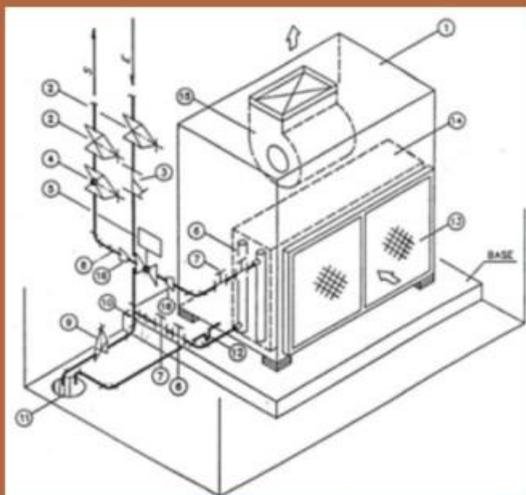


**Jesué Graciliano da Silva  
Gilson Jandir de Souza  
Sérgio Pereira da Rocha**

**Desenho  
Técnico  
para  
Refrigeração  
e  
Climatização**



**Com 100  
questões  
resolvidas !**

# **DESENHO TÉCNICO PARA REFRIGERAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO**

**Autores:**

**Jesué Graciliano da Silva  
Gilson Jandir de Souza  
Sérgio Pereira da Rocha**

**1ª. Edição - 2014**

Jesué Graciliano da Silva  
Gilson Jandir de Souza  
Sérgio Pereira da Rocha

## Desenho Técnico para Refrigeração e Climatização

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser utilizada ou reproduzida sob quaisquer meios existentes sem autorização por escrito dos autores.

Catlogação na fonte elaborada por  
Karla Viviane Garcia Moraes – CRB14/1002

S586d Silva, Jesué Graciliano da
Desenho técnico para refrigeração e climatização / Jesué Graciliano da Silva, Gilson Jandir de Souza, Sérgio Pereira da Rocha – São José - 2014 134p.
Formato: PDF
Modo de acesso: World Wide Web
Tamanho do arquivo: 8.128 kB
ISBN: 978-85-917410-4-5
1. Desenho Técnico. 2. Refrigeração. I. Souza, Gilson Jandir de. II. Rocha, Sérgio Pereira da. III. Título.
CDD 604.2

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-917410-4-5



Registrado na Agência Brasileira do ISBN

Publicado no formato ePub na Amazon - <http://www.amazon.com/>  
Material complementar no blog: <http://jesuegraciliano.wordpress.com/livros>

## **Autores:**

### **Gilson Jandir de Souza**

Formou-se no curso de mecânica industrial da antiga ETF-SC como projetista no ano de 1986, trabalhou em empresas exercendo o cargo de desenhista projetista. Paralelamente trabalhou em escritório de projetos arquitetônicos. Em 1990 foi admitido como professor concursado para a Área de Refrigeração e Ar Condicionado, na Escola Técnica Federal de Santa Catarina, para ministrar disciplinas de Desenho Técnico, onde atua até hoje, além do CAD. Em 1998 graduou-se pela UFSC no curso de Engenharia de Produção Mecânica. Em 2007 concluiu o curso de especialização em Gestão Pública no Instituto Federal de Santa Catarina.

### **Jesué Graciliano da Silva**

Na década de 80 trabalhou 6 anos como desenhista na área de construção civil na cidade de Marília-SP. Formou-se Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal de Santa Catarina em 1993. Em 1995 concluiu curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UFSC e Curso de aperfeiçoamento na área de gestão pública - “Escola de Governo” pela UDESC. Concluiu mestrado na área de ciências térmicas pela UFSC – Engenharia Mecânica no ano de 1999. Desde 1993 é professor efetivo do campus São José do Instituto Federal de Santa Catarina, onde ministra disciplinas nas áreas de desenho técnico, projetos de climatização e refrigeração entre outras. É também autor dos livros: Introdução à Tecnologia da Refrigeração e da Climatização – Editora Artliber (2010) e Liderança Ética e Servidora – experiência concreta aplicada nos Institutos Federais Brasileiros – Editora do IFSC (2014) e co-autor dos livros: Do Discurso à Ação – Editora Nova Letra (2007), Refrigeração e Ar Condicionado na Prática (Amazon - 2014) e Instalação de Splits na Prática (Amazon - 2014).

### **Sérgio Pereira da Rocha**

Engenheiro mecânico formado pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) em 1996, trabalhou na empresa Arclima (Salvador/Ba) até 1999, atuando no gerenciamento de diversas obras de médio e grande portes. Em 1999 iniciou o mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), tendo concluído em 2001. Entre 2005 e 2007 foi professor do Centro Universitário de Jaraguá do Sul (UNERJ), onde lecionou disciplinas do curso de Engenharia Mecânica, tais como Refrigeração e Ar Condicionado, Mecânica dos Fluidos, Máquinas Térmicas e Termodinâmica. No final de 2007 finalizou o doutorado na UFSC na área de ciências térmicas. No início de 2008 foi admitido, como professor concursado, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina (CEFET-SC – atual IFSC) para a Área de Mecânica, no Campus de Joinville. Desde 2009 leciona no Campus São José do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), na Área de Refrigeração e Climatização, onde atua em diversas disciplinas como, por exemplo, Desenho Técnico, Sistemas de Refrigeração Climatização e Termodinâmica.

Este texto foi escrito com o objetivo de compartilhar com os estudantes os princípios da área de desenho técnico aplicados à refrigeração e à climatização.

Agradecemos a nossas famílias e aos nossos alunos pelo incentivo permanente. Agradecemos também ao IFSC, aos colegas de trabalho e a todos nossos professores de desenho técnico.

Agradecemos ao estudante Isaac Alvim da Silva pelo apoio na digitalização e na elaboração de parte das ilustrações.

Caso alguma imagem não se apresente legível no formato Kindle (formatação automática), favor enviar uma mensagem para providenciarmos o envio via correio eletrônico.

Sugestões e críticas são bem-vindas! Entre em contato com os autores: [jesue@ifsc.edu.br](mailto:jesue@ifsc.edu.br); [gilsonjs@ifsc.edu.br](mailto:gilsonjs@ifsc.edu.br) e [srocha@ifsc.edu.br](mailto:srocha@ifsc.edu.br).

## **SUMÁRIO:**

### Apresentação

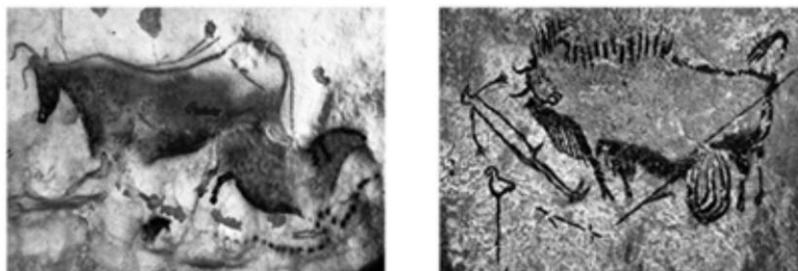
- 1- Introdução à área de refrigeração e climatização
  - 2- Conceitos básicos em desenho técnico
  - 3- Instrumentos utilizados em desenho técnico
  - 4- Esboços a mão livre
  - 5- Caligrafia técnica
  - 6- Formatos de papel e escalas utilizadas em desenho técnico
  - 7- Escalas
  - 8- Desenhos em perspectiva
  - 9- Desenhos de vistas ortogonais
  - 10- Desenhos de planificação
  - 11- Cotagem em desenho técnico
  - 12- Cortes em desenho técnico
  - 13- Hachuras
  - 14- Desenhos para construção civil
  - 15- Desenhos para instalações de climatização
  - 16- Desenhos para instalações de refrigeração
- Anexo – 100 questões resolvidas

## Apresentação

O objetivo deste texto é apresentar os fundamentos do desenho técnico aplicados em projetos de sistemas de refrigeração e de climatização.

O desenho é uma linguagem universal de comunicação e está presente o tempo todo em nossas vidas, desde a infância. Aprendemos à desenhar, antes mesmo de aprendermos a ler e escrever. Podemos afirmar que nenhum objeto de nosso uso diário, tais como cadeiras e canetas são ou foram construídos sem a elaboração de um desenho prévio.

O desenho tem sido utilizado para representar a realidade há milhares de anos. No sudoeste da França podem ser encontradas nas paredes das cavernas de Lascaux centenas de pinturas rupestres paleolíticas com mais de 17 mil anos de idade. Elas consistem principalmente em imagens que representam a caça de animais que habitavam a região na época.

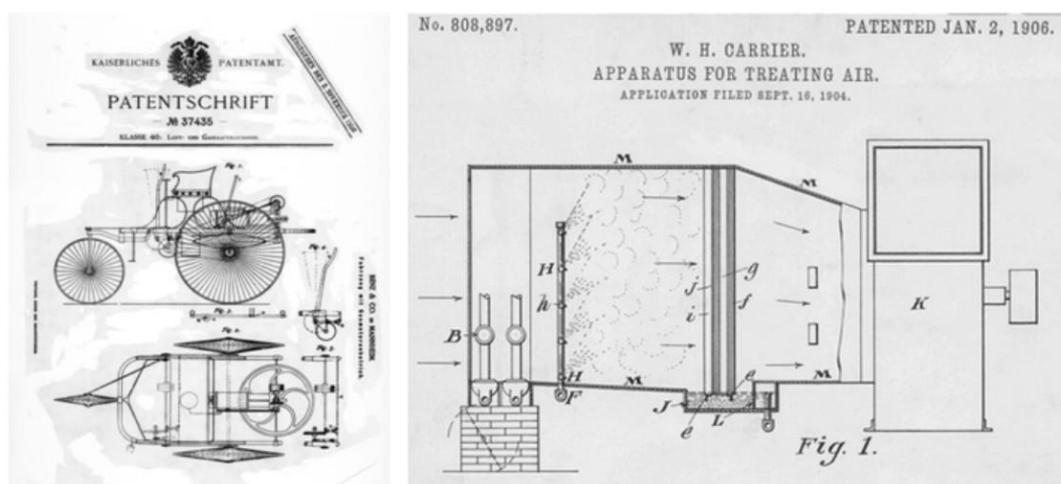


Imagens de pinturas rupestres encontradas nas cavernas da França.

A necessidade humana de comunicar suas ideias é o que conecta esses desenhos primitivos aos mais avançados programas de desenho auxiliado pelo computador utilizados pelos técnicos e engenheiros nos dias atuais.

O primeiro registro do uso de um desenho com planta e elevação está incluído no álbum de desenhos da livraria do Vaticano desenhado por Giuliano de Sangallo no ano de 1490. Em 1795, Gaspard Monge, publicou uma obra com o título “Geometrie Descriptive” que é a base da linguagem utilizada pelo desenho técnico. No século XIX com a revolução industrial, a Geometria Descritiva, foi universalizada e padronizada, passando a ser chamada de Desenho Técnico. Podemos dizer que o desenho nasceu com o homem e evoluiu com o homem.

Na sociedade do conhecimento, mesmo a inovação tecnológica tão necessária para o desenvolvimento dos países, depende da apresentação de projetos detalhados para solicitação de registro de patentes. Na Figura a seguir ilustramos os desenhos apresentados pelo engenheiro alemão Karl Benz para solicitação da patente do primeiro automóvel em 1886 e um dos desenhos apresentados pelo engenheiro americano W.H. Carrier para solicitação da patente do “aparato para tratamento de ar” em 1906.



Desenhos das patentes originais do automóvel e do ar condicionado.

Mesmo aqueles que não atuarão diretamente como desenhistas têm necessidade de ler e interpretar desenhos. Esperamos que este texto contribua para que todos atinjam seus objetivos!

Prof. Jesué Graciliano da Silva

Prof. Gilson Jandir de Souza

Prof. Sérgio Pereira da Rocha

## 1- Introdução à área de refrigeração e climatização

A área de refrigeração e climatização no Brasil experimenta um crescimento muito superior ao crescimento do PIB brasileiro. No ano de 2013 cresceu 8%, totalizando um faturamento de 29 bilhões de reais, segundo informações publicadas pela ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento. Os motivos desse crescimento podem ser associados à força da construção civil, ao aumento de renda das camadas populares e a políticas de incentivo ao consumo empreendidas pelo governo federal.

O crescimento no volume de vendas é acompanhado por uma necessidade cada vez maior de profissionais qualificados nas áreas de projetos, instalação e manutenção de sistemas de refrigeração e climatização. Antes do início de uma instalação de climatização, por exemplo, é necessária a avaliação das condições do ambiente a ser climatizado, o cálculo da carga térmica, a seleção do equipamento, a interpretação de desenhos de arquitetura, a realização de esboços mostrando o posicionamento das máquinas e das tubulações de distribuição de ar. O desenho de instalações de refrigeração e climatização faz parte da área de projetos, onde os conhecimentos específicos sobre ciclos e sistemas de refrigeração precisam ser associados aos conhecimentos da área de desenho técnico.

Damos o nome de REFRIGERAÇÃO ao processo de remoção do calor de um meio, a partir da redução da temperatura e da manutenção dessa condição por meios mecânicos ou naturais. Encontramos inúmeras aplicações para a refrigeração, sendo as principais na conservação de alimentos, no transporte, na produção industrial e na climatização (Figura 1.1).

Na segunda metade do século XVII os cientistas descobriram que organismos microscópios, presentes nos alimentos, multiplicavam-se rapidamente em temperaturas elevadas e, dessa forma, deterioravam os alimentos, porém, pareciam hibernar (dormir) sob temperaturas em torno de 10°C ou menores. Temperaturas mais baixas não matavam estes microorganismos, mas controlavam o seu crescimento.

