:

. Hidráulicas e sanitárias: água fria; água quente (energia solar, elétrica, a gás); águas pluviais; esgoto sanitário, presentes em praticamente todos os edifícios. Mesmo em edifícios comerciais e residenciais podemos ter ainda instalações diferenciadas como: fontes, cascatas, espelhos d'água; piscinas, saunas, duchas; drenagem de subsolo; gás combustível. Em edifícios industriais as instalações normalmente crescem de complexidade, podendo conter: água gelada; água salgada; água industrial; sabão líquido; aquecimento de piso; limpeza a vácuo; gases hospitalares; vapor; ar comprimido, entre outros.

. Elétricas: iluminação; força; emergência, presentes na grande maioria dos edifícios. Não podem ser esquecidas, entretanto as instalações especiais presentes em muitos casos, como: extra-baixa tensão; "no-break"; energia estabilizada; sinalização; comandos fotoelétricos; pára-raios; hora unificada, entre outras.

. Segurança contra incêndio: Todo edifício deve ser projetado levando-se em consideração o risco de ocorrência de um incêndio. Assim, em grande parte dos projetos podem conter instalações como: hidrantes, extintores, sinalização, iluminação de emergência, porta corta-fogo, pára-raios, chuveiro automático ("sprinkler"), água nebulizada, gases (CO₂, Hallon), espuma, detecção de fumaça e chamas, alarme, exaustão de fumaça. Todas estas com objetivo de garantir a segurança dos usuários em casos de incêndio.

. Complementares: muitos outros sistemas complementares podem estar presentes no edifício dependendo da complexidade e finalidade do mesmo. Assim, podemos ter instalações de comunicação, que compreendem telefonia, interfones, antena de T.V., antena parabólica, telex, fac-símile, tele fax, vídeo cassete, vídeo texto, sonorização ambiental, rádio, central de chamadas, simultaneamente ou não podem estar presentes num edifício. Podemos ainda, em função da complexidade do mesmo, ter instalações diferenciadas como: segurança contra intrusão; transporte e mecânicas, de ventilação, de condicionamento de ar, de exaustão, etc.

As características das principais instalações presentes num edifício serão abordadas na seqüência.

3. Problemas associados aos subsistemas instalações

O subsistema instalações prediais é um dos que apresenta a maior ocorrência de problemas patológicos. Basta lembrar que neste subsistema existe a constante presença de fluidos, principalmente a água e de energia (elétrica, pressões, temperatura, etc.), além disso, é composto por uma série de equipamentos que possuem mecanismos e partes móveis. É comum observar, mesmo em edifícios novos, um grande número de reclamações quanto a vazamentos ou mau funcionamento das instalações. Paradoxalmente, este é dos subsistemas que recebe menor atenção em projeto e que a ausência do engenheiro é mais sentida em obra.

3.1. Principais Problemas Encontrados

Os problemas mais freqüentemente encontrados são: nas instalações hidráulicas, verificamos infiltrações, vazamentos, pressões insuficientes, descolamento de revestimentos, ruídos e vibrações, retorno de odores e espuma nos sistemas de esgoto; nas instalações elétricas verificamos consumo excessivo e superaquecimento, o que além de inconveniente pode ser perigoso a medida que causa risco de incêndio; nos sistemas de gás encanado notamos pressões insuficientes e vazamentos o que também pode causar sérios riscos à segurança do edifício; os problemas nos sistemas de comunicação em geral são ruídos e interferências; nos sistemas de elevadores podem ocorrer paradas e perda de controle dos comandos.

3.2. Causas Mais Comuns

Fazendo-se uma análise dos motivos que levam a esta situação, podemos encontrar as causas em praticamente todas as fases do empreendimento. As falhas iniciam-se com a própria formação dos profissionais, engenheiros e arquitetos que trabalham com estes subsistemas. São poucas as escolas nas quais existe o curso de instalações prediais. Normalmente estes assuntos são tratados sem muita ênfase como um dos tópicos dos cursos de saneamento ou eletricidade.

Na prática profissional, os problemas iniciam-se já na fase de projeto. Em pequenas obras, por exemplo, por vezes o projeto de instalações nem existe e as instalações são resolvidas apenas no momento da execução. Nas obras em geral, muitas vezes encontram-se projetos mal detalhados, com desenhos muito esquemáticos que não traduzem a realidade de execução na obra. Isto leva aos problemas serem resolvidos no momento da execução, com decisões tomadas pelo próprio oficial executor (encanador, electricista), que não tem formação e visão geral da obra para resolução dos problemas. Isto leva a constantes improvisações que comprometem tanto a produtividade como a qualidade dos serviços.

Outro problema comum de ser encontrado nos projetos é a falta de especificações precisas e detalhadas dos materiais a serem empregados. Isto abre a possibilidade de execução dos serviços com materiais de menor qualidade, uma vez que existe no mercado uma diversidade muito grande de um mesmo tipo de material ou componente, porém com preços e características muito variáveis.

Problemas como estes, de grande variação da qualidade de produtos com mesmas características funcionais, são conseqüências também de desatualização ou mesmo falta de legislação que normalize tais produtos, deixando espaço para fabricantes de índole não impecável reduzirem seus preços às custas de redução da qualidade de produtos. A desatualização da legislação também favorece construtores que optam por sistemas mais econômicos em detrimento a sistemas mais modernos, como por exemplo, a medição individualizada do sistema de água.

Na fase de execução, os problemas das instalações prediais são decorrentes de suas próprias características. Normalmente a execução deste subsistema inicia-se com as primeiras tarefas, já no início da execução da estrutura de concreto e acompanham a obra até o seu final. Esta distribuição do trabalho ao longo de toda a obra inviabiliza, na maioria das vezes, a utilização de mão-de-obra própria para a execução destes serviços. Assim, muitas vezes a execução é feita por subempreiteiros. Nestes casos, muitos problemas podem decorrer se não for feita uma fiscalização intensa pelos engenheiros da obra que contrataram os serviços. Neste caso, os problemas de projeto também se acentuam, pois não há como fiscalizar um serviço se este não estiver plenamente especificado. Por outro lado, grande parte da mão-de-obra que trabalha nestes serviços não possui um treinamento efetivo nas técnicas de execução, predominando quase sempre o empirismo na elaboração das tarefas.

Nas figuras 3.1 e 3.2 podemos visualizar problemas típicos na execução.



Figura 3.1 – Saída da laje dos conduítes na posição errada.



Figura 3.2 – Saídas de água e esgoto muito próximas.

O problema de se subempreitar a execução das instalações agrava-se quando é feito um contrato de empreitada global. Neste caso existirá a tendência do empreiteiro utilizar materiais de menor qualidade ou ainda a execução de improvisações para a diminuição dos seus custos, como por exemplo, a feitura de curvas nas tubulações plásticas através de aquecimento, levando a um sério comprometimento da qualidade dos trabalhos.

Outra causa dos problemas supracitados é a falta de procedimentos bem definidos para execução dos sistemas, o que acarreta falta de padronização dos serviços, abre espaço para improvisos e decisões tomadas durante a execução pela própria mão-de-obra sem planejamento. A falta de padronização também dificulta o controle da execução, que é imprescindível para garantir a qualidade das instalações. A falta de controle por si só é também um motivo que leva a falhas nos sistemas prediais, independente do tipo e condições da instalação o controle é fundamental para garantia do perfeito funcionamento.

Finalmente, outro motivo que leva ao constante surgimento de problemas patológicos é o fato destes subsistemas só entrarem em efetivo funcionamento após a entrega da obra. Assim, o engenheiro responsável pela execução muitas vezes não sente responsabilidade de uma má execução e com isso não se motiva a controlar adequadamente a execução. De forma geral, estes problemas oneram o futuro morador do imóvel e não a construtora, levando-a a descuidar da execução destes serviços. Deve ser lembrado, entretanto, que mesmo que não traga ônus financeiro para a empresa, estes problemas podem comprometer significativamente a sua imagem no mercado.

Além dos problemas oriundos da execução não podemos nos esquecer das falhas na operação e manutenção dos sistemas prediais, que da mesma forma podem causar sérios problemas aos usuários. No caso da operação, por exemplo, a utilização de equipamentos com potência maior que a recomendada em certa instalação elétrica ou o despejo de substâncias agressivas à tubulação de esgoto. No caso da manutenção, por exemplo, a substituição de disjuntores por outros de maior carga máxima sem adequação da fiação ou a falta de limpeza de caixas de inspeção ou caixas de gordura, causando entupimentos.

3.3. Medidas Preventivas

Algumas medidas preventivas podem ser tomadas para evitar estas situações, como por exemplo, cobrar do projetista de instalações um trabalho mais detalhado, contendo especificações completas, lista de materiais e todos os detalhes em escala conveniente; durante a execução, preocupar-se com uma programação realista das atividades de maneira a diminuir as interferências com outros subsistemas. Deve-se cuidar para a contratação dos serviços de subempreiteiros de confiança e nunca utilizar contratos globais que incluam o fornecimento de materiais. Finalmente deve-se controlar rigidamente a execução, constatando os materiais empregados, observando as técnicas de execução, sobretudo quando se utiliza do serviço de subempreiteiros.

De forma geral, a solução de todos os problemas de forma conjunta e planejada pode ser descrita como a racionalização do projeto e execução. Falar de racionalização significa pensar globalmente, olhar a obra como um todo, minimizando as interferências entre os sistemas. Devemos avaliar comparativamente os custos, por exemplo, custos de materiais versus custos de mão-de-obra, os materiais mais baratos podem exigir mais mão-de-obra e gerar um custo total maior. Custos de execução devem ser comparados com os custos de manutenção e custos de implantação devem ser comparados com os custos de operação, tudo para que o custo global seja o menor possível.

Um projeto racionalizado visa também minimizar as interferências entre os sistemas, utilizando soluções como paredes hidráulicas, shafts para passagem de tubulações, instalações pelo forro ou mesmo externas às vedações. Novas soluções como banheiros prontos também começam a ganhar espaço, estes são banheiros que chegam semi-prontos à obra e são apenas posicionados e acabados.

No caso de falhas na operação e manutenção a solução mais adequada é a confecção de um “manual do usuário”, que oriente quanto à correta utilização dos sistemas prediais bem como de seu plano de manutenção que contempla inspeções periódicas, procedimentos preventivos e corretivos.

4. Processo de Execução Racionalizada

Como dito anteriormente, a racionalização busca otimizar os processos de execução de todos os subsistemas de forma global, garantindo a qualidade em cada subsistema, o menor nível de interferências possível e menor custo global, sem esquecer das implicações na operação e manutenção.

É fato que os processos racionalizados levam a um produto final com qualidade superior e os menores custos possíveis para a qualidade desejada. A racionalização evita retrabalho durante a obra, poupando materiais e mão-de-obra, além disso, garante os requisitos da obra, evitando problemas depois da entrega. No atual contexto de alta concorrência e altos requisitos de qualidade, a racionalização passa a ser uma peça fundamental para qualquer empresa construtora que queira se destacar no mercado e o conhecimento de seus princípios torna-se fundamental para todos profissionais do setor.

Podemos dividir a racionalização em etapas, estas são: planejamento, recebimentos dos materiais, marcação e passagem de prumadas, execução dos ramais, controle da execução e montagem dos dispositivos.

4.1. Etapa de Planejamento

O planejamento da produção consiste primeiramente na tomada de decisão sobre a centralização da produção. Neste caso toda produção de peças para os sistemas prediais é concentrada em uma oficina no canteiro. Este procedimento aproxima a produção dos sistemas prediais de uma produção em série, como em uma indústria, otimizando as tarefas realizadas. O espaço adequado provê aos operários melhores condições de trabalho aumentando sua produtividade. Há também ganhos na qualidade, devido à maior precisão que é conseguida com este tipo de procedimento. Finalmente, a produção centralizada favorece o controle das montagens e seus testes, reduzindo o risco de problemas. Um exemplo de central de produção pode ser visto na figura 4.1, bem como produtos deste tipo de central nas figuras 4.2 e 4.3.

Para uma produção centralizada é imprescindível que o projeto das instalações seja muito bem detalhado, para que toda montagem possa ser prevista e executada na central e apenas instalada no pavimento.