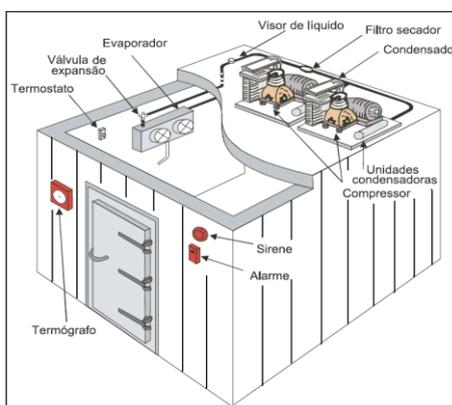


Figura 1.1 – Ilustração de uma câmara fria para conservação de alimentos.

Assim, o alimento podia ser mantido em seu estado natural pelo uso do frio ao invés de preservá-lo através da defumação ou salgamento, técnicas utilizadas até então. O uso da refrigeração para esse fim estendeu-se para boa parte da população mundial.

A primeira descrição detalhada de um equipamento para produção de gelo foi patenteada por Jacob Perkins, em 1834. O primeiro equipamento real foi construído por James Harrison (escocês), entre 1856 e 1857. Em 1862, em uma exibição internacional em Londres foi apresentada a primeira máquina de produzir gelo artificial.

Durante décadas estes sistemas foram aperfeiçoados. Com a invenção dos motores elétricos foram desenvolvidos os primeiros refrigeradores para uso doméstico, que passaram a ser vendidos na segunda década do século XX (Figura 1.2).



Figura 1.2 – exposição de um refrigerador elétrico antigo.

Os sistemas mais simples de refrigeração (Figura 1.3), que fazem parte de nossos refrigeradores domésticos, utilizam 4 componentes principais: compressor, evaporador, condensador e dispositivo de expansão. Esses componentes são interligados por uma tubulação por onde circula internamente um fluido refrigerante, que se evapora facilmente a baixas pressões quando recebe calor. Ao passar pelo evaporador este fluido, inicialmente composto por uma mistura de vapor (~30%) e de líquido, retira calor do ambiente interno do refrigerador e se vaporiza. Esse vapor é succionado pelo compressor. O compressor aumenta a pressão e impulsiona o fluido para o condensador, onde a energia retirada dos alimentos é liberada para o meio ambiente. Nesse processo o fluido se condensa, transformando-se em líquido. A seguir o fluido passa por um dispositivo de expansão, onde a pressão é reduzida até a pressão do evaporador. Nesse sistema temos dois níveis de pressão: baixa e alta pressão.

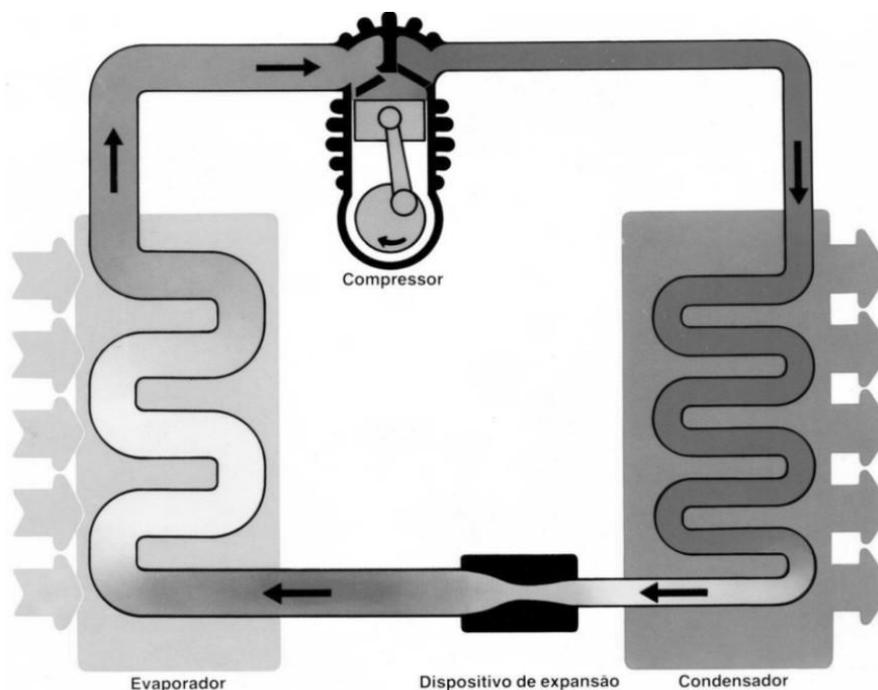


Figura 1.3- Esquema de um ciclo de refrigeração

A descoberta do ciclo de refrigeração e o desenvolvimento da máquina frigorífica abriram o caminho para o uso prático do ar condicionado. O que pode ser considerado como o primeiro equipamento de ar condicionado foi patenteado em 1897, por Joseph McCreary (Estados Unidos).

Seu sistema foi denominado *lavador de ar* (um sistema de resfriamento baseado no borrifamento de água). O Dr. Willis Haviland Carrier (Estados Unidos) realizou com sucesso o controle de temperatura e umidade ao instalar, em 1906, um equipamento de ar condicionado em uma oficina gráfica. Este equipamento era baseado no sistema de lavador de ar, que resfriou e saturou o ar até o ponto de orvalho.

Até o final da Segunda Guerra Mundial, o condicionamento de ar era utilizado principalmente em aplicações industriais. Posteriormente, iniciou-se o desenvolvimento de sistemas visando ao conforto humano, conforme ilustrado na Figura 1.4.



Figura 1.4- Foto antiga do uso dos primeiros aparelhos de ar condicionado nas residências.

Atualmente, o setor de refrigeração e ar condicionado ocupa um lugar de destaque na vida da civilização. Pode-se utilizar os sistemas de refrigeração e climatização para controle de poluentes numa sala limpa hospitalar, para congelamento rápido de produtos alimentícios, para armazenamento de frutas e verduras logo após a colheita, para transporte aéreo, marítimo e terrestre de alimentos congelados (Figura 1.5), para conforto residencial e automotivo, para produção de bebidas fermentadas entre outras aplicações.

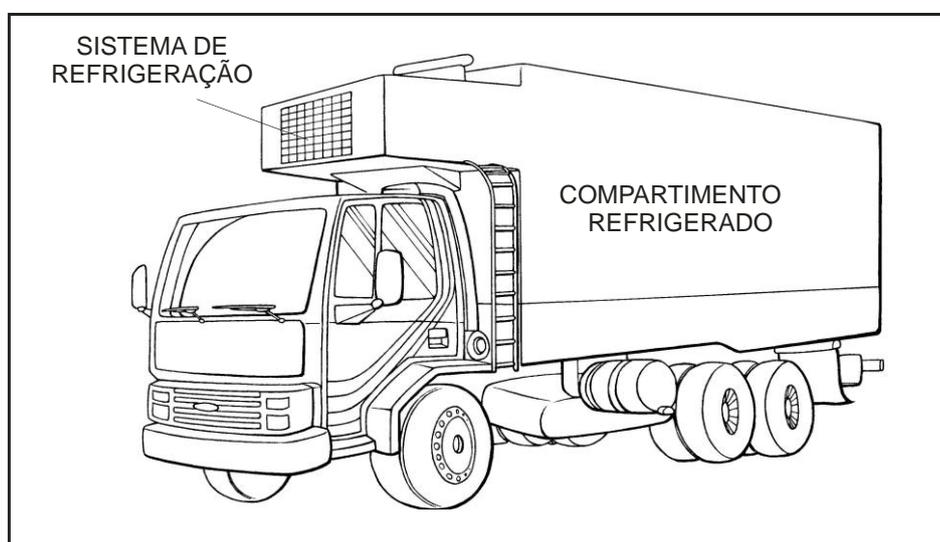


Figura 1.5- Foto de um caminhão utilizado no transporte de alimentos refrigerados.

Tanto na refrigeração como no condicionamento de ar, tem sido crescente a preocupação em relação à conservação de energia e, também, com a qualidade do ar interior. Nesse sentido, é cada vez maior a adoção de equipamentos tecnologicamente mais avançados e de menor consumo, com a utilização em massa da automação, possibilitando uma maior eficiência na distribuição do ar, ambientes mais limpos, economia de energia e maior controle do funcionamento dos equipamentos, mas, também exigindo dos profissionais conhecimentos básicos de eletricidade e eletrônica e de projetos.

## 2 - Conceitos básicos em desenho técnico

O desenho é a arte de representar graficamente formas e ideias, sejam à mão livre, com o uso de instrumentos apropriados, ou por meio de softwares especializados (CAD – Computer Aided Design). Desde os tempos mais remotos os desenhos foram utilizados como uma das primeiras formas de comunicação e de manifestação artística da humanidade. Na Figura 2.1 ilustramos uma imagem antiga encontrada em tempo egípcio.



Figura 2.1- Ilustração de imagem encontrada em templo egípcio.

O desenho técnico é uma forma de expressão gráfica que tem por finalidade a representação de forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas áreas técnicas. Utilizando-se de um conjunto de linhas, números, símbolos e indicações escritas normalizadas internacionalmente, o desenho técnico é definido como linguagem gráfica universal da área técnica. Na Figura 2.2 ilustramos um desenho realizado à mão livre (visor de líquido de um sistema de refrigeração) e outro com o auxílio de computador.

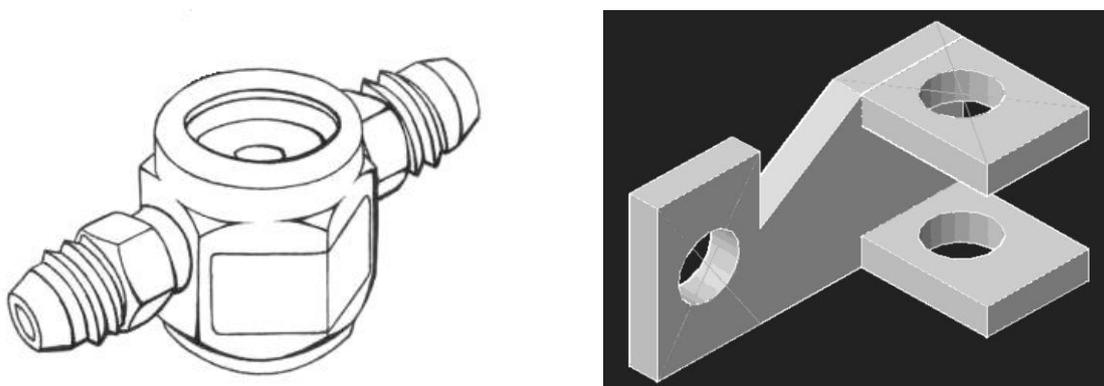


Figura 2.2- Ilustrações de desenho: (a) feito à mão livre; (b) assistido por computador.

Podemos dividir o desenho técnico em dois grandes grupos: DESENHO NÃO PROJETIVO, resultantes de gráficos, diagramas, esquemas, fluxograma, organogramas, etc e

DESENHO PROJETIVO, resultantes de projeções de objetos em um ou mais planos de projeção. Nesse grupo encontramos as vistas ortográficas e as perspectivas.

Como exemplo, na Figura 2.3 apresentamos uma planta baixa (desenho projetivo) e na Figura 2.4 apresentamos um diagrama de tubulações industriais, classificado como desenho não projetivo.

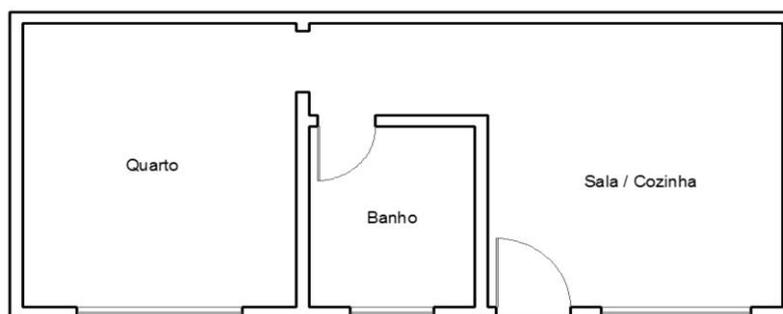


Figura 2.3- Ilustração de um desenho projetivo.

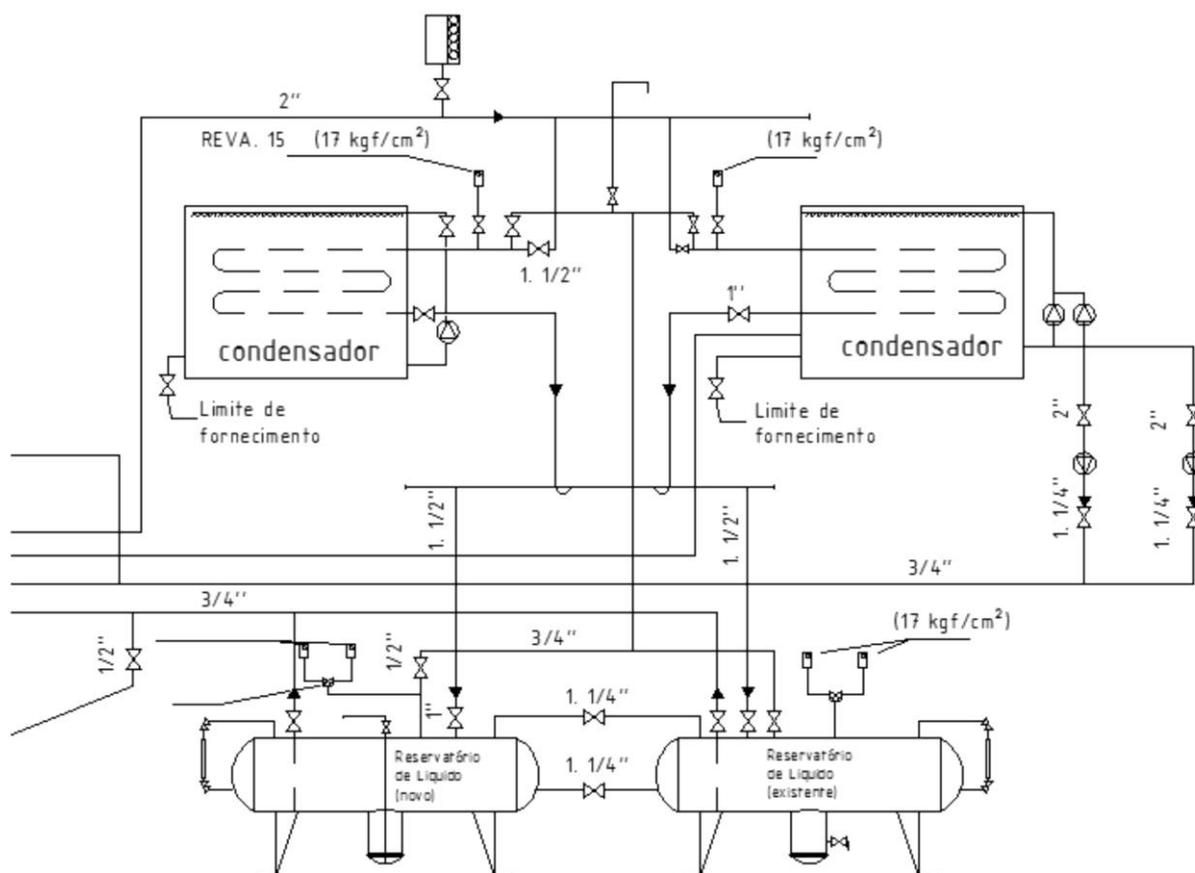


Figura 2.4 – Ilustração de desenho não projetivo – fluxograma de refrigeração industrial.

Um desenho técnico possui diversos níveis de desenvolvimento. Um dos mais simples são os **ESBOÇOS** à mão livre, que não têm uma escala definida mas respeita as proporções. Temos ainda os **DESENHOS PRELIMINARES**, que são preliminares ao projeto e passíveis de modificações. Temos ainda o **DESENHO DEFINITIVO**, que corresponde à solução final do projeto para execução; o **DESENHO DE DETALHES**, que são fundamentais para a produção e **DESENHO DE CONJUNTO**, que mostram os componentes e como eles se unem para formar o

todo. Na Figura 2.5 ilustramos um desenho de detalhes de um equipamento de climatização. Já na Figura 2.6 são mostrados os componentes internos de um compressor Bitzer.

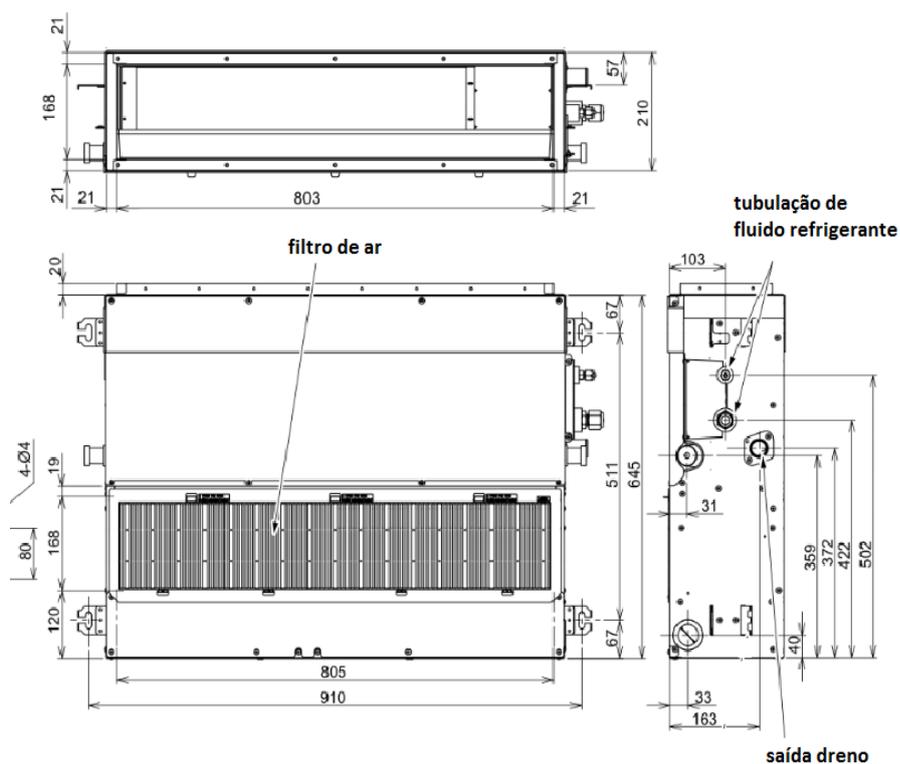


Figura 2.5 - Desenho de detalhes de um equipamento de climatização.

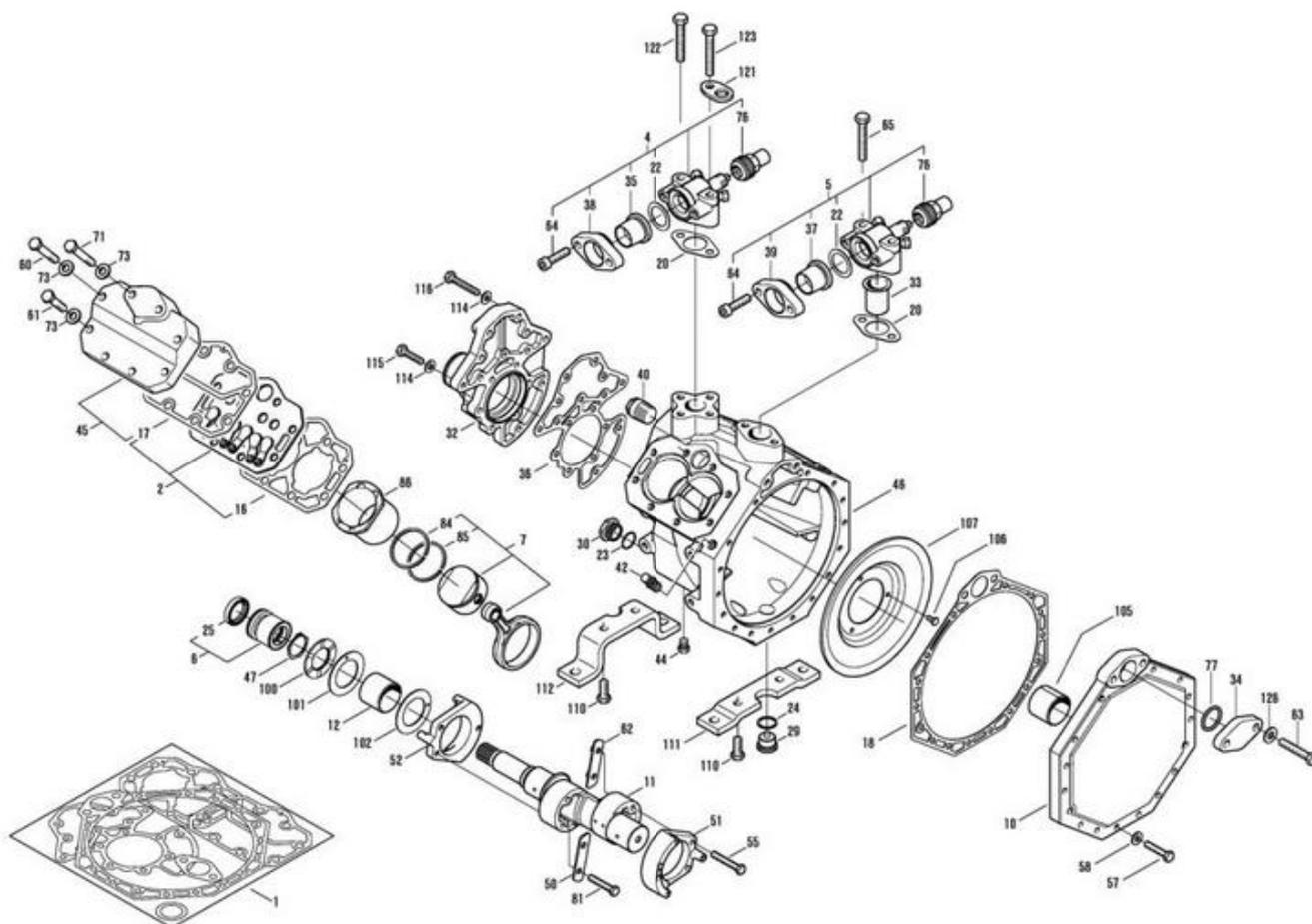


Figura 2.6 - Desenho dos componentes de um compressor Bitzer.

<http://www.friotech.com.br/pecasbitzer.html>

A elaboração de desenhos técnicos é normalizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os procedimentos para execução de desenhos técnicos aparecem em normas gerais que abordam desde a denominação e classificação dos desenhos até as formas de representação gráfica. Na Tabela 2.1 apresentamos algumas normas mais importantes.

Tabela 2.1 – Normas para desenho técnico.

<b>Norma</b>	<b>Nome</b>
NBR 8403	Aplicação de linhas em desenho - Tipos de linha - Largura das linhas
NBR 10582	Apresentação da folha para desenho técnico
NBR 10126	Cotagem em desenho técnico
NBR 10647	Desenho Técnico
NBR 13142	Desenho Técnico - Dobramento de cópia
NBR 13272	Desenho Técnico - Elaboração das listas de itens
NBR 8196	Desenho Técnico - Emprego de Escalas
NBR 13273	Desenho Técnico - Referência a itens
NBR 14957	Desenho Técnico - Representação de recartilhado
NBR 14699	Desenho Técnico - Representação de símbolos aplicados a tolerâncias geométricas - Proporções e dimensões
NBR 14611	Desenho Técnico - Representação simplificada em estruturas metálicas
NBR6493	Emprego de cores para identificação de tubulações
NBR 8402	Execução de caracteres para escrita em desenho técnico
NBR 10068	Folha de desenho - leiaute e dimensões
NBR 8404	Indicação do estado de superfícies em desenhos técnicos
NBR 10067	Princípios gerais de representação em desenho técnico
NBR 8993	Representação convencional de partes roscadas em desenhos técnicos
NBR 12298	Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico
NBR 11534	Representação de engrenagem em desenho técnico
NBR 13104	Representação de entalhado em desenho técnico
NBR 11145	Representação de molas em desenho técnico
NBR 6492	Representação de projetos de arquitetura
NBR 12288	Representação simplificada de furos de centro em desenho técnico
NBR 5444	Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais
NBR 6409	Tolerâncias geométricas - tolerância de forma, orientação, posição e batimento - Generalidades, símbolos, definições e indicações em desenho
NBR10285	Válvulas Industriais – Terminologia

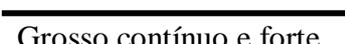
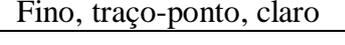
### 3- Instrumentos utilizados no desenho técnico

Nesse texto vamos tratar exclusivamente de desenhos elaborados sem apoio de um computador, onde são utilizados os seguintes instrumentos: lápis ou lapiseira, borracha macia, régua graduada, escalímetro, jogo de esquadros de 45° e 60° e curva francesa. A seguir são apresentados mais detalhes de cada um deles.

#### a) Lápis ou Lapiseira

Os grafites dos lápis (ou lapiseiras) utilizados em desenho têm uma escala de dureza que recebe a classificação de duros: 8H 7H 6H 4H, médios: 3H 2H H F HB B e moles: 2B 3B 4B 5B 7B, que são os mais escuros, indicados para traços definitivos, conforme Tabela 3.1.

Tabela 3.1– Tipos de traços e grafites recomendados.

<b>Traçado (segmentos) Tipo / Tonalidade</b>	<b>Grafite Dureza / Espessura</b>	<b>Emprego</b>
		Linhas definitivas e contornos
	H – 0,5	Texturas (hachuras) e caligrafia
	H – 0,5	Linhas ocultas (invisíveis) e imaginárias
	2H – 0,3	Linhas de construção (auxiliares) e cotas
	2H – 0,3	Linhas de centro e simetria

É fundamental compreender a importância do traçado das linhas auxiliares em um desenho técnico. Tal como os andaimes de um prédio, elas possibilitam que os erros sejam corrigidos antes do traçado definitivo e mais escuro. Muitos desenhistas deixam as linhas auxiliares no desenho, uma vez que são linhas leves e não atrapalham o desenho final. Na Figura 3.1 ilustramos um esboço elaborado pelo grande desenhista Leonardo da Vinci, onde as linhas auxiliares são utilizadas.

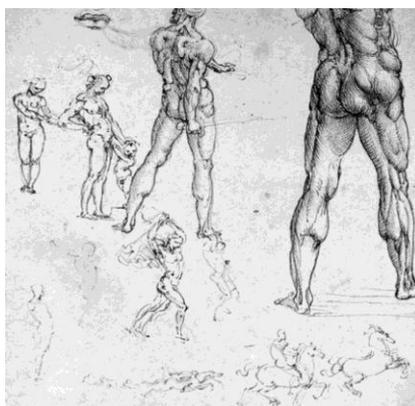


Figura 3.1- Ilustração do uso das linhas auxiliares por Leonardo da Vinci.

### b) Escalímetro

O escalímetro tem formato triangular, o que permite a gradação de seis escalas diferentes. É muito útil para a elaboração e para a leitura de medidas em desenhos impressos em escalas: 1:20, 1:25, 1:50, 1:75, 1:100 e 1:125.

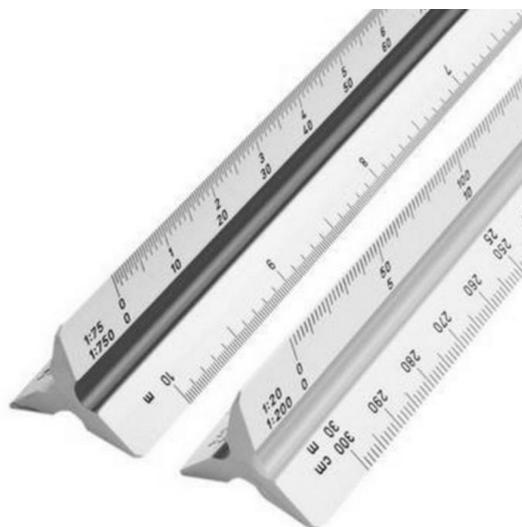


Figura 3.2- Ilustração de um escalímetro.