Independentemente da centralização da produção, a outra atividade fundamental da etapa de planejamento é a programação do pedido de materiais e equipamentos. Esta atividade garante que durante toda obra estarão a disposição dos operários todos os subsídios necessários para a instalação dos sistemas prediais, garante também que não haja excesso de materiais na obra na hora errada, causando problemas de estocagem e por fim, garante que os contratos de compra sejam feitos com tempo suficiente para comparações de preços e qualidade entre produtos, evitando a compra de produtos “em cima da hora”, que podem ser mais caros ou não atender as especificações de projeto corretamente. Esta etapa pode ser facilitada com resumos quantitativos dos projetos.



Figura 4.1 – Central de produção de instalações prediais.



Figura 4.2 – Peças de kits sanitários.



Figura 4.3 – Kit de cozinha montado.

É muito importante na programação o cuidado com os prazos, os fornecedores devem ser confiáveis e os prazos negociados com boa segurança. É preciso atenção também para a disponibilidade de equipamentos e peças especiais.

4.2. Etapa de Recebimento dos Materiais

A primeira atividade quando do recebimento dos materiais é a verificação dos componentes. É preciso verificar se os tipos e suas quantidades estão corretos e se não há defeitos, como deformações, amassados, trincas ou fissuras. Feita a conferência, deve-se voltar a atenção para a estocagem.

A estocagem tem pelo menos três aspectos de extrema importância: primeiro, ela deve facilitar o acesso aos materiais, por isso o estoque deve ser bem organizado, separando materiais por tipo, classe, cor, comprimento, diâmetro e etc. e sempre deve estar bem sinalizado para cumprir bem esta função.

A segunda função do estoque é proteger os materiais da ação de intempéries, como por exemplo, do sol, que pode deformar materiais plásticos e de degradações que podem ocorrer por excesso de peso em cima dos materiais ou pela passagem de pessoas ou veículos, de forma geral podemos falar de proteção mecânica dos materiais.

A terceira função é a garantia da segurança dos materiais contra eventuais roubos ou furtos. Materiais como, por exemplo, os tubos de cobre de instalações prediais de água quente têm um valor muito alto, e costumam ser alvos de roubos.

Podemos ver exemplos de estoques nas figuras 4.4 a 4.6.



Figura 4.4 – Estoque de tubos para instalações de água e esgoto.



Figura 4.5 – Estoque de tubos onde se pode notar a divisão por diâmetro e cor.



Figura 4.5 – Estoque de materiais para instalações prediais, nota-se a divisão que facilita o trabalho.

4.3. Etapa de Marcação e Passagem por Elementos Estruturais

É nesta etapa que definimos o posicionamento dos sistemas prediais, para isso precisamos do projeto das instalações com a locação dos eixos. A partir dos eixos materializados no canteiro e o projeto podemos então definir a locação de todas as partes dos sistemas. A técnica de locação é simples, utilizando medidas com uma trena e gabaritos para demarcação, por exemplo.

As marcações de passagem pelas lajes podem ser feitas antes da concretagem, estando estas “embutidas” nas fôrmas das lajes. Estas marcações serão, por exemplo, caixas de madeira, pré-moldados, fôrmas e negativos (metálicos ou de madeira) e servirão na prática para deixarem vazios na laje por onde passarão as instalações. No caso de instalações hidráulicas, podem ser peças que deixarão apenas o espaço necessário para passagem das prumadas, cano a cano, ou então um vazio maior configurando um shaft. Em instalações elétricas, teremos eletrodutos e caixas de passagem que serão utilizados posteriormente para passagem das fiações.

Podemos ver exemplos destas técnicas nas figuras 4.7 e 4.8.



Figura 4.7 – Caixa colocada na fôrma para criar um vazio na laje.

Outra opção é fazer marcações posteriores a concretagem, o que deve facilitar o posicionamento, por outro lado, para a passagem das prumadas deverão ser abertos buracos na laje, o que demandará mão-de-obra, tempo, além do desperdício de material.



Figura 4.8 – Eletrodutos e caixas de passagem dos sistemas elétricos e marcações para passagens hidráulicas.

É importante ressaltar que as tubulações de água não podem estar embutidas em lajes, estas devem apenas atravessar os elementos estruturais e podem ficar acima de forros falsos, por exemplo. Tubulações de gás, no entanto são recomendadas a estar embutidas nas lajes, bem como eletrodutos.

Uma vez definidas as marcações e com pavimento todo livre de escoramento pode-se iniciar a execução das prumadas. As prumadas passarão pelos vazios nas lajes e deverão ser fixadas e vedadas verticalmente pelo vedado aplicado no pavimento. Em caso de alvenaria esta pode ser a própria solução para “envolver” as prumadas.

Outra opção é a utilização dos shafts, que são vazios que percorrem verticalmente todo o edifício. Nestes, as prumadas podem ser fixadas internamente com braçadeiras ou argamassa. Os shafts podem ser visitáveis, ou seja, uma de suas faces tem um revestimento simples de ser removido, facilitando a manutenção do sistema.



Figura 4.9 – Shaft não visitável e alvenaria semi-pronta.



Figura 4.10 – Passagem de tubos por vãos na laje.



Figura 4.11 – Tubulação já executada e fixada em shaft não visitável.

4.4. Execução dos Ramais

A execução dos ramais pode ser realizada durante ou após o término das vedações do pavimento. Podemos embutir os ramais durante a execução da alvenaria, por exemplo, com uso de blocos especiais, já adequados á passagem de tubulações de água ou eletrodutos. Procedimentos como este requerem um alto nível de interação entre os projetos de alvenaria e sistemas prediais, bem como interação e sincronismo das equipes de produção. O produto final deve ter qualidade superior e o nível de desperdício é menor.

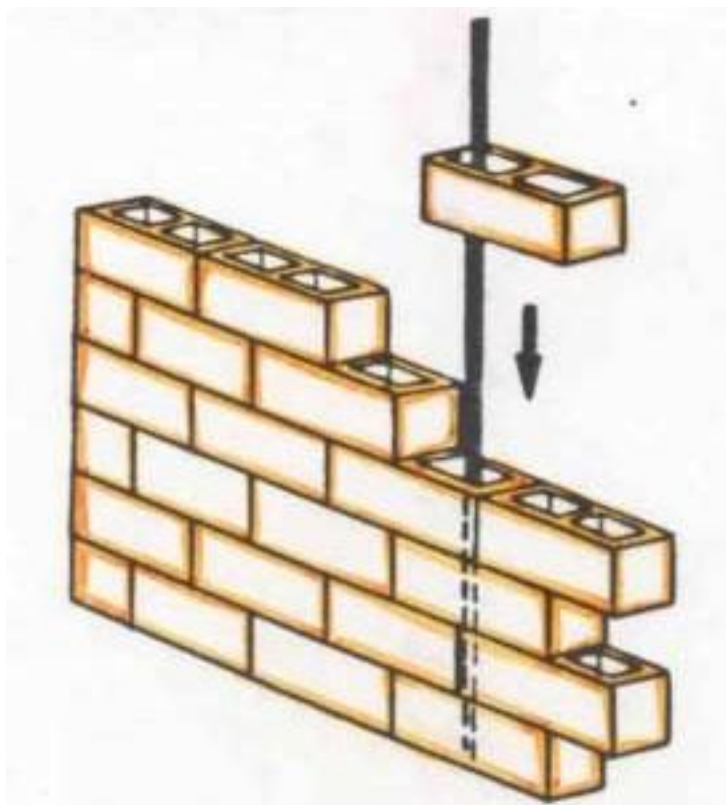


Figura 4.13 – Passagem dos ramais por blocos especiais

Em caso de vedação com gesso acartonado, os ramais devem ser executados concomitantemente com a produção do gesso. Isso se deve pela própria estrutura do gesso acartonado, onde os ramais ficam embutidos entre as chapas de vedação.



Figura 4.13 – Execução dos ramais em paredes de gesso acartonado.

A solução para a passagem dos ramais após o término da vedação implica em cortar o vedo. No caso mais comum, vedações em alvenaria, são feitos rasgos por onde são passados os ramais e posteriormente haverá o recobrimento. A idéia de cortar uma estrutura que acaba de ser construída pode a princípio parecer um grande desperdício, mas dependendo das características da obra leva-se menos tempo com este procedimento do que o procedimento anteriormente citado, onde os sistemas são construídos ao mesmo tempo do vedo. É necessário, no entanto um projeto bem detalhado, para que os cortes sejam os mínimos necessários e que todo o trabalho seja otimizado.



Figura 4.14 – Corte para passagem dos ramais.



Figura 4.15 – Instalações hidráulicas feitas em cortes na alvenaria de blocos cerâmicos.

Independente a forma como são construídos os ramais prediais, alguns cuidados devem sempre ser tomados. O posicionamento dos terminais em relação à parede e ao piso deve seguir o exatamente o projeto, com risco de aparelhos como pias, lavatórios e outros não poderem ser instalados. Os terminais não podem ficar muito fundos na parede, dificultando a ligação de aparelhos ou carecendo de prolongadores e também não podem ficar protuberantes, pois interferirão no revestimento.



Figura 4.14 – Compatibilização de interfaces para adequação ao revestimento.

É imprescindível também que todos os ramais sejam testados antes do revestimento, facilitando na verificação de falhas ou vazamento e evitando maiores retrabalhos. O revestimento pode ser feito com argamassa, encasquilhamento ou mesmo com telas metálicas.

Existem também outras soluções para passagem dos ramais, que embora menos comuns podem representar boas alternativas dependendo das condições da obra. Os ramais podem ficar embutidos no revestimento, sem interferências com vedado o que pode simplificar sua construção. Outra solução, também simplificadora, são ramais aparentes, que podem ter carenagens para escondê-los.



Figura 4.15 – Ramais aparentes cobertos por carenagem.

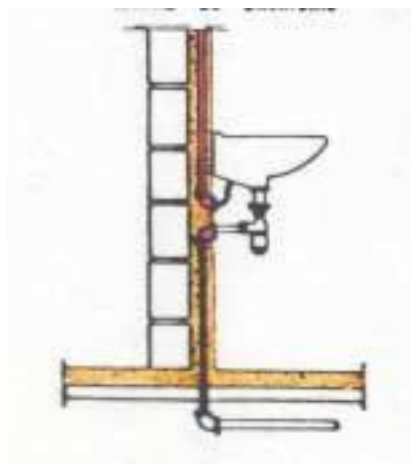


Figura 4.16 – Execução de ramal no revestimento.



4.17 – Shaft horizontal para passagem de instalações de água e esgoto.

Os ramais de esgoto normalmente são embutidos em forro de gesso, fixados com braçadeiras na laje. Seu acesso é feito pelo pavimento inferior, criando uma necessidade de interação entre vizinhos em caso de necessidade de manutenção.



Figura 4.18 – Execução de tubulação de esgoto.

4.5. Controle da Execução

O controle da execução é necessário para garantir que nenhuma parte do sistema apresente defeitos. Os procedimentos de controle consistem basicamente em verificar se tudo que foi projetado foi de fato realizado e testar o que foi realizado sob condições as mais próximas o possível das condições de operação reais.

Para sistemas prediais de água, deve-se fazer testes com água pressurizada, simulando a operação normal. O teste padrão consiste na aplicação de 60mca nos ramais e prumadas e verificação após 24 horas. No caso de instalações para água quente devemos utilizar água a 60°C.

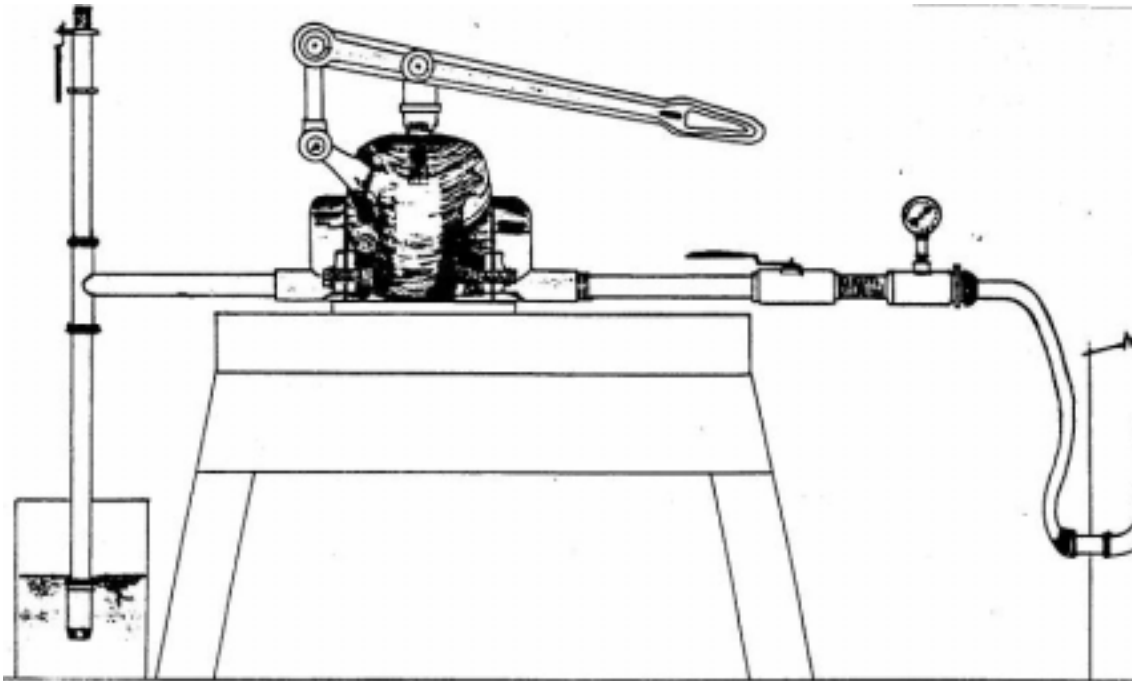


Figura 4.19 – Ilustração do teste para instalações de água.

No caso de instalações de gás, a verificação deve ser feita aplicando-se 3 kgf/cm² e mantendo-se por 24 horas, assegurando-se assim a ausência de vazamentos.

Os testes nas instalações de esgoto devem verificar além da ausência de vazamentos o não retorno de gases. Para isso deve-se interromper a prumada, com uma bexiga cheia, por exemplo, encher toda tubulação para verificar os eventuais vazamentos e depois injetar fumaça, que não pode voltar. Este procedimento verifica o sistema de ventilação, a garante o não retorno dos gases que trazem maus odores.

Uma vez finalizados os testes, a obra está pronta para receber os revestimentos e só depois destes são montados os dispositivos e aparelhos das instalações prediais.

4.6. Montagem dos Dispositivos e Aparelhos

A última etapa da produção dos sistemas prediais é também uma das últimas etapas da obra como um todo. É importante perceber aqui que muito do trabalho de montagem dos dispositivos tem caráter de acabamento final da obra e mesmo seus pequenos detalhes devem ser cuidadosamente tratados, pois impactarão diretamente na impressão sobre o produto que o cliente terá.

Os dispositivos instalados podem ser diversos, desde mais comuns como: pias, lavatórios, bacias sanitárias, torneiras, misturadores, interruptores e tomadas até dispositivos mais complexos, como aquecedores de água, sistemas de comunicação, sistemas de ar refrigerado ou aspiração centralizada. Dada essa grande gama de serviços fica clara a necessidade de profissionais especializados em diversas áreas e dos quais dependerá a qualidade do produto final.

É muito importante que o construtor se atente a execução desta etapa, pois mesmo que as outras todas tenham sido muito bem executadas, falhas na última etapa podem causar falhas para o usuário final.

Após a montagem dos dispositivos e aparelhos é necessária uma nova rodada de verificações, agora apontada diretamente na funcionalidade de casa sistema, desta forma garante-se a qualidade das instalações e reduz-se a chance de problemas futuros.

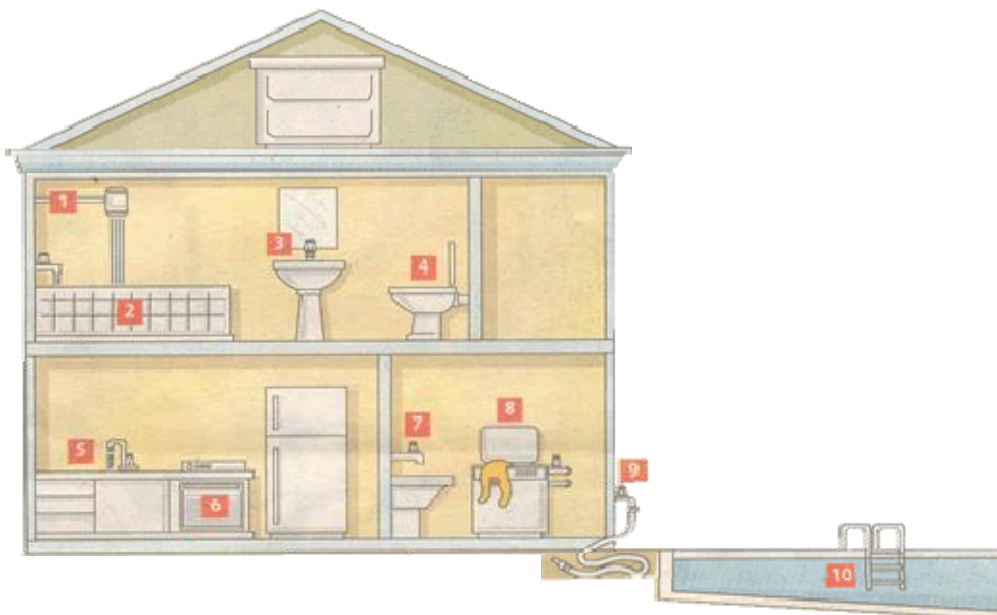


Figura 4.20 – Exemplo de dispositivos e aparelhos em uma residência.

5. Características dos Principais Subsistemas

5.1. Água Fria

Os subsistemas de água de modo geral, têm como função principal o suprimento de água potável para limpeza e higiene. Assim, as instalações de água são o conjunto de tubulações, conexões, peças e aparelhos sanitários, que possibilitam o caminhamento da água da rede pública até os pontos de utilização.

5.1.1. Configuração geral do subsistema

O desenvolvimento de um projeto de instalações de água deve ser realizado a partir da quantificação e disposição dos aparelhos necessários para o atendimento da demanda prevista e da definição do traçado e do dimensionamento das redes de tubulação, dos reservatórios e das bombas.

Estas variáveis de projeto dependem da finalidade do edifício; do tipo de usuários; da área da edificação; da população a ser atendida e também, da interferência com os demais subsistemas do edifício.

As principais partes constituintes de uma instalação predial de água fria, para um edifício de múltiplos pavimentos estão apresentadas no esquema da figura 5.1.

Nas áreas urbanas do país, a água potável é normalmente fornecida por uma concessionária controlada pelo poder público. Esta concessionária é responsável por toda a rede pública de abastecimento de água, a partir da qual fornece uma ligação para os edifícios mediante a execução de um ramal predial. Nas situações em que não existe o fornecimento público de água, deverão ser estudadas as possibilidades de mananciais naturais como rios, lagos ou lençóis subterrâneos e serem previstas as instalações necessárias a captação desta água, e eventualmente o seu tratamento. Cabe ressaltar que durante a fase de estudos preliminares dos empreendimentos, a existência de fornecimento de água através de rede pública, na quantidade e qualidade necessárias para o edifício é um dos parâmetros fundamentais que devem entrar nesta análise.

O ramal predial é ligado ao cavalete de água onde existe o hidrômetro para a medição do consumo de água, para fins de cobrança pela concessionária pública. Cabe destacar que a medição da água fornecida mesmo para um edifício de múltiplos pavimentos é única, assim todas as instalações, como reservatórios, recalque e colunas são compartilhadas por todos os usuários. A partir deste ponto (incluindo o cavalete), todas as instalações do edifício são de responsabilidade de seu proprietário.

Em edifícios com mais de dois pavimentos é necessária a utilização de recalque, que consiste no transporte da água para os pavimentos superiores através de bombeamento. Nestes casos são também executados os reservatórios inferiores do edifício, que tem como finalidade servir de reserva para o caso de uma eventual falta de água, bem como regular o funcionamento da instalação de recalque. A partir dos reservatórios inferiores é feito o recalque da água para os reservatórios superiores. No caso de edificações de até dois pavimentos, pode existir um único reservatório superior, que é alimentado pela própria pressão existente no ramal predial, dispensando as instalações de recalque. Cabe ressaltar que as instalações de recalque são duplas (dois reservatórios, duas bombas, etc.) tanto para efeito de não interrupção do fornecimento de água no caso de falha da uma das bombas, bem como durante os reparos e manutenção do sistema.

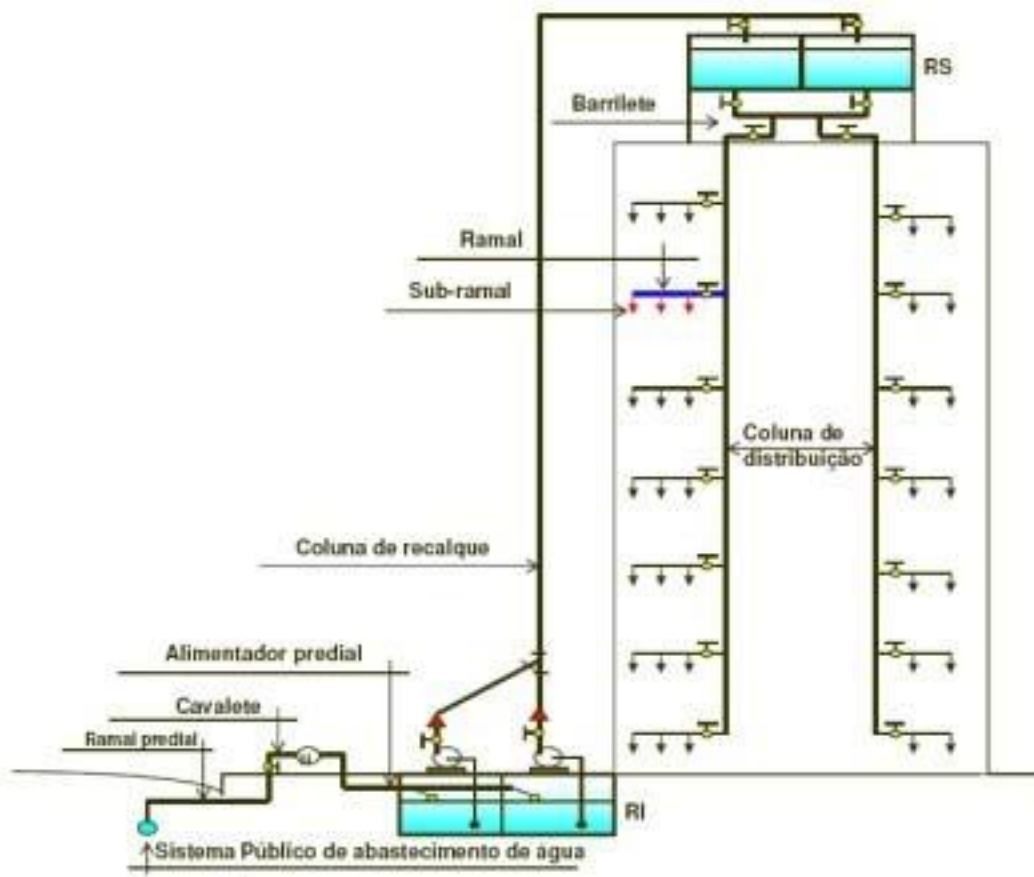


Figura 5.1 - Esquema das principais partes constituintes de um sistema de água fria em um edifício de múltiplos pavimentos.

A partir do reservatório superior (também duplo pelos mesmos motivos apresentados acima) a água é distribuída aos diversos pavimentos através de colunas de alimentação. A distribuição, a partir do reservatório superior, para estas colunas, é feito através de uma tubulação horizontal existente na cobertura dos edifícios chamada de barrilete. As colunas caracterizam-se por ir de alto a baixo do edifício e por alimentar os ramais prediais localizados no interior das acomodações, que conduzirão a água até os pontos nas quais ela é necessária. Na figura 5.2 é apresentado um esquema de um ramal da instalação de água fria de um edifício.

A partir dos pontos de utilização, a água depois de utilizada é retirada da habitação através do sistema de esgoto predial (ver sistema de esgoto).

5.1.2. Componentes utilizados

Os componentes empregados nas instalações hidráulicas de um edifícios podem ser divididos a grosso modo em quatro grupos: tubos e conexões, responsáveis por conduzir a água; dispositivos de manobra, para controle do fluxo, como válvulas e registros; aparelhos, para a utilização da água, como torneira chuveiros, misturadores e equipamentos, como equipamentos pneumáticos para elevação da pressão da instalação, etc.