### c) Compasso

Durante mais de um século, o compasso foi o instrumento principal usado para o traçado de circunferências ou arcos, assim como para o transporte de medidas em desenho técnico, ver Figura 3.3.



Figura 3.3 - Ilustração de um compasso.

### d) Curva Francesa

A “curva francesa” é muito útil para concordância na elaboração de desenhos de planificações, conforme ilustramos na Figura 3.4.

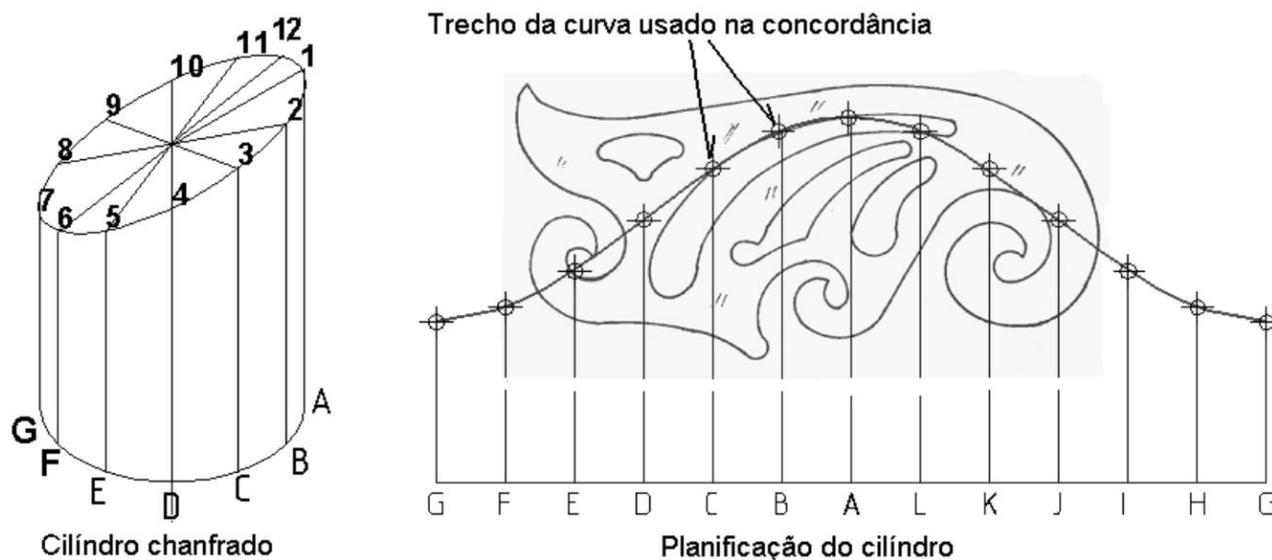


Figura 3.4 - Ilustração de uma curva francesa para concordância de linhas curvas.

#### e) Esquadros

Na Figura 3.5 ilustramos como usar um jogo de esquadros. Observe que utilizamos um esquadro fixo para deslizar o outro e traçar linhas paralelas. Os esquadros mais comuns possuem ângulos de  $45^\circ$   $30^\circ / 60^\circ$ .

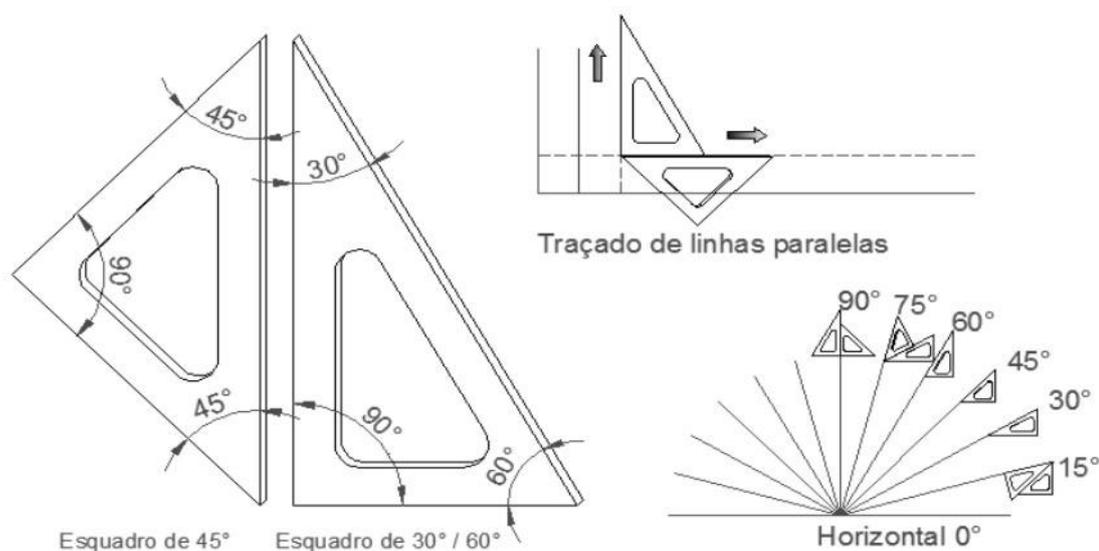


Figura 3.5 - Ilustração do uso de um jogo de esquadros.

Mesmo na era das novas tecnologias ainda é comum o uso destes instrumentos acompanhados de pranchetas, régua T, régua paralela e tecnígrafos. Nas Figuras 3.6 e 3.7 apresentamos ilustrações de um tecnígrafo e de uma prancheta de desenho ainda utilizado por muitos desenhistas na atualidade.



Figura 3.6 - Ilustração de um tecnógrafo.

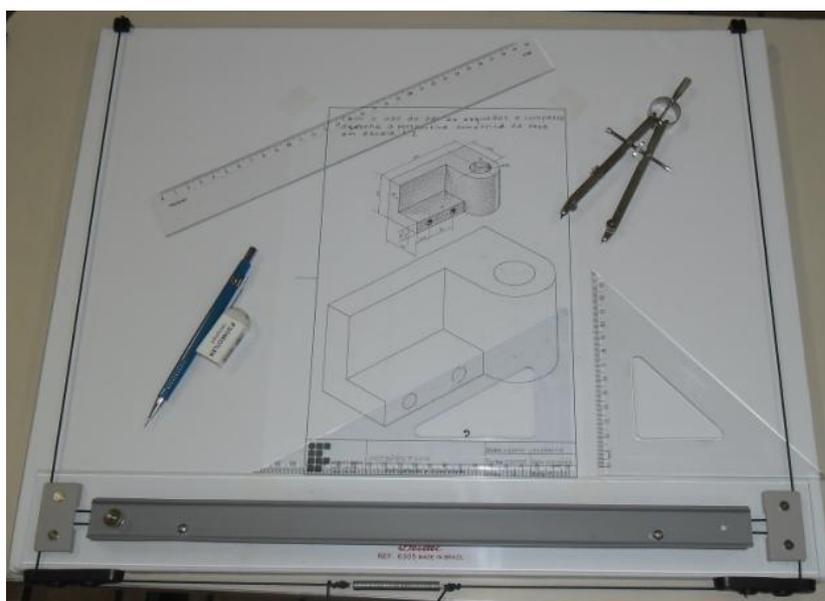


Figura 3.7- Ilustração do uso de uma prancheta.

#### 4 – Esboço a mão livre

A habilidade de executar desenhos a mão livre é essencial para qualquer tipo de projetista. No seu dia-a-dia ele necessita elaborar esboços de detalhes construtivos, peças, instalações ou elementos que compõe uma máquina. Um técnico muitas vezes precisa comunicar por meio de esboços alterações de uma instalação para a equipe de engenharia.

Há algumas dicas que podem ser utilizadas para desenvolvimento da habilidade de elaboração de esboços. A primeira delas é o uso de linhas auxiliares, ou de construção, que são linhas finas e desenhadas com leve pressão, o suficiente para serem vistas. Elas não fazem parte do desenho definitivo, mas auxiliam na construção. Após a construção definitiva, as linhas de construção podem permanecer. Desta forma, minimizamos o uso da borracha. A segunda dica é manter a proporção das partes desenhadas.

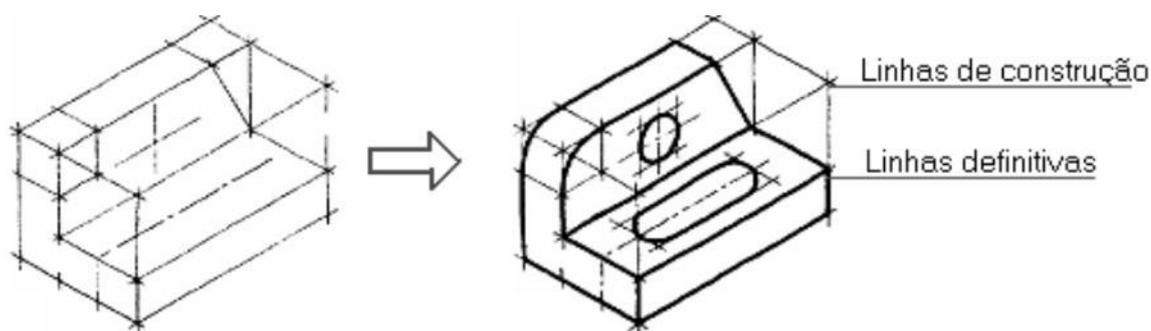


Figura 4.1 – Uso das linhas de construção.

Para o desenvolvimento da habilidade do traçado de esboços sugerimos que o leitor trace linhas horizontais, verticais e inclinadas, ligando pontos desenhados previamente em uma folha. Uma dica é manter o olhar sobre o ponto de chegada.

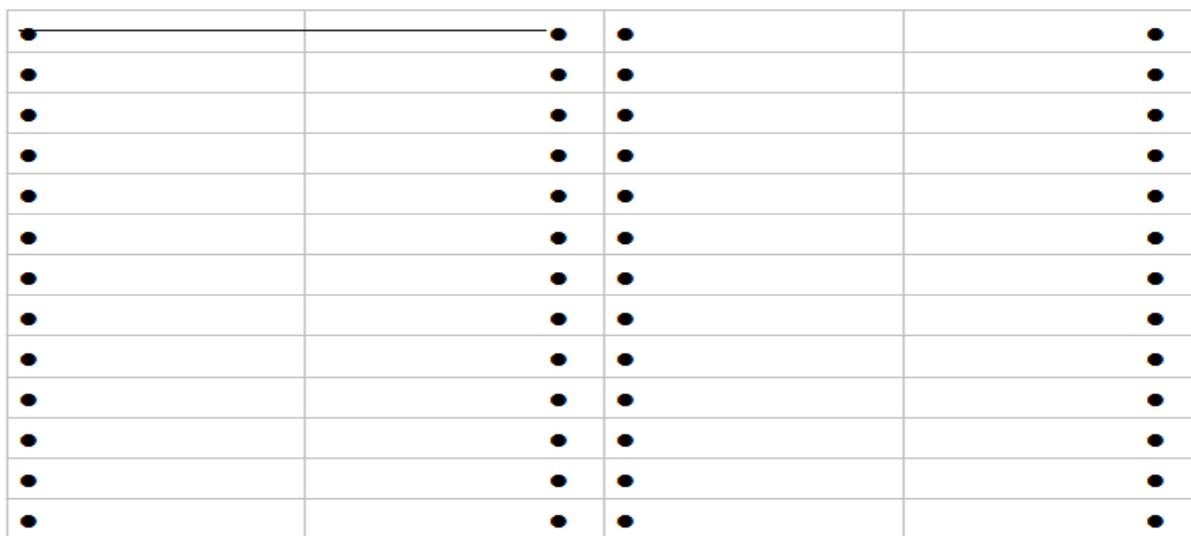


Figura 4.2 – Técnica para desenho de linhas horizontais a mão livre.

Na Figura 4.3 ilustramos uma técnica para desenho de esboços de curvas suaves a mão livre. Os pontos de construção auxiliam a obtenção dos resultados finais.

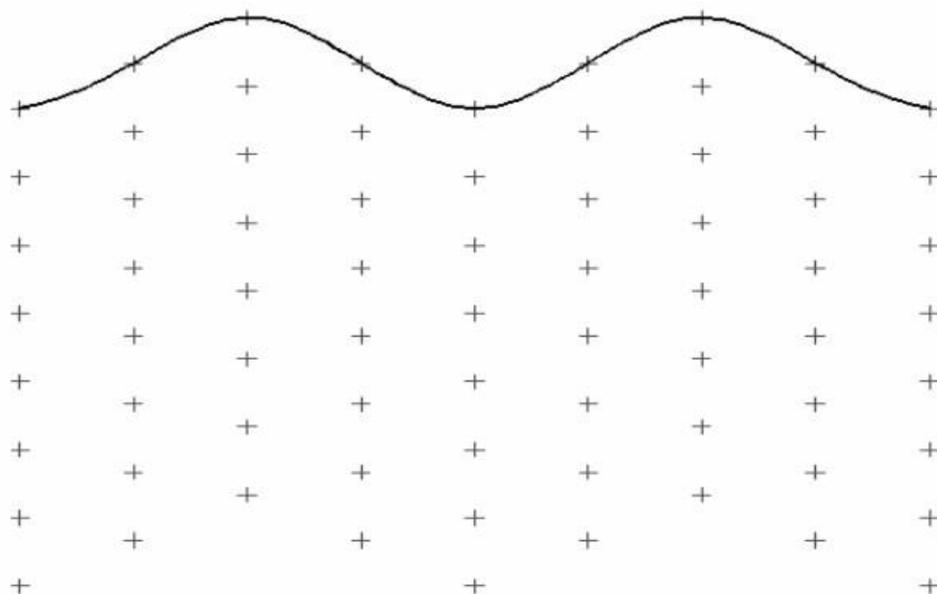


Figura 4.3 – Técnica para desenho de linhas curvas a mão livre.