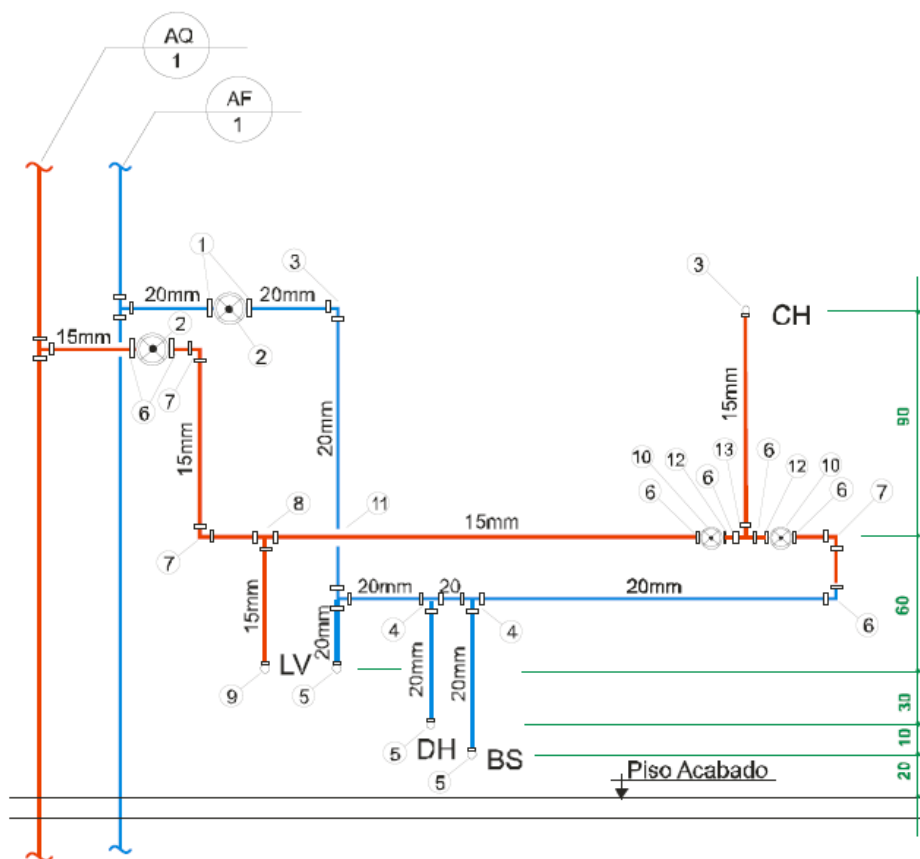


Figura 5.2 - Ramal da instalação de água fria e quente de um cômodo do edifício.

São diversos os materiais disponíveis no mercado que podem ser utilizados na execução das instalações de água fria. Na tabela 5.1 estão apresentadas as principais características dos tubos e conexões empregadas no Brasil.

Os tubos de PVC são provavelmente os componentes mais empregados para instalações de água fria. Isto porque apresenta diversas vantagens. Os tubos de PVC são leves e de fácil transporte e manuseio. Quando comparados com as tubulações de aço galvanizado apresentam as vantagens de serem resistentes à corrosão e de ter um custo mais baixo. Do ponto de vista de execução das uniões, os tubos de PVC apresentam significativa vantagem, pois permitem a soldagem por cola que é muito mais simples que confecção de roscas.

Tabela 5.1 Características dos principais tipos de tubo e conexões

Material	PVC rígido rosqueável	PVC rígido soldável (cola)	Aço galvanizado	Cobre
Pressão de serviço (m.c.a.)	5		250	280 a 600
Temperatura de serviço	De 25°C até 60°C		Até 300°C	Elevadas temperaturas
Constituição	Cloreto de polivinila com adição de estabilizante, antioxidante, lubrificante		Aço carbono	Cobre e bronze
Resistência a agentes químicos	Afetado por gasolina, benzina e outros hidrocarbonetos		Possui boa resistência. Baixa resistência à corrosão	Excelente resistência à corrosão
Tipo de junção	Rosca	Solda (cola)	Rosca e flange	Solda (chumbo e estanho)
Normalização existente	EB-892	EB-892	EB-192, EB-275, EB-344	PEB-257, PEB-274
Classes	As classes são definidas em função da espessura das paredes e da pressão de serviço: Classe 12, Classe 15, Classe 20		Classe 10 e Classe 20	Classe A e Classe industrial

Na figura 5.3, são apresentados os esquemas de execução de roscas e soldas em tubos de PVC

A soldagem do PVC é feita através de uma "cola" que possui na sua composição elementos solvente do plástico. Assim, quando duas superfícies de PVC, nas quais foi aplicada a cola, entram em contato, ocorre uma íntima união entre os materiais. Com a evaporação do solvente a união é completada.

Os tubos de aço galvanizado e cobre são empregados quando as limitações dos tubos de PVC não recomendam a sua aplicação, por exemplo em situações em que as pressões são mais elevadas, por exemplo nas instalações de recalque por bombeamento, ou ainda quando a temperatura puder afetar o seu funcionamento nas instalações de água quente ou incêndio.

Além dos tubos, existem outros dispositivos que se destinam basicamente ao controle do fluxo de água. Um dos principais dispositivos são os registros (ver figura 5.4). Os registros de gaveta têm a função de permitir a interrupção completa do fluxo de água, por exemplo, para um reparo na linha, como é o caso do registro geral de um apartamento. Já o registro de pressão é destinado a controlar a vazão do fluxo de água, como por exemplo o registro do chuveiro.

São também empregados outros tipos de válvulas, como as válvulas de retenção e as válvulas de descarga utilizadas para o controle do fluxo da água nas bacias sanitárias (ver figura 5.5). Estes dispositivos constituem-se em sua maioria de peças de bronze, entretanto já é possível se encontrar no mercado alguns registros e válvulas de PVC

Dentre os equipamentos destacam-se as bombas hidráulicas de água limpa responsáveis pelo recalque da água para os reservatórios superiores. Existem ainda as bombas utilizadas para o aumento da pressão de água nos pontos de utilização mais próximos de reservatórios superiores onde a gravidade não fornece a pressão mínima desejada (comum em tubulações de incêndio).



(a)

(b)

Figura 5.3 - Esquema de união dos tubos de plástico: (a) solda por adesivo; (b) solda por rosca.

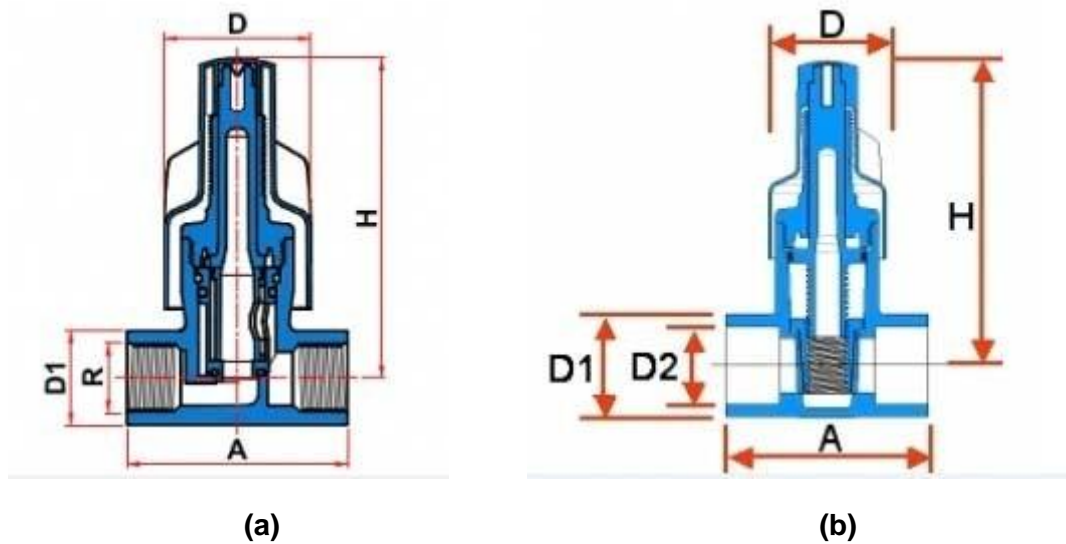


Figura 5.4 - Ilustração dos registros: (a) de pressão e (b) de gaveta



Figura 5.5 - Ilustração de uma válvula de descarga

5.2. Água quente

As instalações hidráulicas de água quente tem por finalidade garantir o fornecimento de água em quantidade, temperatura e pressão adequadas para utilização nas situações em que se faz necessária, tais como em banhos e para higiene (de 35°C a 50°C), cozinhas (60°C a 70°C), lavanderias (75°C a 85°C), ou ainda para finalidades médicas (temperaturas superiores a 100°C).

5.2.1. Configuração geral do subsistema

Os sistemas de água quente seguem, de maneira geral, três diferentes esquemas de funcionamento, cuja adequação a um determinado edifício dependerá das exigências e funções abrangidas pelo mesmo.

. Individual: quando o aquecimento é feito para suprir um ou mais aparelhos em um setor de uma unidade, como por exemplo o chuveiro de um banheiro em um apartamento;

. Central privado: quando é feito para suprir vários aparelhos de mais de um cômodo de uma mesma unidade, como por exemplo a torneira da cozinha, do lavatório e do chuveiro de um banheiro;

. Central coletivo: quando destina-se a suprir mais de um aparelho de mais de uma unidade como por exemplo, todos os chuveiros e torneiras de um edifício de múltiplos pavimentos;

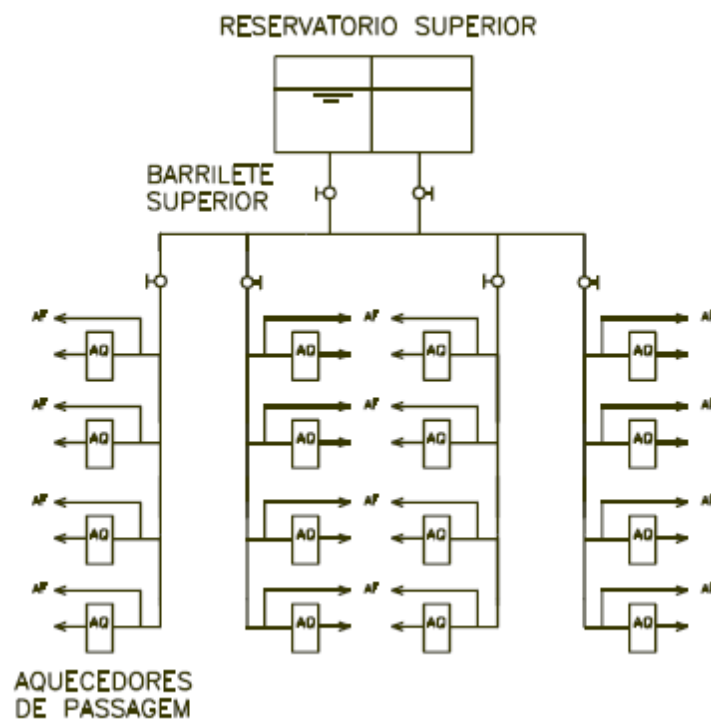


Figura 5.6 - Sistema predial de água quente aquecedor individual

Os sistemas individuais e central privado caracterizam-se por empregar pelo menos um aparelho de aquecimento por unidade. Neste caso, a medição e pagamento da energia necessária para o sistema de aquecimento é também feita individualmente por unidade. Na figura 5.6, é apresentado um esquema deste sistema. Neste sistema a distribuição da água até a entrada dos aquecedores individuais é feita com um ramal de água fria, projetado e utilizando os mesmos esquemas e materiais empregados para água fria. A partir do aquecedor são então empregados materiais que possuem maior resistência à temperatura e à corrosão.

Nos sistemas centrais coletivos existe um único sistema centralizado de água quente. Isto possibilita a utilização de sistemas de maior capacidade e rendimento. Na figura 5.7 é apresentado um esquema de um sistema centralizado. Neste caso, a partir do aquecedor central criam-se colunas de água quente que servirão a todos os ramais. Neste caso todas as instalações devem, ser previstas para suportar o calor e a corrosão. Cabe ressaltar que o circuito das colunas de água quente são "fechados" possuindo um retorno para o sistema de aquecimento. Isto para evitar o acúmulo de água parada em trechos da tubulação com a conseqüente perda de temperatura.

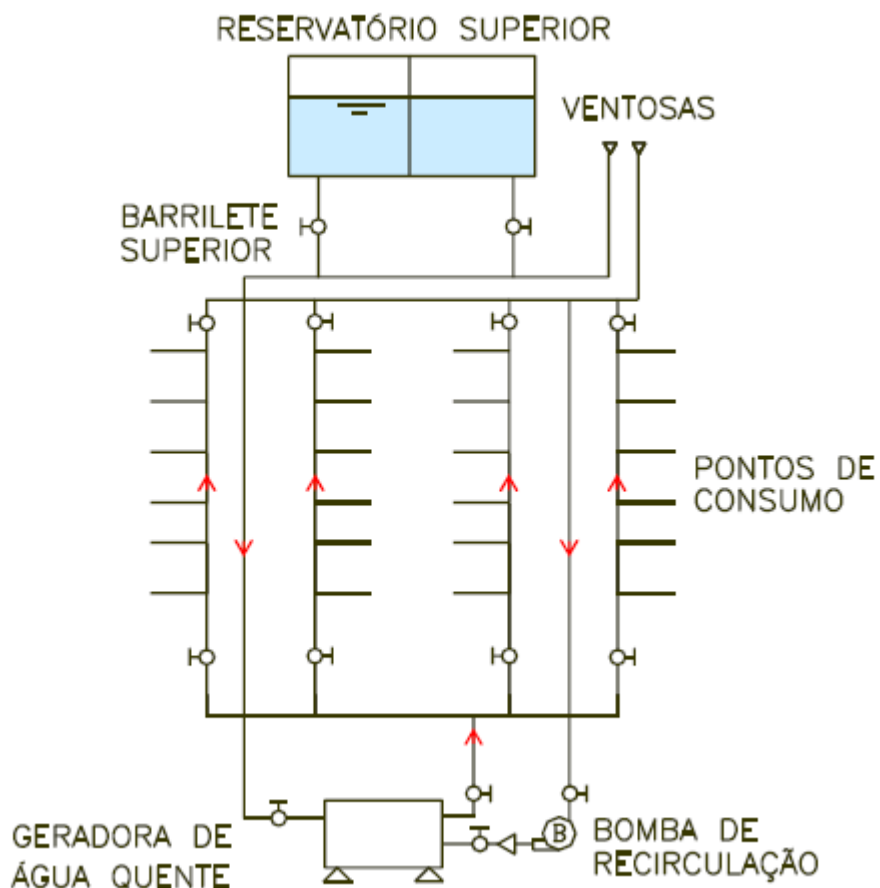


Figura 5.7 - Sistema predial de água quente, com aquecedor central, para um edifício de múltiplos pavimentos.

5.2.2. Componentes utilizados

As tubulações utilizadas nas colunas e ramais de água quente devem possuir uma grande resistência ao calor. Os tubos tradicionalmente mais empregados são os tubos de aço galvanizado e cobre. Comparando-se alguns aspectos destes dois tipos de tubos, observa-se que os tubos de cobre levam vantagem em relação aos tubos de aço galvanizado no que diz respeito à durabilidade. Cabe ressaltar, que na presença da água quente, o processo de corrosão dos tubos de aço galvanizado é acelerado. Comparando os custos iniciais de instalação destas duas alternativas, chega-se, quase sempre a um custo mais reduzido para as instalações de aço galvanizado. Por outro lado, levando-se em consideração também os custos de manutenção do sistema, muitas vezes este quadro pode se inverter e os custos das instalações de cobre, devido à sua durabilidade, podem ser inferiores aos da instalação de aço galvanizado.



Figura 5.8 - Esquema de união dos tubos de cobre.

Do ponto de vista de execução, os tubos de cobre também apresentam algumas vantagens em relação ao aço galvanizado. Eles são mais leves e fáceis de serem cortados e manuseados. O sistema de união dos tubos de cobre por solda de chumbo-estanho é também mais simples de ser executado que o sistema de rosca normalmente utilizado nos tubos de aço. Na figura 5.8, é apresentado esquematicamente a forma de execução das juntas em tubos de cobre.

Mais recentemente foi lançado no mercado um tubo de PVC que também permite o emprego em instalações de água quente. Este material apresenta as mesmas vantagens dos tubos utilizados para água fria, porém ainda possuem restrições severas quanto à temperatura máxima de trabalho e por este motivo só podem ser especificados após um criterioso estudo técnico.

Um dos problemas sérios das instalações de água quente é a perda de calor e conseqüente diminuição da temperatura da água ao longo das tubulações. Para contornar estes problemas são empregados sistemas de isolamento térmico destas tubulações, mesmo quando estas são embutidas nas paredes. Na figura 5.9, são apresentados alguns materiais utilizados com esta finalidade.

Um ponto fundamental do sistema de água quente é a escolha do equipamento de aquecimento a ser empregado. Para cada tipo de sistema há o tipo adequado de equipamento a ser utilizado, que empregam diferentes tipos de energia, como ilustrado na tabela 5.2.



Figura 5.9 - Materiais utilizados para o isolamento térmico das tubulações.

Os sistemas de passagem caracterizam-se por aquecer a água durante o seu fluxo. Neste caso a energia é despendida apenas quando ocorre a vazão da água. Estes tipos de aquecedor utilizam, geralmente, energia elétrica ou gás para o fornecimento de calor. Os aparelhos de acumulação possuem um reservatório no qual a água é mantida aquecida por um sistema automático de controle da temperatura. No caso dos equipamentos de acumulação, a água pode ser aquecida através de energia elétrica, gás, óleo combustível, ou ainda através de outros sistemas como energia solar, com troca de calor com o sistema de ar condicionado, vapor, etc.

5.3. Instalação de combate a incêndios

As instalações de prevenção e combate a incêndios tem como função aumentar a segurança principalmente das pessoas, em caso de ocorrência destes sinistros, possibilitando o controle do incêndio quando no início, ou pelo menos, condições mínimas para a fuga das pessoas.

A proteção contra incêndios vai muito além da necessidade de instalação de um sistema hidráulico para o seu combate. As medidas de prevenção de incêndios devem ser consideradas desde a concepção do edifício, até a especificação de materiais. O confinamento do incêndio pelo isolamento de áreas com portas corta fogo, o uso de materiais incombustíveis, previsão de rotas de fuga, instalações elétricas sem

sobrecarga ou possibilidades de curto circuito e proteções adequadas são itens que devem ser observados com muito critério.

No Estado de São Paulo o responsável pela fiscalização das condições de segurança das edificações é o Corpo de Bombeiros. A ele cabe vistoriar e aprovar as condições do edifício, bem como os equipamentos de proteção contra incêndios, instalado nos edifícios. As especificações do Corpo de Bombeiros abrangem todas as edificações, por ocasião da construção, reforma ou ampliação das existentes, sendo que as edificações destinadas a residências uni-familiares são isentas.

Usualmente as instalações contra incêndio podem ser classificadas em três grupos: sistema de hidrantes; sistema de extintores portáteis e sistema de chuveiros automáticos ou "sprinklers".

O sistema de hidrantes constitui-se de uma rede de canalizações que parte de um reservatório de água que abastece vários hidrantes da edificação. O fluxo de água até o local do incêndio é obtido através de manobras de registros e manipulação de mangueiras de incêndio. Os componentes do sistema estão apresentados na figura 5.11, tendo os seguintes componentes: reservatório, hidrante, tubulações, bombas.

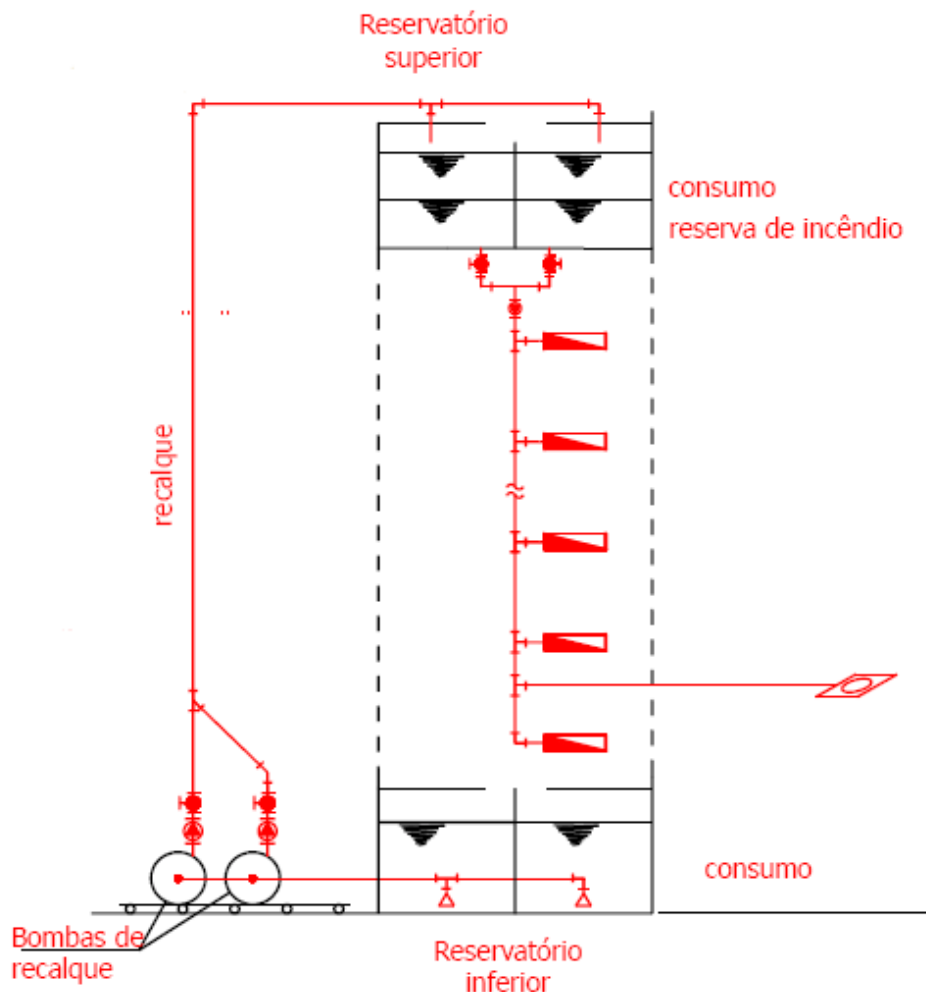


Figura 5.11 - Diagrama de instalação de combate a incêndio.

A tubulação de alimentação dos hidrantes é independente da tubulação de água fria, sendo que os materiais usualmente empregados são o aço preto, aço galvanizado, ferro fundido e cobre. As tubulações de fibrocimento e PVC tem seu uso restrito às tubulações de incêndio enterradas.

Os sistemas automáticos de sprinklers formam uma rede independente cujo acionamento é feito por dispositivos sensíveis ao calor (sprinklers) que, com o aumento da temperatura, permitem a passagem da água, ou seja, ao ter início um incêndio sua ação é imediata, evitando que o fogo se propague. Na figura 5.11 pode também ser observado um sistema automático de combate a incêndio.

5.4. Esgoto sanitário e águas pluviais

O subsistema de esgoto sanitário tem como função principal a coleta e destinação das águas servidas. Assim, esta instalação deve permitir rápido escoamento dos despejos; ser de fácil desobstrução; impedir a passagem de animais e insetos das canalizações para o interior do edifício; não permitir vazamentos de gases; impedir a contaminação da água de consumo e de gêneros alimentícios.

As instalações prediais de águas pluviais, por sua vez, têm como objetivos: afastar de maneira conveniente as águas de chuvas para a rua ou para coletores públicos, evitando possíveis inundações de quintais, pátios e terraços; proteger as paredes de umidade e evitar o desconforto dos moradores ou transeuntes.

5.4.1. Configuração geral do subsistema

O Projeto das instalações de esgoto será feito em função da quantidade e da disposição dos aparelhos e dispositivos sanitários necessários às atividades desenvolvidas em cada caso particular. De maneira geral, a configuração de um sistema de esgoto predial está apresentada na figura 5.12.