Outro exercício interessante é completar desenhos que são simétricos. Iniciamos traçando o seu eixo de simetria (traço-ponto), depois usamos linhas auxiliares perpendiculares ou eixo e sobre estas marcamos pontos espelhados, ou seja, pares de pontos um de cada lado do eixo, mas com a mesma distância do mesmo, ver o exemplo na Figura 4.4 logo abaixo.

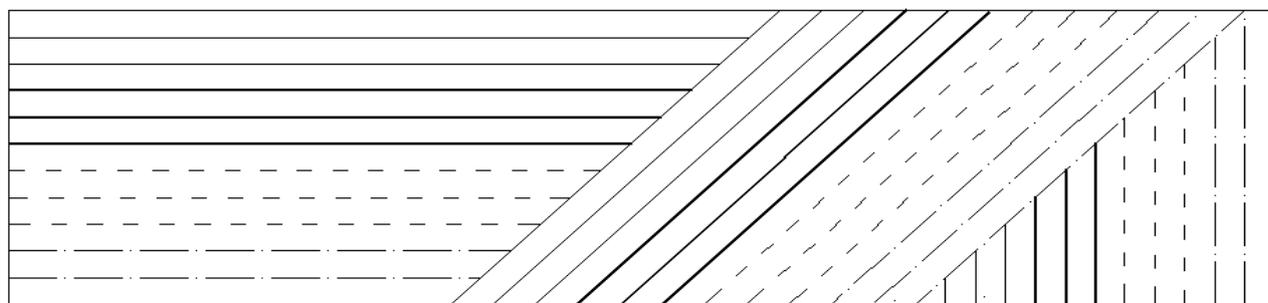
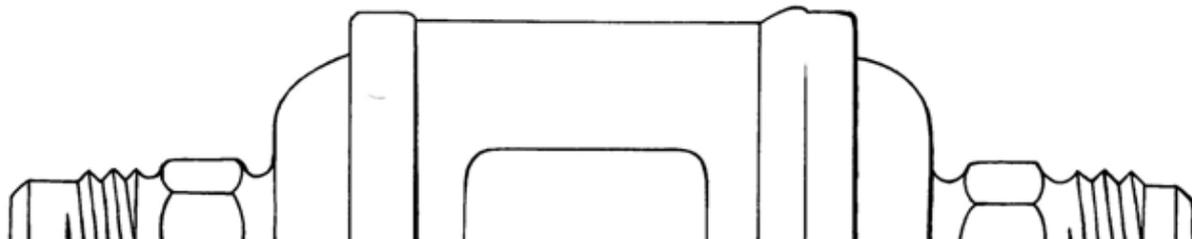


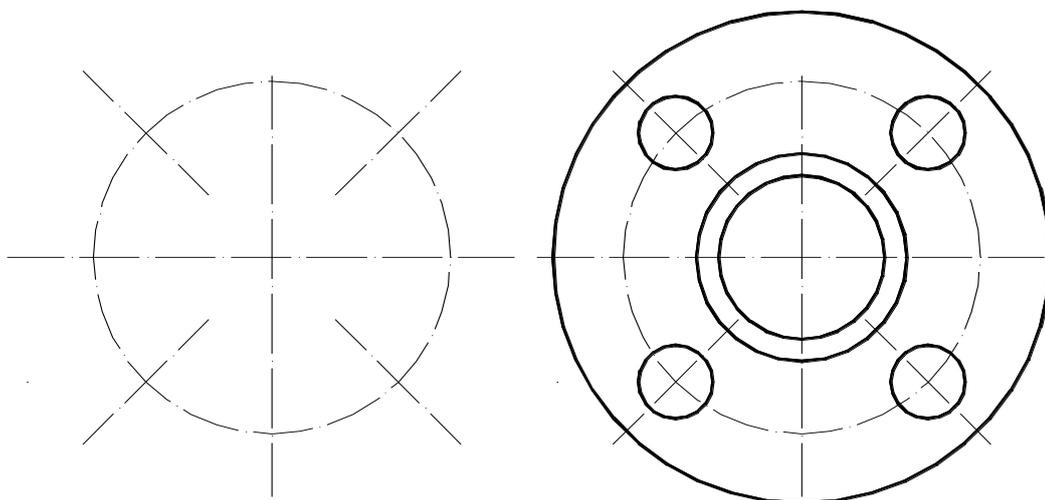
Figura 4.4– Traçado de linhas paralelas.

**Exercícios de aprendizagem:**

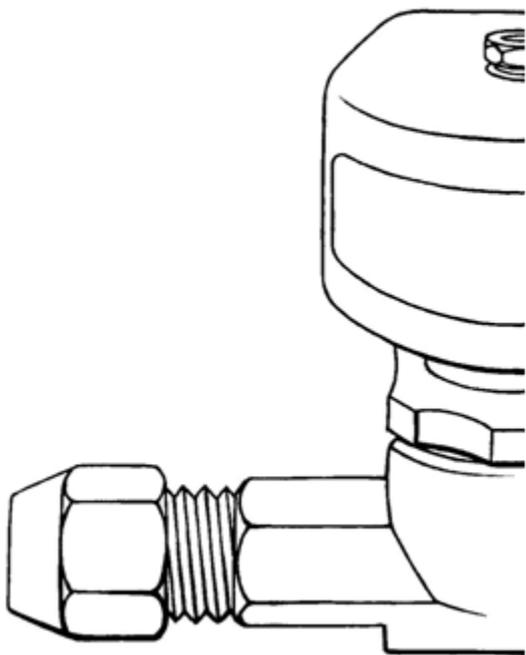
1- Desenhe a parte de baixo do filtro secador a partir do espelhamento da figura de cima.



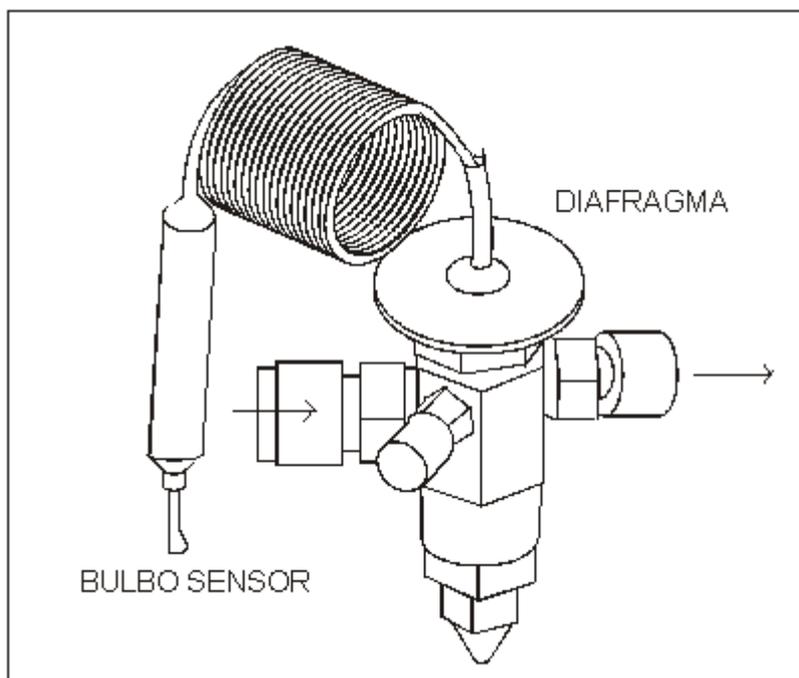
2- Partindo das linhas de centro à esquerda do desenho abaixo, complete o desenho do flange, conforme mostrado à direita.



3- Complete a válvula solenóide a seguir, espelhando a parte esquerda.



4-Reproduza o desenho da válvula de expansão termostática à mão livre.



## 5 - Caligrafia técnica

Com o objetivo de manter a uniformidade e legibilidade dos desenhos, a norma NBR 8402 fixou as características dos textos utilizados em um desenho técnico. A norma apresenta detalhes tais como o formato dos caracteres e espessura das linhas. Sabemos que atualmente os desenhos finais são elaborados no computador, mas muitas vezes é necessário comunicar uma ideia de forma rápida quando estamos em uma obra. Um número compreendido de forma equivocada pode trazer grandes prejuízos. Para que o leitor desenvolva a habilidade de caligrafia técnica sugerimos o treinamento diário de meia hora por no mínimo 2 meses. Observe na Figura 5.1 algumas definições de alturas, distâncias e larguras para a caligrafia técnica.

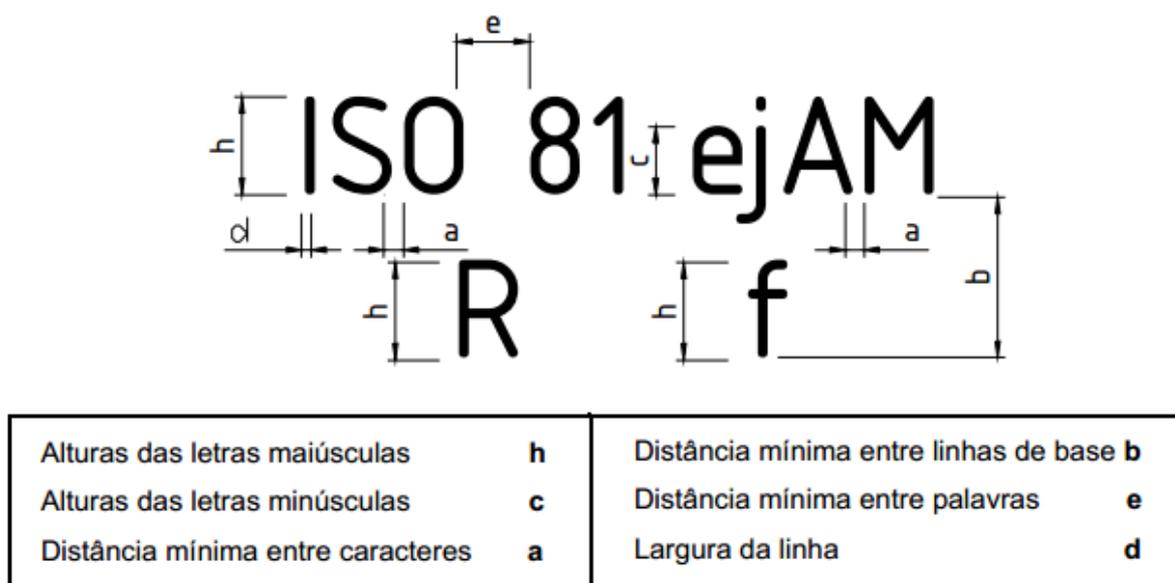


Figura 5.1 – Dimensões usadas para a caligrafia técnica.

A seguir apresentamos algumas recomendações para o desenvolvimento da habilidade de caligrafia técnica:

- A escrita pode ser vertical como no exemplo ou inclinada em um ângulo de **75°** (itálico).
- Deve-se observar a proporção e inclinação das letras mostradas na figura abaixo.
- Recomendam-se os sentidos, mostrados na Figura 5.2, para traçar com firmeza as letras, sendo que para os canhotos o sentido pode ser o inverso.
- Ao fazer desenho com o auxílio do computador, como, por exemplo, o Auto-CAD, o estilo de letra que satisfaz a norma é o “ISOCPEUR”.

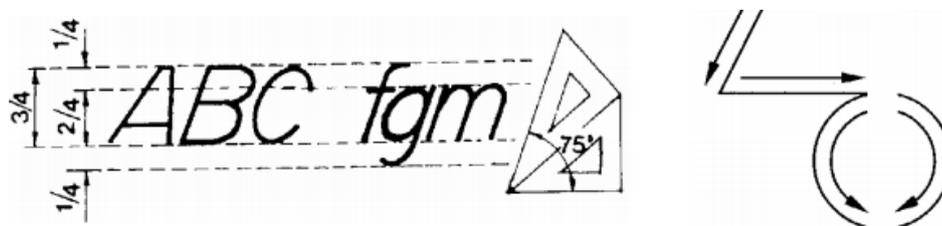


Figura 5.2 – Proporções e sentido de escrita na caligrafia técnica.

**Exercícios de aprendizagem:**

1 - Reproduza as letras e números a seguir em uma folha de papel A4 inicialmente com linhas e posteriormente sem as linhas.

*ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ*

*abcdefghijklmnopqrstuvwxyz*

*0123456789 0123456789 0123456789*

2- Reproduza as letras:

A A A

---

B B B

---

C C C

---

D D D

---

E E E

---

F F F

---

G G G

---

H H H

---

I I I

---

J J J

---

K K K

---

L L L

---

M M M

---

N N N

---

O O O

---

P P P

---

Q Q Q

---

R R R

---

---

S S S

---

T T T

---

U U U

---

V V V

---

W W W

---

X X X

---

Y Y Y

---

Z Z Z

---

eee

---

fff

---

ggg

---

hhh

---

iii

---

jjj

---

kkk

---

lll

---

mmm

---

nnn

---

ooo

---

ppp

---

qqq

---

rrr

---

sss

---

ttt

---

uuu

---

v v v

---

www

---

xxx

---

---

y y y

---

z z z

---

1 1 1

---

2 2 2

---

3 3 3

---

4 4 4

---

5 5 5

---

6 6 6

---

7 7 7

---

8 8 8

---

9 9 9

---

---

1 1 1

---

2 2 2

---

3 3 3

---

4 4 4

---

5 5 5

---

6 6 6

---

7 7 7

---

8 8 8

---

9 9 9

---

---

1 1 1

---

2 2 2

---

3 3 3

---

4 4 4

---

5 5 5

---

6 6 6

---

7 7 7

---

8 8 8

---

9 9 9

---

Nossa sugestão é que o leitor preencha diariamente uma folha de papel A4 durante o período de 2 meses, quando já é possível perceber os resultados da mudança da qualidade da caligrafia técnica.