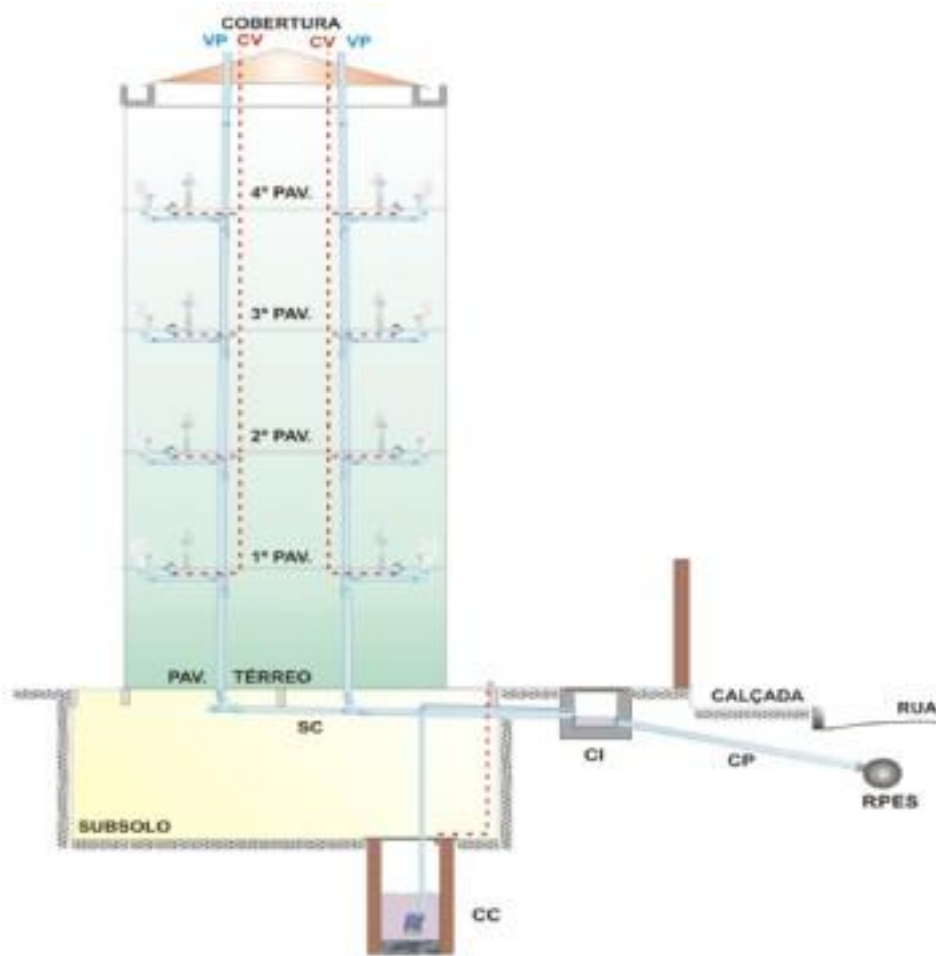


Figura 5.12 - Sistema predial de esgoto sanitário

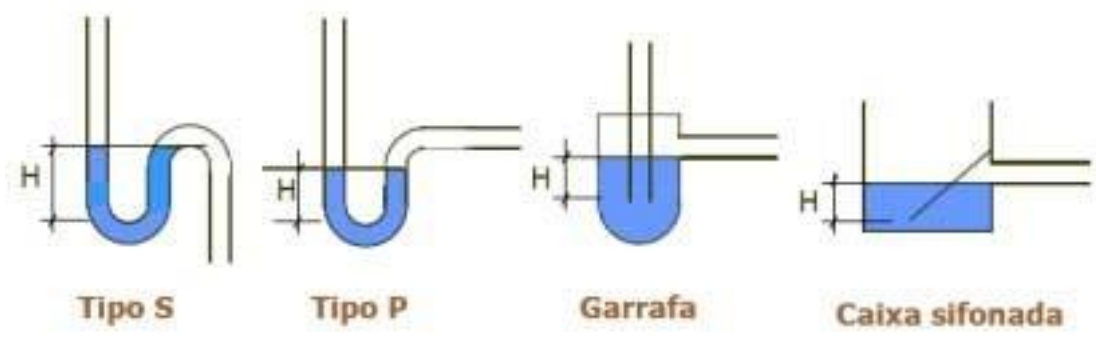


Figura 5.13 – Ilustração dos tipos de Sifão

As águas são recolhidas dos ramais de esgoto que atendem cada ambiente, e encaminhadas a um tubo de queda. O sistema de esgoto sanitário funciona completamente sob pressão atmosférica, isto é, o caminhamento da água é feito pela ação da gravidade e não por pressão. Desta forma, todos os pontos nos quais a água servida deve ser recolhida devem estar prontos para funcionamento (não há como controlar o fluxo).

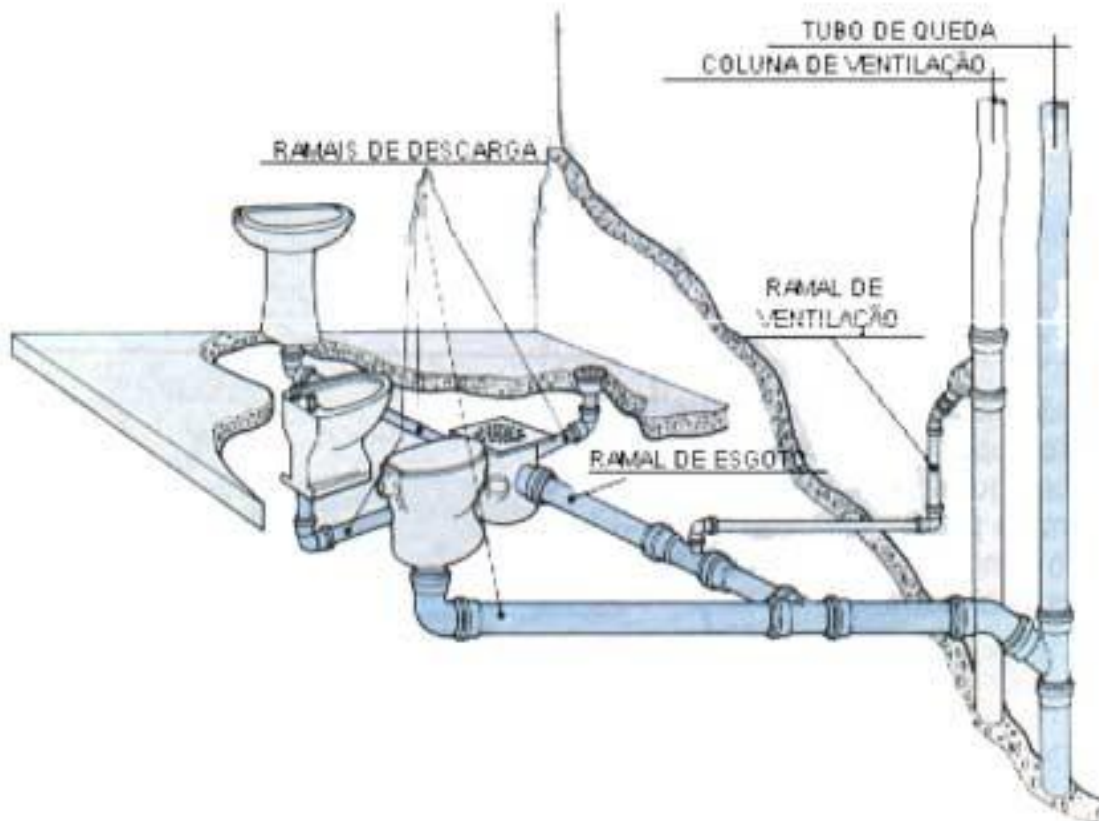


Figura 5.14 - Ramal de esgoto predial

Para evitar o vazamento de gases provenientes das águas servidas, em todos os pontos de coleta deve haver um sifão (figura 5.13), que através de um "selo hídrico" impede a comunicação dos gases do interior das tubulações para os ambientes. Para garantir que este selo hídrico dos sifões não seja rompido por eventuais sobrepressões que venham ocorrer por causa do fluxo de água é projetada uma instalação de ventilação. Esta instalação visa ligar os pontos críticos próximos aos sifões ao ambiente externo, de forma a manter nestes pontos a pressão atmosférica.

Assim, além das tubulações de ramais e tubos de queda para a condução da água servida, existem ramais e tubos de ventilação. Na figura 5.14 é apresentado um detalhe de um ramal predial de esgoto sanitário, incluindo o sistema de ventilação.

A partir dos ramais prediais, as águas servidas são conduzidas para os tubos de queda do esgoto que concentram o fluxo de diversos pavimentos. Cabe destacar que estes tubos de queda de esgoto devem sempre estar ligados à coluna de ventilação para evitar o retorno de odores e gases ao ambiente.

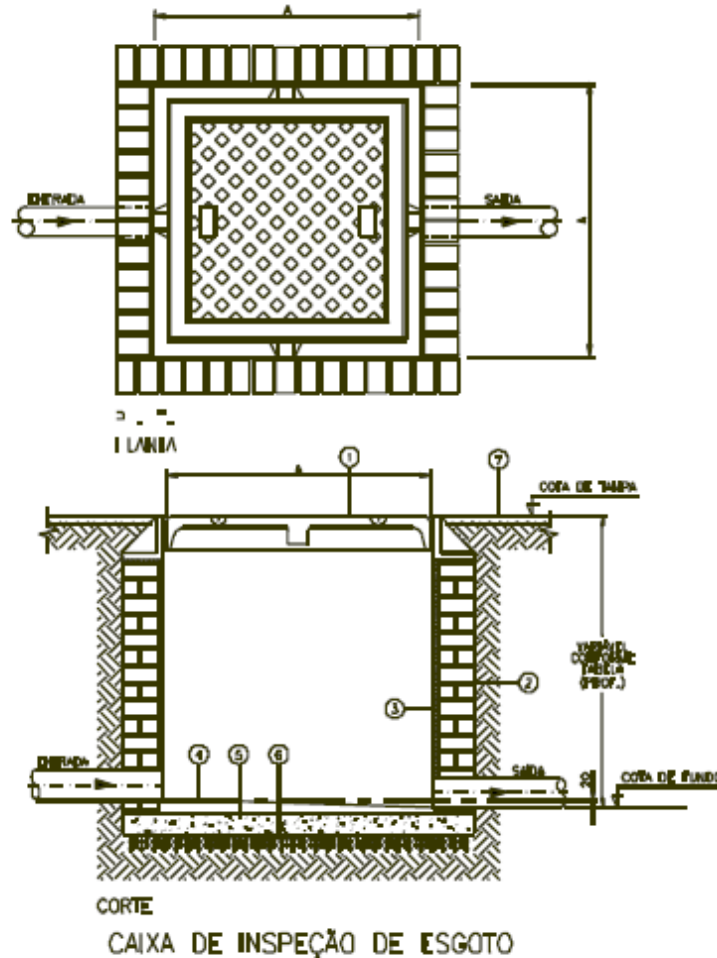


Figura 5.15 - Ilustração de uma caixa de inspeção.

A partir dos tubos de queda, as águas servidas são conduzidas até o coletor público, através de um coletor predial. Observa-se que esta tubulação, como todas as demais tubulações horizontais de esgotos, deve possuir uma declividade adequada para permitir o escoamento da água (feito sobre pressão atmosférica). O coletor predial deve ser seccionado por caixas de inspeção que têm como finalidade permitir a manutenção e desobstrução desses trechos de tubulação. Os tubos de queda que servem a cozinhas devem passar por caixas de gordura, antes do coletor predial, para evitar entupimentos no mesmo. As caixas de inspeção estão ilustradas na figura.

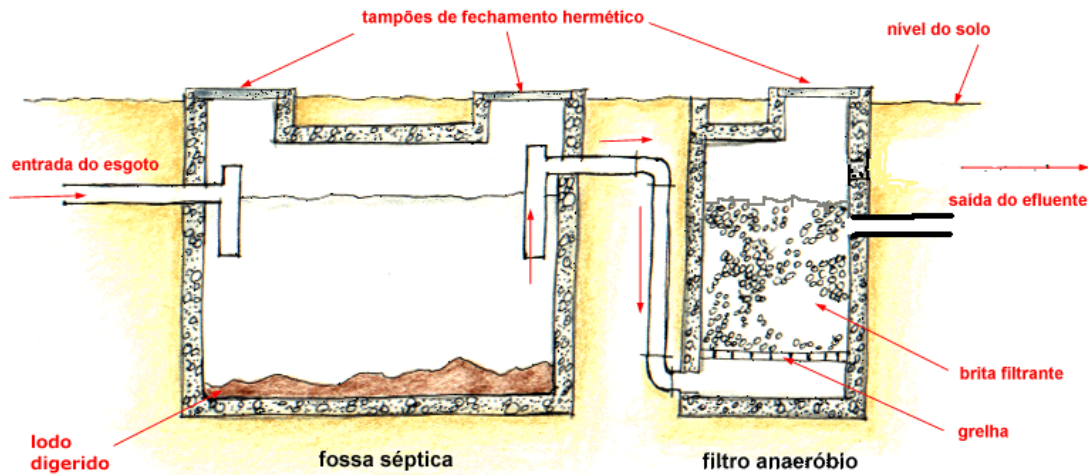


Figura 5.16. Ilustração de uma fossa séptica

Nos locais em que não existe rede pública de coleta de esgotos, deve ser providenciado um sistema de disposição final. Pode-se empregar um sistema provido de fossa séptica, como ilustra a figura 5.16. Neste tipo de dispositivo, o material orgânico existente no esgoto é consumido por bactérias. Ocorre também uma grande diminuição de velocidade do fluxo que permite a deposição do material sólido em suspensão. As águas servidas, após passar pela fossa séptica, têm diminuído o seu potencial de poluição. Após passar pela fossa séptica, o resíduo de água servida deve ser infiltrado ao solo através de sumidouros ou poços de infiltração, de trincheiras de infiltração ou de trincheiras filtrantes.

O subsistema de águas pluviais, por sua vez, é completamente independente do sistema de esgotos. Os locais de coleta das águas pluviais são as coberturas de edifícios e todos os outros locais que estão sujeitos à ação da chuva, tais como terraços, áreas comuns externas, etc. Na figura 5.17 é apresentado um esquema do sistema de captação de águas pluviais de um edifício de múltiplos pavimentos. As águas coletadas devem ser dirigidas a um coletor público ou serem lançadas nas sarjetas através de tubos passando sob as calçadas e perfurando as guias de concreto.

5.4.2. Componentes utilizados

Nas instalações de esgoto e águas pluviais podem ser identificados os seguintes componentes: tubos e conexões, responsáveis por conduzir a água; dispositivos como ralos, caixas, sifões e conectores; aparelhos sanitários, tais como: vaso, lavatório, bidê e banheira; e equipamentos, como as bombas de recalque de esgoto.

Também são diversos os materiais disponíveis no mercado e de possível utilização nas instalações de esgoto e águas pluviais. Na tabela 4.3 abaixo estão apresentadas as principais características dos tubos e conexões empregadas no Brasil.

As tubulações mais empregadas atualmente são as de PVC (tubos brancos). Este tipo de material é mais competitivo, tanto em termos de custo, como de facilidade de execução, dada a sua grande leveza, facilidade de corte e união.

Tabela 4.3 Características dos principais tipos de tubo e conexões utilizadas para esgoto sanitário e águas pluviais no Brasil

Material	PVC rígido	Ferro fundido	Tubos cerâmicos	Cimento amianto
Constituição	Cloreto de polivinila	Ferro mais elementos químicos	Cerâmica de argila vermelha plástica	Argamassa de cimento reforçada com amianto
Resistência a agentes químicos	Não resiste a gasolina, benzina e hidrocarbonetos	Não resiste a ácidos	Possui excelente resistência a agentes químicos	Não resiste ao ataque de ácidos
Tipo de junção	Ponta e bolsa soldável	ponta e bolsas, flange e chumbo	ponta e bolsa e mat. Betuminoso	ponta e bolsa
Normalização existente	PEB-608	---	EB-5 e EB-891	EB-69
Classes	A e B, caracterizadas pela espessura da parede	N e F, caracterizadas pela espessura da parede e peso	A - tubo vidrado B - tubo vidrado internamente C - tubo não vidrado	Classe A e B Definidos pela resistência e espessura da parede

A união destes tipos de tubos pode ser feita através de solda (por colagem, da mesma maneira como descrito para os tubos de água fria, ou por encaixe de ponta e bolsa, como ilustra a figura 5.18. Para esta união existe um anel de borracha que fica pressionado entre a ponta e a bolsa do tubo e com isso torna a junção estanque. Este tipo de união, além da grande facilidade de execução, permite ainda que estas juntas tenham certa flexibilidade o que é muito útil para acomodar deformações do tubo sem que as uniões se rompam.

Os dispositivos utilizados atualmente como ralos e caixas sifonadas são também, na maior parte das vezes constituídos de PVC.

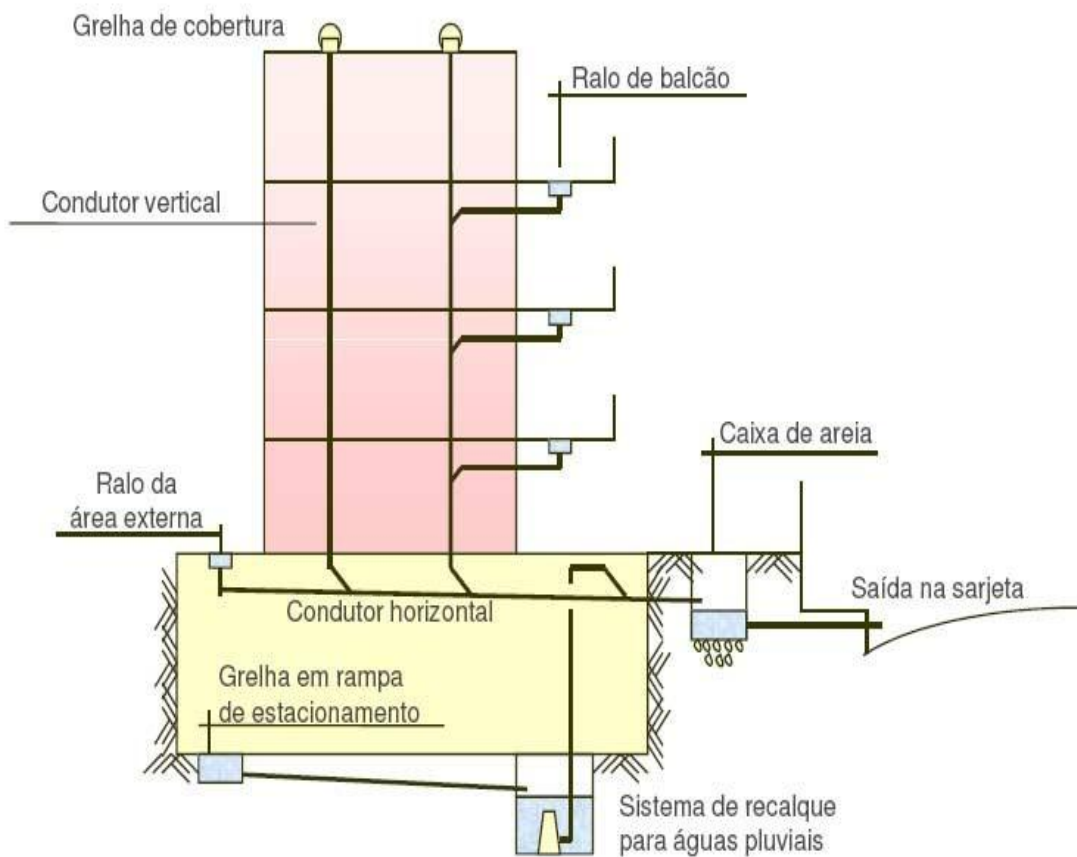


Figura 5.17 - Ilustração de um sistema predial de águas pluviais.



Figura 5.18 - Ilustração da união por ponta e bolsa.

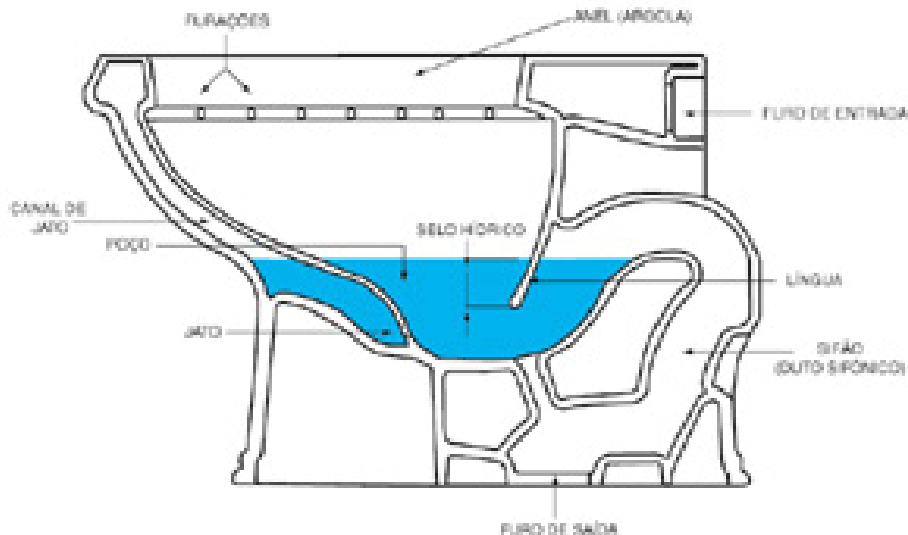


Figura 5.19 - Ilustração de uma bacia sanitária.

Os tubos de PVC não podem ser empregados, entretanto, nas situações em que pode ser esperada atuação de carregamentos mecânicos (por exemplo, em tubulações enterradas), ou que estejam sujeitas a agentes agressivos ou altas temperaturas. Nestes casos pode se lançar mão dos outros tipos de tubulação, como ferro fundido ou tubos cerâmicos, por exemplo. Os tubos de ferro fundido, apesar de um ótimo desempenho, apresentam um elevado custo e difícil execução. Este último aspecto é o principal problema dos tubos cerâmicos, que por seu pequeno comprimento (até 1,5 m) exigem a execução de um número muito grande de juntas. Finalmente os tubos de cimento amianto ainda possuem uma utilização muito restrita.

Para as instalações de águas pluviais em edifícios, utiliza-se atualmente quase que exclusivamente os tubos de PVC. Outras opções podem ser feitas entretanto, principalmente quando estão previstos carregamentos sobre as tubulações, como nos trechos enterrados.

Finalmente os aparelhos sanitários ou louças sanitárias são fabricados a partir de matérias primas cerâmicas, com características e em proporções tais que após o processo de "queima" transformam-se num produto denominado grés cerâmico. Este produto caracteriza-se por uma baixíssima absorção de água e resistência mecânica. Assim, estas peças podem ser conformadas com pequenas espessuras, formando canais e sifões internos, como ilustra a figura 5.19.

5.5. Instalações elétricas

Entende-se por instalação elétrica o subsistema do edifício que tem por finalidade o fornecimento da energia elétrica aos diversos pontos de utilização, tanto de iluminação quanto de força (tomadas em geral).

5.5.1. Configuração geral do subsistema

Os projetos de instalações elétricas dependem da distribuição dos pontos de utilização, do tipo de ligação (número de fases e voltagem) e da potência necessária em cada ponto. A figura 5.20 ilustra um esquema de entrada das instalações elétricas em unidades de um edifício.

Figura 5.20 - Esquema de entrada das instalações elétricas em um edifício.

A entrada da energia elétrica é feita a partir da rede de distribuição pública, através do ramal de ligação e do ramal de entrada até o centro de entrada e medição. Cabe ressaltar que a rede de energia pública nas cidades brasileiras é bastante abrangente, porém, durante os estudos preliminares deve ser verificada a capacidade de fornecimento da rede pública em questão, junto à concessionária pública. Além da rede pública, dependendo da destinação do edifício podem existir instalações especiais de geração de energia elétrica. A partir do ramal de entrada (inclusive) a responsabilidade pelas instalações elétricas é do proprietário do edifício.

O centro de entrada e medição é composto por uma série de caixas e quadros padronizados que abrigam os diversos equipamentos e dispositivos necessários à medição e distribuição para alimentação dos ramais que servirão as diversas unidades da edificação. Cabe destacar que diferentemente das instalações hidráulicas, num edifício com diversas unidades (apartamentos, lojas ou escritórios), a medição do consumo de energia é feito individualmente e assim é necessário que exista um ramal de distribuição independente para cada unidade autônoma.

O centro de medição e entrada pode possuir equipamentos como caixas de transformação de corrente, caixas de distribuição (barramento) que divide a entrada através dos medidores dos diversos ramais de alimentação, quadros medidores, quadros e dispositivos para a proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos.