## 6 - Formatos de papel e escalas utilizadas em desenho técnico

Em desenho técnico utilizamos diversos formatos de papel. Os mais conhecidos são os formatos A4 e A3, conforme ilustrado na Figura 6.1.

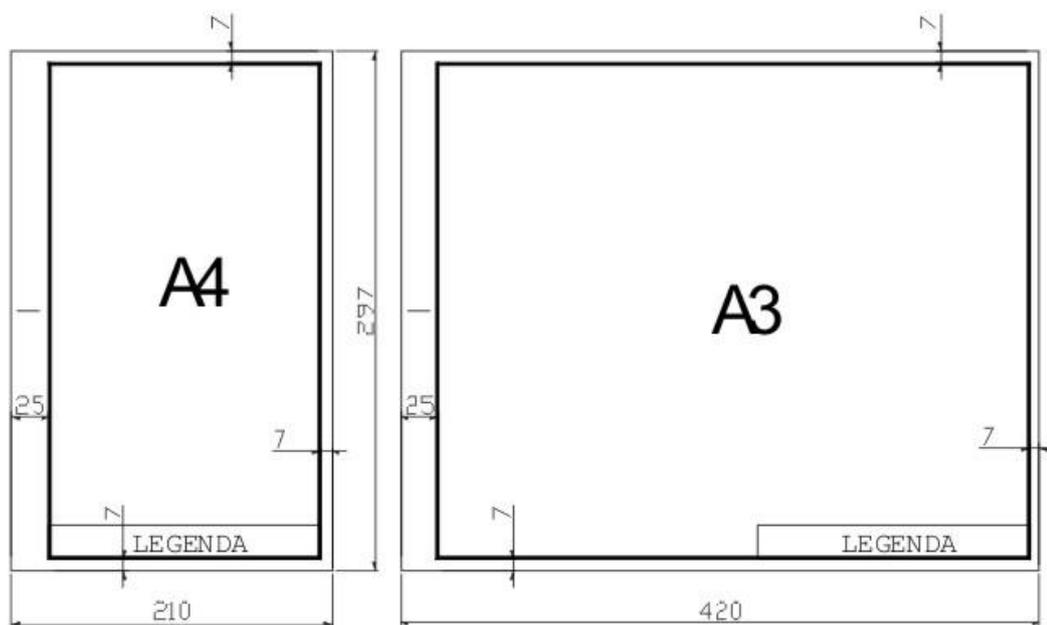


Figura 6.1 – Tamanho do papel com margem e legenda.

A1	A2	<b>Referência</b>	<b>X (mm)</b>	<b>Y (mm)</b>
		2 A0	1189	1682
		A0	841	1189
		A1	594	841
		A2	420	594
		A3	297	420
		A4	210	297
		A5	148	210

Figura 6.2 – Obtenção dos diferentes formatos de papel.

A legenda ou selos de desenhos comuns, ver Figura 6.3, deve ficar no canto inferior direito nos formatos A0, A1, A2, A3, ou ao longo da largura da folha de desenho no formato A4. Já as legendas nos desenhos industriais variam de acordo com as necessidades internas de cada empresa, mas devem conter, obrigatoriamente: Nome da repartição, firma ou empresa; Título do desenho; Escala; Número do desenho; Datas e assinaturas dos responsáveis pela execução, verificação e aprovação; Número da peça, quantidade, denominação, material e dimensão em bruto.

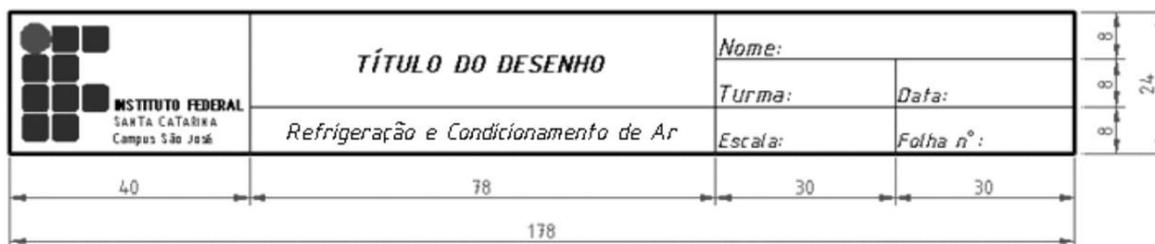


Figura 6.3 - Ilustração de uma legenda para desenho.

Ao imprimir um desenho, a folha deve conter margens externa, com linha fina onde será recortadas a folha, e margens internas com linha mais grossa. A margem da esquerda é maior para possibilitar a fixação em pastas de projetos. Logicamente, quando usamos uma folha A4 para imprimir um desenho em impressora comum, a margem externa não será impressa, pois a área de plotagem da impressora é sempre menor do que a folha A4. Neste caso a margem externa coincide com a borda da folha.

A correta dobragem de um projeto também é fundamental após a plotagem. Na Figura 6.4 ilustramos a forma de se proceder a dobragem de um desenho.

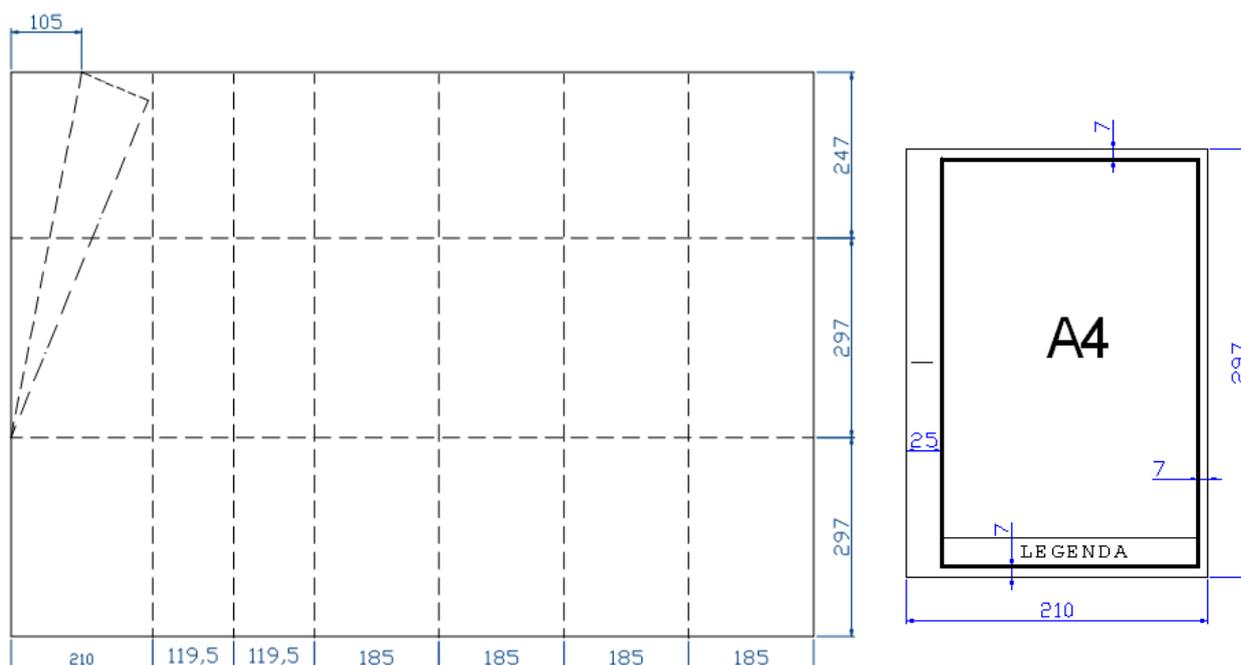


Figura 6.4– Procedimento para dobra de desenho e formato A4.

## 7 - Escalas

As escalas permitem que representemos a natureza em tamanho reduzido. No Egito Antigo já eram construídos mapas detalhados utilizando-se de técnicas de proporcionalidade. Uma escala possibilita que a realidade seja representada de forma proporcional e que o desenho se adapte às dimensões do papel que temos disponível.

Em desenho técnico, a escala indica a relação do tamanho do desenho da peça com o tamanho real da peça. A escala permite representar, no papel, peças de qualquer tamanho real. Nos desenhos em escala, as medidas lineares do objeto real ou são mantidas, ou então são aumentadas ou reduzidas proporcionalmente, porém as formas dos objetos reais são mantidas. Como consequência disso, as dimensões angulares do objeto permanecem inalteradas. Vejamos um exemplo.

Observando a Figura 7.1, as medidas dos lados do quadrado **B** foram reduzidas proporcionalmente em relação às medidas dos lados do quadrado **A**. Cada lado de **B** é uma vez menor que cada lado correspondente do quadrado **A**, ou seja, o quadrado **B** sofreu uma redução em relação ao quadrado **A**. De forma contrária, os lados do quadrado **C** foram aumentados proporcionalmente, em relação aos lados do quadrado **A**. Cada lado de **C** é igual a duas vezes cada lado correspondente do quadrado **A**, o que indica que o quadrado **C** sofreu uma ampliação em relação ao quadrado **A**. Note que as três figuras apresentam medidas dos lados proporcionais e ângulos iguais. Então, podemos dizer que as figuras **B** e **C** estão representadas em escala em relação à figura **A**.

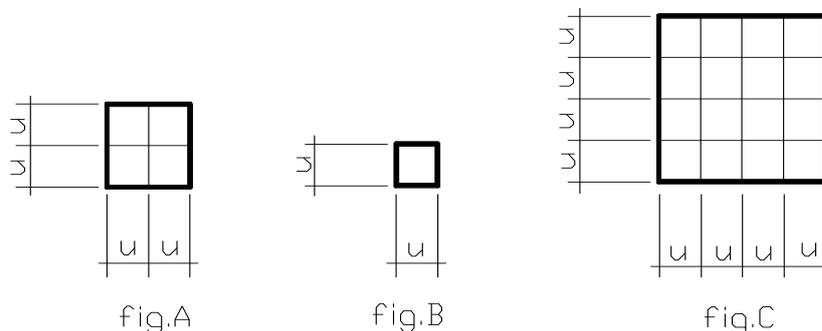


Figura 7.1 - Escalas em desenho técnico.

Diante do exposto acima, fica evidente que as escalas podem ser classificadas como escalas: de **redução**, de **ampliação** e **natural**.

A **escala natural** é aquela em que o tamanho do desenho técnico é igual ao tamanho real da peça. Nesse caso diz-se que a escala é 1:1 (lê-se 1 para 1).

A **escala de redução** é aquela em que o tamanho do desenho técnico é menor que o tamanho real da peça. Vejamos, por exemplo, um desenho técnico em que suas medidas gráficas são vinte vezes menores que as suas medidas reais correspondentes. Logo, diz-se que a escala é 1:20 (lê-se 1 para 20).

A **escala de ampliação** é aquela em que o tamanho do desenho técnico é maior que o tamanho real da peça. Vejamos, por exemplo, o desenho técnico de uma agulha de injeção em

escala de ampliação. As dimensões deste desenho são duas vezes maiores que as dimensões correspondentes da agulha de injeção real. Este desenho foi feito, portanto, na escala 2:1 (lê-se dois para um).

Uma escala é construída a partir de uma relação entre a medida gráfica (D) do desenho e a sua medida natural (N), conforme normatizado pela norma NBR 8196. Como exemplo, imagine um terreno que mede 12m x 30m (distância natural = N), que foi desenhado em uma folha de papel A4. Optou-se em representar o retângulo representativo do terreno a partir de uma figura de medidas 12cm x 30cm. Nesse caso, cada 100 cm real foi representado por 1 cm no desenho. Chamamos essa escala de 1:100 (1 para 100). As escalas 1:100, 1:50, 1:25, 1:20 são muito comuns na área de projetos de refrigeração e ar condicionado e, como visto, anteriormente são escalas de redução. Na Tabela 7.1 ilustramos algumas escalas comuns.

Tabela 7.1 - Escalas mais comuns em desenho técnico.

<b>Escala de Ampliação</b>	2:1	5:1	10:1
	20:1	50:1	100:1
<b>Escala Natural</b>	1:1		
<b>Escala de Redução</b>	1:2	1:5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1:1000
	1:2000	1:5000	1:10000

Todo desenho no papel deve indicar a escala utilizada na legenda. Caso em uma mesma folha sejam representados desenhos em escalas diferentes devemos indicar a escala abaixo de cada um deles. Apesar de muitos desenhos terem a indicação de suas escalas é importante ter cuidado para não se medir diretamente com o escalímetro, até que se tenha certeza de que o desenho está impresso na escala indicada.

$$\text{Escala} = \frac{\text{medida real}}{\text{medida do desenho}}$$

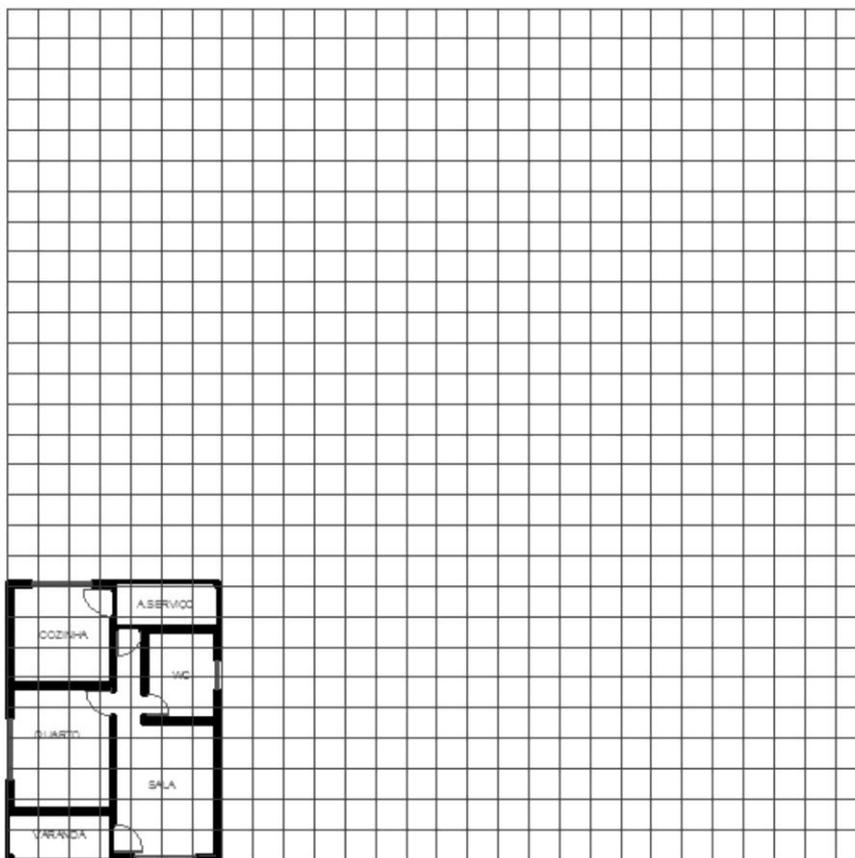
Como exemplo, se uma linha de 24 cm representa um terreno com dimensão real de 1200 cm, tem-se uma escala de 1 para 50.

$$\text{Escala} = \frac{1200 \text{ cm}}{24 \text{ cm}} = 50 \text{ ou seja, } 1 : 50$$

Para ampliação, o leitor deve fazer: Desenho = Real x escala. Exemplo: Se um parafuso tem diâmetro de 10mm deverá ser representado na escala 5 para 1 por um círculo de 50mm de diâmetro, ou seja:  $50 = 10 \times 5$ .