Saindo do centro de entrada e medição, os circuitos de distribuição (alimentação) conduzem a energia aos quadros de distribuição, instalados nas diferentes unidades de consumo. Dependendo da necessidade, podem ser utilizados quadros de distribuição intermediários, localizados em alguns pavimentos, para facilitar a passagem dos condutores.

A partir dos quadros de distribuição das unidades autônomas nascem os diversos circuitos que alimentarão os pontos de utilização. Cada um dos circuitos é protegido contra sobrecargas ou curtos circuitos por dispositivos de proteção.

5.5.2. Componentes utilizados

Os componentes utilizados nas instalações elétricas podem ser divididos em quatro distintos grupos:

- condutos, conduítes ou dutos;
- condutores;
- quadros e caixas; e
- aparelhos e equipamentos.

Os condutos são as canalizações destinadas a conter e a proteger os diversos condutores elétricos. O principal tipo de conduto elétrico são os eletrodutos. Existem diferentes tipos de materiais empregados como eletrodutos, com características e preços bastantes diferentes um dos outros. O tipo mais tradicional é o eletroduto rígido de aço carbono esmaltado. A união entre os tubos, curvas e caixas é feito através de rosca e um anel metálico. Estes componentes apresentam uma grande resistência mecânica. Todavia sua utilização vem sendo menor a cada dia devido principalmente ao elevado custo e as dificuldades de instalação (rosca).

Em substituição aos tubos de aço carbono vêm sendo utilizados os tubos de PVC rígido (preto). Embora possuam resistência mecânica inferior à dos tubos de aço, sua resistência é suficiente para suportar as solicitações comuns de manuseio, tais como possíveis esmagamentos durante as operações de concretagem da laje de concreto, por exemplo. Em relação aos tubos de aço, os tubos de PVC apresentam ainda, a vantagem de não se oxidarem. Mas, a sua principal vantagem está na facilidade de execução de emendas. A união dos componentes é feita com rosca ou cola (solda) e devido às propriedades termoplásticas do PVC permitem a improvisação de um grande número de curvas pelo simples aquecimento (não sendo, porém, tecnicamente recomendável).

Os dois materiais apresentados acima são os recomendados pela normalização, porém podem ser encontrados no mercado mais dois tipos de eletroduto que apresentam preços bastante inferiores. O primeiro são os eletrodutos de polietileno, que se constituem em mangueiras flexíveis. Este tipo de material permite curvas mesmo sem a utilização do aquecimento ou de ferramentas, mas por outro lado são muito mais suscetíveis ao estrangulamento, principalmente quando dos serviços de concretagem das lajes. O segundo tipo são os eletrodutos de polietileno corrugados. São mangueiras corrugadas de baixíssima espessura e resistência mecânica. O formato interno destes eletrodutos é prejudicial à operação de passagem dos condutores. Estes dois tipos de eletrodutos não são recomendados e sua utilização deve ser feita apenas após uma análise criteriosa.

Além dos eletrodutos, em situações específicas podem ser utilizados outros tipos de componentes para a passagem dos condutores. Como exemplo, temos os dutos, constituídos geralmente de cerâmica vermelha vitrificada, PVC e outros materiais e destinado a conter cabos enterrados; calhas, canaletas e bandejas, destinados a condução de um grande número de fios e cabos - são constituídos de PVC ou aço galvanizado e possuem tampas que facilitam o acesso aos condutores.

Os condutores são elementos de formato adequado destinados a transportar a corrente elétrica. Na maioria das vezes são constituídos de cobre, porém em casos especiais, como em instalações aéreas externas, podem ser utilizados condutores de alumínio. Os condutores podem ser classificados genericamente em fios e cabos. Os fios são geralmente de seção circular e utilizados com ou sem isolamento. Os cabos constituem-se por um conjunto de fios enrolados. Os cabos permitem a constituição de condutores de maior seção, mantendo, entretanto, certa flexibilidade. Os fios são encontrados no mercado com seções de até 16 mm² enquanto que os cabos vão até 500 mm². Os cabos podem ser unipolares quando constituído por fios não isolados entre si, ou multipolares quando constituído por mais de um condutor isolado.

O comportamento dos fios e cabos elétricos depende da qualidade e principalmente da pureza do cobre utilizado na sua composição. Um aspecto fundamental dos isolantes é o material que constitui o seu isolamento elétrico. Quanto maior a temperatura que o isolamento pode chegar sem perder o seu desempenho, melhor é a qualidade do condutor. Os condutores podem ser classificados, segundo o seu revestimento em propagadores de chama, não propagadores de chama e resistentes a chama. O primeiro são materiais que entram em combustão na presença de chama, como polietileno e etileno-propileno. Nos cabos não-propagadores com a presença de chama entram em combustão, porém esta cessa assim que a chama é removida, são exemplos destes tipos de isolamento o PVC e o Neoprene. Finalmente, os resistentes à chama são constituídos de materiais incombustíveis.

Nos casos de edifícios residenciais, os fios e cabos utilizados normalmente se enquadram nos não propagadores de chama PVC e nos resistentes a chama.

Os quadros e caixas de luz são elementos que tem como finalidade abrigar os aparelhos elétricos, bem como permitir derivações dos cabos e fios elétricos. As caixas colocadas nos pontos de utilização são de maneira geral de três tipos: caixas de 4"x 2" destinadas a tomadas e interruptores simples; caixas 4"x4" destinadas a tomadas e interruptores duplos; e caixas octogonais utilizadas nos pontos de iluminação no teto. Estas caixas são constituídas de PVC ou de chapa de aço estampado. Além destas caixas existem diversos tipos de quadros de luz, destinados a passagem, inspeção e distribuição dos cabos e abrigo dos equipamentos. Estes também podem ser feitos de diferentes materiais, porém os mais utilizados são os feitos de chapa de aço.



Figura 5.21 - Foto dos dispositivos de proteção.

Os equipamentos elétricos incluem uma grande diversidade de itens tais como as luminárias, tomadas, interruptores e dispositivos de proteção de diversas naturezas. Estes últimos merecem maior destaque pela sua importância. Os dispositivos de proteção podem ser divididos, a grosso modo, em dispositivos fusíveis e "no-fuse" como ilustra a figura 5.21.

Os fusíveis interrompem a corrente elétrica no caso de sobrecarga e curto circuito, através da fusão de um componente metálico que se aquece. Entre os dispositivos do tipo "no-fuse" os mais comuns são os disjuntores, que interrompem a corrente elétrica através de um dispositivo eletro-magnético mecânico.

O primeiro tipo é o mais tradicional e apresenta várias configurações. Em geral possui menor custo, porém apresenta deficiências para evitar curtos-circuitos. Os disjuntores vêm sendo utilizados a cada dia mais e apresentam boa eficiência tanto no caso de curtos-circuitos como de sobrecargas. Estes dispositivos permitem sua "re-armação" logo que cesse o motivo que o levou a cair.

5.6. Instalações de antena, telefone e interfone

As instalações de antena, telefone e interfone constituem-se em sistemas autônomos que permitem operar tais serviços. De maneira geral as instalações telefônicas devem se subordinar às normas da Telebrás, que fixa os parâmetros para a eficiente utilização de seus serviços sem interferências.

As necessidades dos sistemas de comunicação do edifício estarão diretamente ligadas às atividades desenvolvidas nos mesmos e aos requisitos de comunicação destas atividades. Assim, pode-se destacar a importância destes subsistemas, por exemplo, nos casos de edifícios comerciais, nos quais as atividades de muitas empresas dependem de uma eficiente comunicação com o meio externo.

Assim, o projeto dos pontos e capacidade da instalação dependerá destes requisitos. Na figura 5.22 é apresentado um esquema geral da instalação telefônica de um edifício de múltiplos pavimentos.

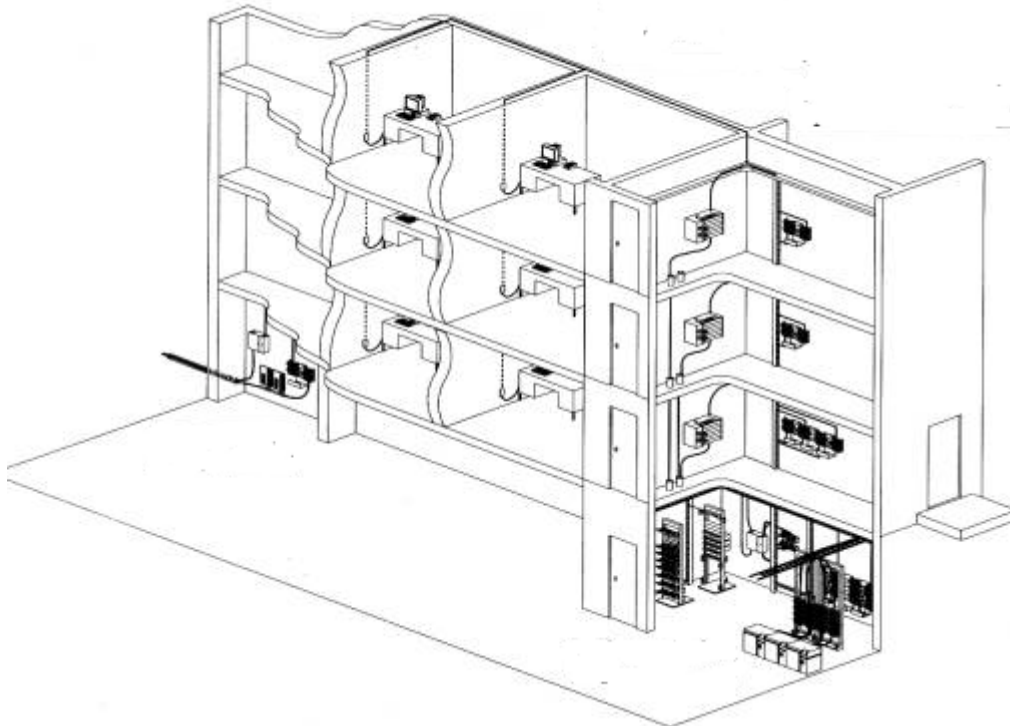


Figura 5.22 - Esquema geral da distribuição da instalação telefônica de um edifício de múltiplos pavimentos.

As redes internas de edifícios podem ser divididas em três partes: Cabos de entrada; cabos primários ou de prumada e cabos secundário ou de distribuição.

O sistema caracteriza-se pela entrada unificada e pelas diversas caixas de distribuição existentes em diferentes pavimentos. As tubulações telefônicas devem ser destinadas exclusivamente ao uso da concessionária, que nelas poderá instalar serviços públicos como telefonia, telex, centrais privadas (PABX), teleprocessamento e outros. Serviços de comunicação interna, não pertencentes às concessionárias, inclusive os serviços de antena, interfonia, segurança, etc., deverão ter tubulação independente da concessionária.

O número de caixas de saída previsto em cada parte do edifício, deve corresponder ao número de pontos telefônicos e demais extensões necessárias. Os cabos telefônicos podem possuir diferentes quantidades de pares (pares de fios identificados por cores). O dimensionamento dos tipos de cabos e caixas deverá ser feito em função do número de pontos previstos para o edifício. Cabe ressaltar que os demais sistemas de comunicação deverão ter tubulações independentes dos sistemas telefônicos.

5.7. Instalações eletromecânicas (de elevadores)

Num edifício de múltiplos pavimentos este tipo de instalação tem uma particular participação no desempenho do edifício, uma vez que de seu adequado funcionamento depende praticamente todo o transporte vertical.

Constituem-se em sistemas especializados, cuja complexidade é função do tipo de edifício, das atividades desenvolvidas no mesmo e do tipo de equipamento disponível. Estes sistemas vão desde simples monta-cargas de pequena capacidade que equipam lojas e pequenos depósitos, até os sistemas de elevadores operados por centrais comandadas por sistemas de computadores nos edifícios inteligentes.

O projeto e execução das instalações de equipamentos eletro-mecânicos é feita pelas empresas especializadas na fabricação destes equipamentos. Os projetos civis, entretanto devem ser desenvolvidos e executados, considerando as dimensões e tolerâncias necessárias à montagem destes equipamentos, bem como o planejamento de execução do edifício deve considerar os prazos de instalação das diversas etapas dos sistemas eletro-mecânicos.

Assim é importante definir-se em projeto, o quanto antes o tipo de equipamento a ser empregado para que suas características sejam levadas em consideração quando da elaboração dos projetos.