### Exercícios de aprendizagem:

1 - Desenhe a planta em miniatura na escala 2:1 (ampliação).



2 - Complete a tabela a seguir \*:

<b>DIMENSÃO DO DESENHO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DIMENSÃO DA PEÇA</b>
	1:1	42
18	1:2	
	5:1	6
16	2:1	
10		100
12		60

3- Uma casa de formato retangular e medidas reais de 8m de largura por 12m de comprimento seria representado por retângulos de quantos centímetros na escala 1:50 e 1:20 ? \*

\* As respostas estão disponibilizadas no Anexo.

## 8- Desenhos em perspectiva

Desenho em perspectiva é a técnica de representação de um objeto real em suas três dimensões no plano bidimensional.

Atualmente há diversos programas especializados na construção de perspectivas na área de refrigeração e ar condicionado, arquitetura, mecânica entre outras. A habilidade de traçar uma perspectiva é importante para técnicos e engenheiros no desenvolvendo das primeiras ideias de um projeto. Além disso, a comunicação de uma idéia técnica para um leigo se torna mais fácil por meio de um desenho em perspectiva.

Como visto em esboços à mão livre, o traçado inicial de um desenho deve ser bem leve para possibilitar correções de eventuais erros. Estas correções devem ser feitas com traços firmes e nítidos com pressão moderada, ver Figura 8.1.

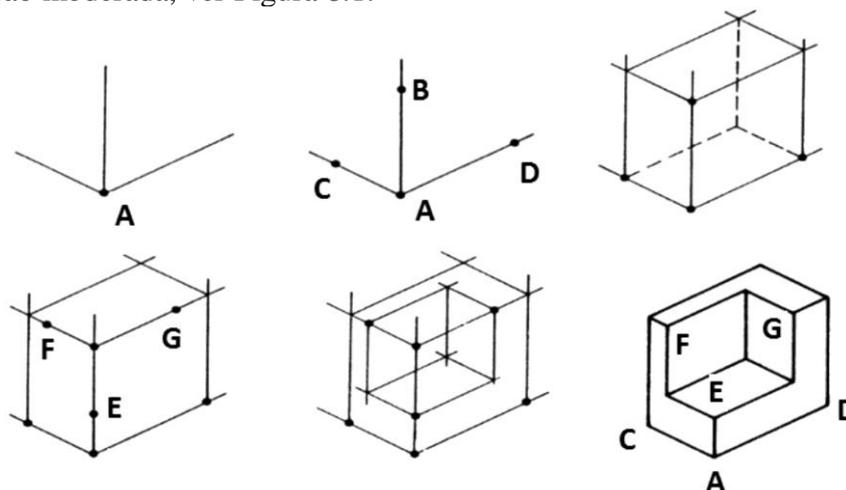


Figura 8.1- Uso de linhas de construção.

Muitas vezes devemos fazer um esboço de um detalhe construtivo de uma obra. Para isso podemos fazer uso de uma perspectiva realística. Para projetos completos, atualmente existem programas sofisticados tais como Arqui 3D (<http://www.grapho.com.br/arqui3d/arqui3d.htm>), o software Sketchup (<http://www.sketchup.com/pt-BR>) entre outros, que facilitam muito o trabalho dos projetistas.

Nas Figuras 8.2 e 8.3 ilustramos perspectivas construídas pelo método de pontos de fuga. A primeira foi construída com 1 ponto de fuga e a segunda foi construída com 2 pontos de fuga. Ponto de fuga é o ponto onde convergem as linhas do desenho.

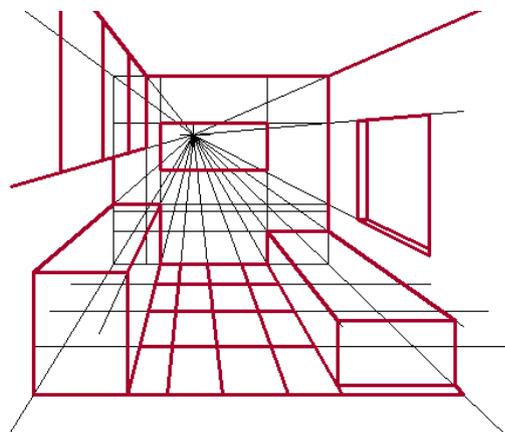


Figura 8.2 – Desenho em perspectiva com um ponto de fuga.

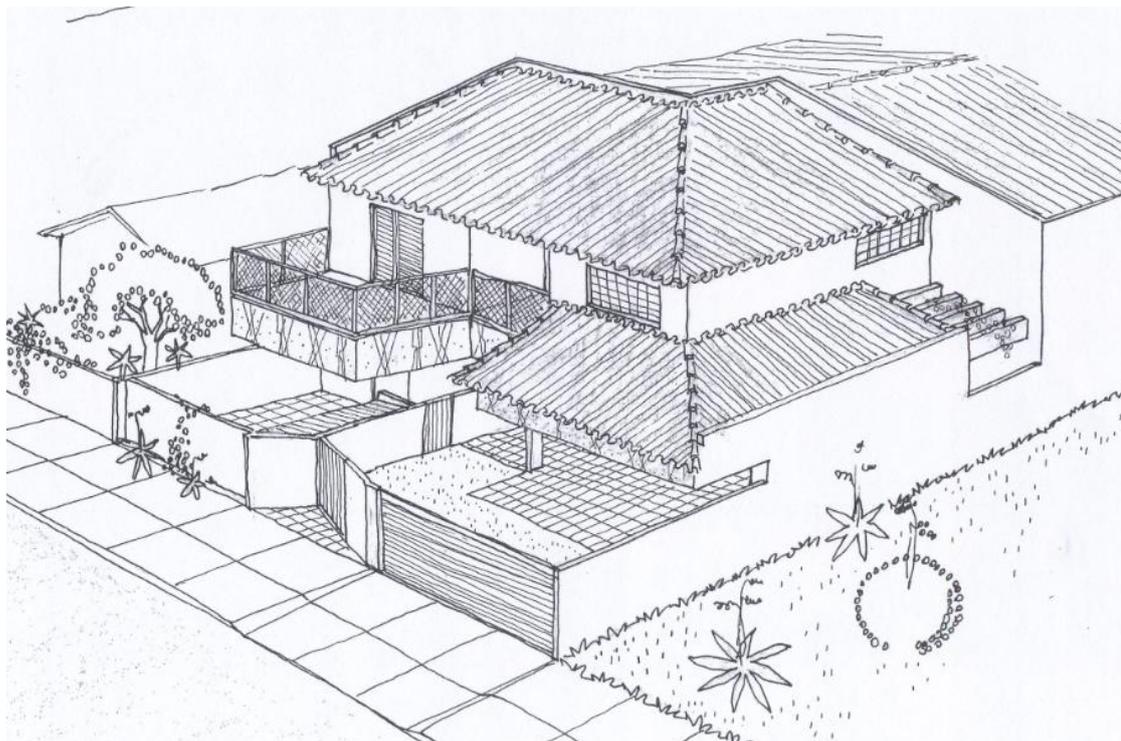


Figura 8.3 – Desenho em perspectiva construída com 2 pontos de fuga.

Já o desenho da Figura 8.4 foi construído a partir do programa Sketchup. A grande vantagem é que nesse caso o desenho pode ser girado para mostrar os diferentes ângulos construtivos.

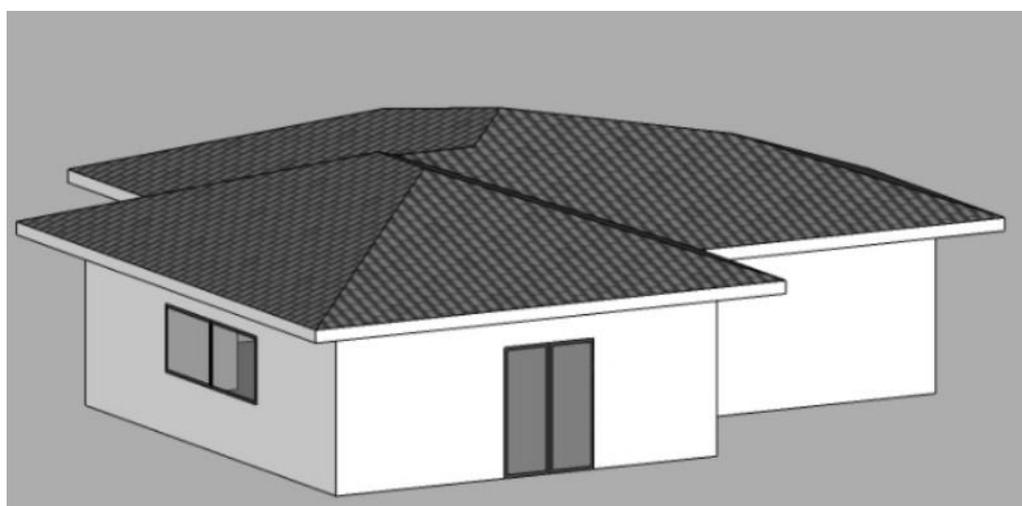


Figura 8.4 – Desenho em perspectiva construído no software Sketchup  
Cortesia de Júlia Cidade de Souza

Considerando-se efeitos óticos, a perspectiva de um objeto é definida pela interseção dos raios visuais com a superfície, denominado quadro, onde se pretende desenhar a imagem (plano de verdadeira grandeza), ver Figura 8.5. Os princípios da visão aplicam-se exatamente à operação geométrica de projeção, cujo centro é o olho do observador. Já os raios projetantes correspondem aos raios visuais e a projeção no quadro entre observador e objeto é a perspectiva do objeto.

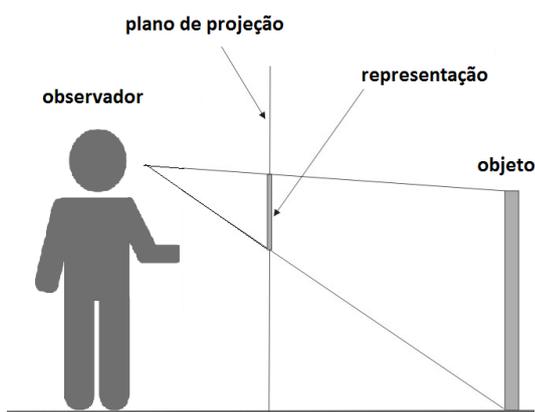


Figura 8.5- Projeção do objeto em um plano de referência.

Esse princípio foi mostrado no ano de 1525 por Albrecht Durer (Figura 8.6).



Figura 8.6- Máquina de perspectiva de Albrecht Dürer (1525)

Na Figura 8.7 apresentamos os tipos mais comuns de perspectivas. Em desenhos de refrigeração e climatização trabalhamos com a perspectiva isométrica.

Cubo em diferentes tipos de perspectivas				
Cônica	Cilíndricas ou Paralelas			
	Cavaleira	Isométrica	Dimétrica	Trimétrica
	Uma face é paralela ao quadro.	As três faces estão com a mesma inclinação em relação ao quadro.	Uma das faces tem inclinação diferente das outras, em relação ao quadro.	As três faces estão diferentemente inclinadas em relação ao quadro.

Figura 8.7 - Tipos mais comuns de perspectivas.

Quando olhamos para um objeto, temos a sensação de profundidade e relevo. As partes que estão mais próximas de nós parecem maiores e as partes mais distantes aparentam ser menores. A fotografia mostra um objeto do mesmo modo como ele é visto pelo olho humano, pois transmite a ideia de três dimensões: comprimento, largura e altura. O desenho, para transmitir essa mesma ideia, precisa recorrer a um modo especial de representação gráfica: **a perspectiva isométrica**. Ela mantém as mesmas proporções do comprimento, da largura e da altura do objeto representado.

As arestas **OX**, **OY**, **OZ** da Figura 8.8 são chamadas **Eixos Isométricos** e fazendo entre si ângulos iguais de  $120^\circ$ . Qualquer linha paralela aos três eixos isométricos é denominada linha isométrica. Para elaborarmos um desenho isométrico é importante traçarmos uma linha base conforme ilustrado na parte direita da Figura 8.8. Na Figura 8.9 ilustramos um desenho de um equipamento em perspectiva isométrica.

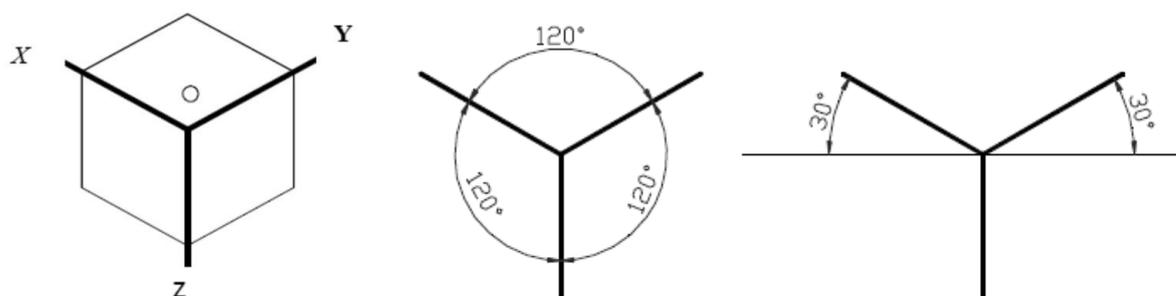


Figura 8.8 – Eixos Isométricos da perspectiva isométrica.

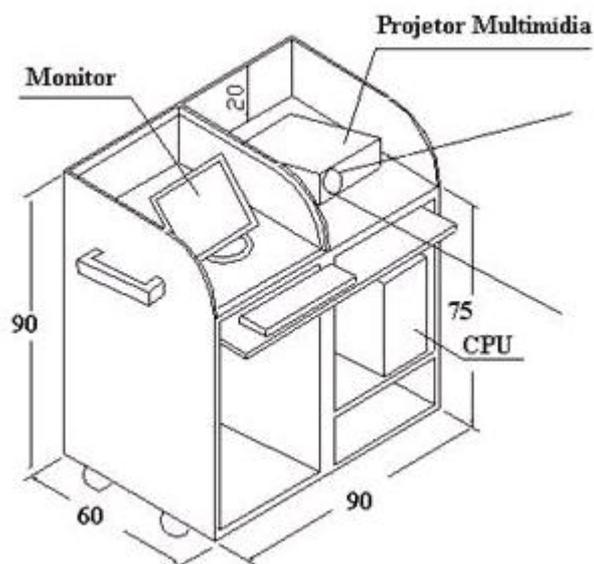


Figura 8.9 – Exemplo de desenho isométrico.

As linhas não paralelas aos eixos isométricos são chamadas linhas não isométricas.

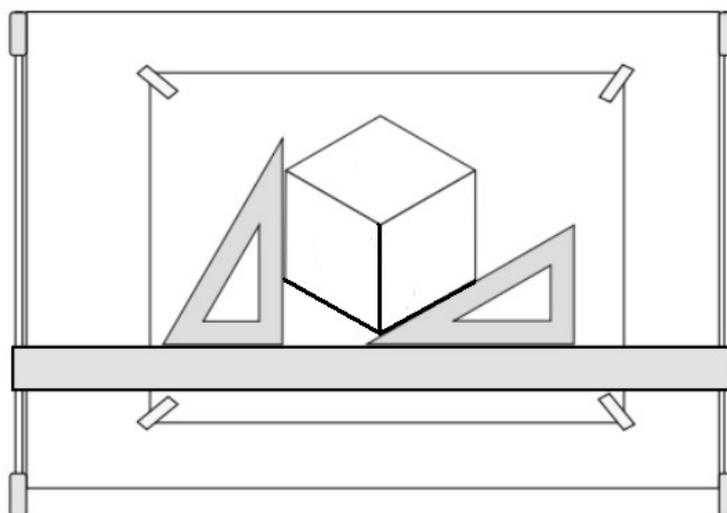


Figura 8.10 – Desenho de vista isométrica.

Para facilitar a elaboração de perspectivas mais complexas sugerimos ao leitor que não tenha experiência em desenho, que comece com figuras geométricas mais simples e vá avançando conforme sua habilidade manual for se desenvolvendo.

As perspectivas isométricas são muito utilizadas para representação de tubulações de refrigeração, conforme ilustrado na Figura 8.11.

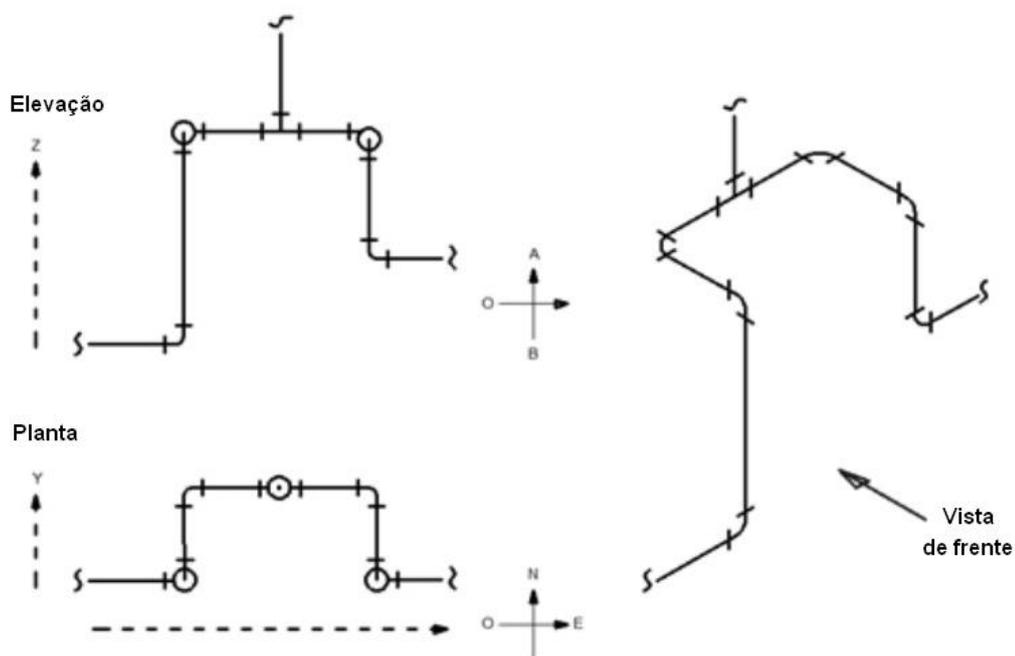


Figura 8.11- Ilustração de conjunto de tubulações.

Na Figura 8.12 mostramos a perspectiva isométrica de um fan-coil vertical utilizado em sistemas de climatização do tipo expansão indireta.

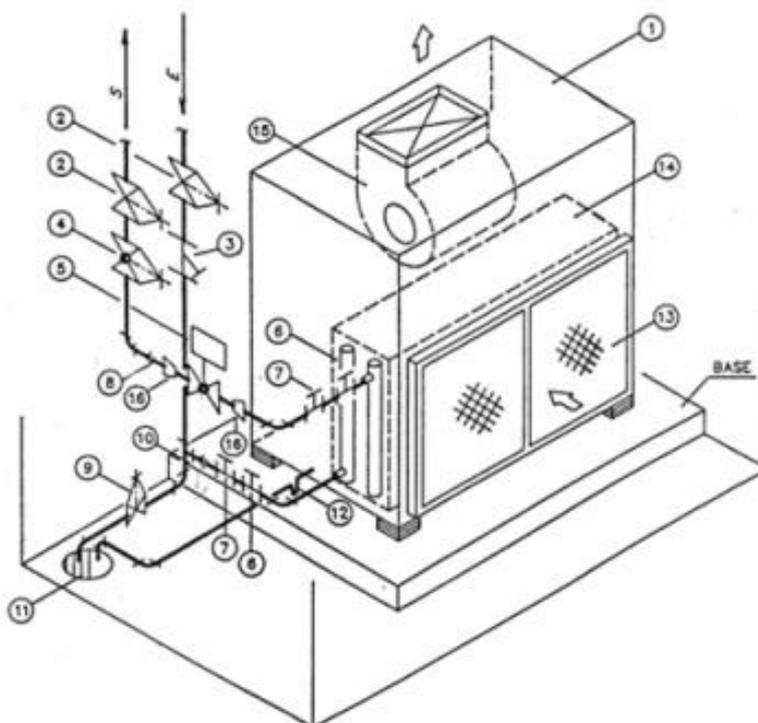


Figura 8.12- Ilustração de um fan-coil vertical.

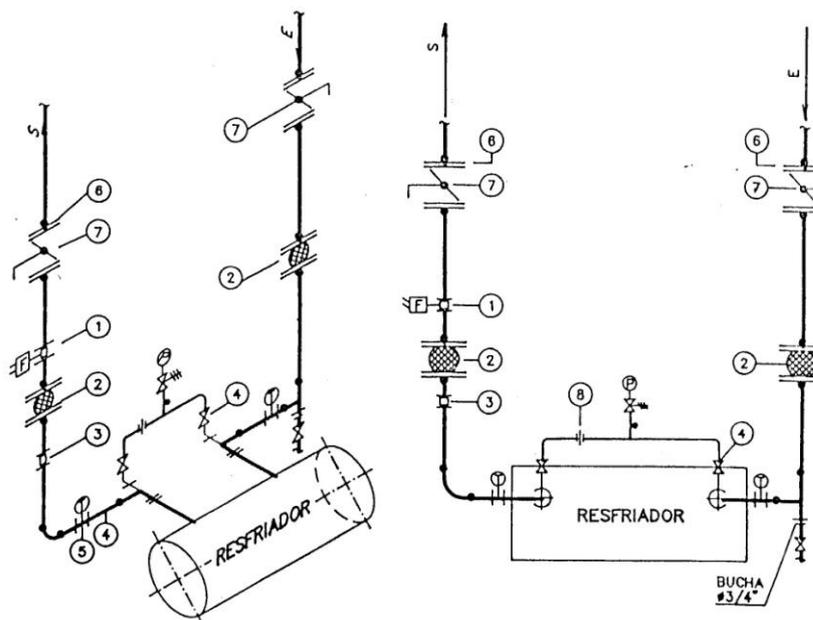
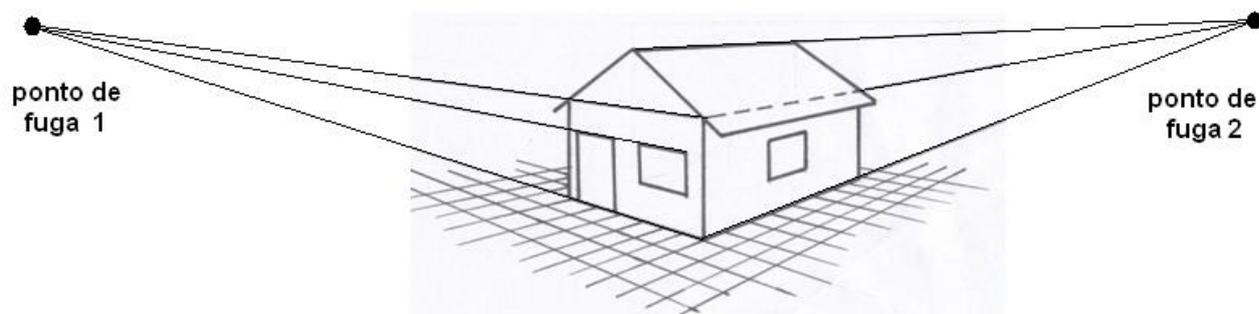


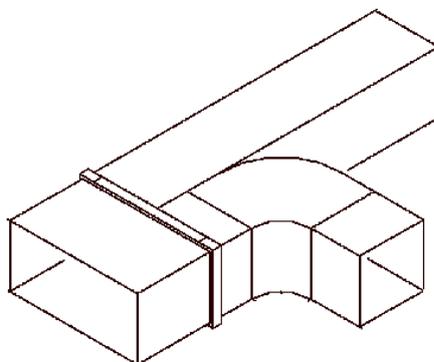
Figura 8.13- Ilustração de uma perspectiva isométrica e de uma vista de um resfriador.

**Exercícios de aplicação:**

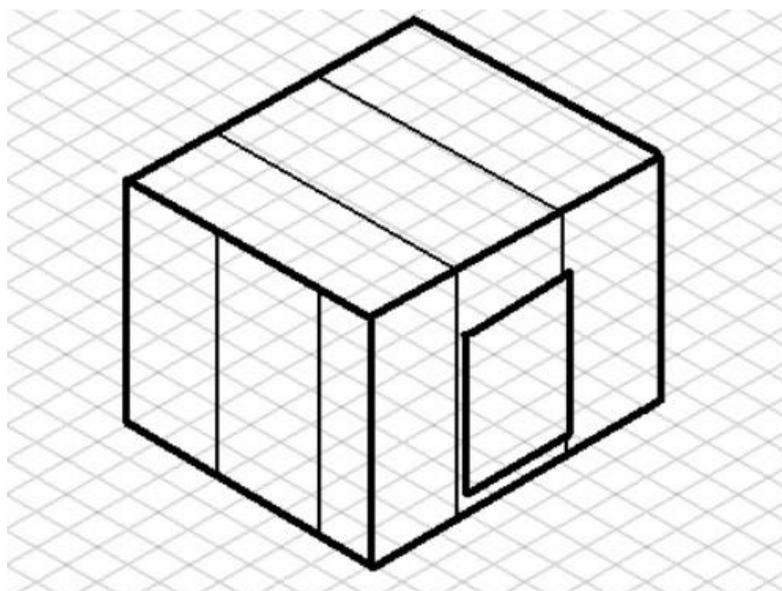
1 – Reproduza a perspectiva representada abaixo utilizando dois pontos de fuga indicados.



2- Reproduza a perspectiva isométrica da derivação do duto de climatização:



3- Desenhe a câmara fria a seguir utilizando a técnica de perspectiva isométrica:





## 9 – Desenhos de vistas ortogonais

A projeção de vistas ortogonais surgiu a partir do desenvolvimento da geometria descritiva, quando o matemático Gaspard Monge, militar francês que no início do século XVIII criou um método gráfico para representação espacial revolucionando o estudo da geometria e dando origem ao desenho através de vistas: o desenho técnico (Figura 9.1).

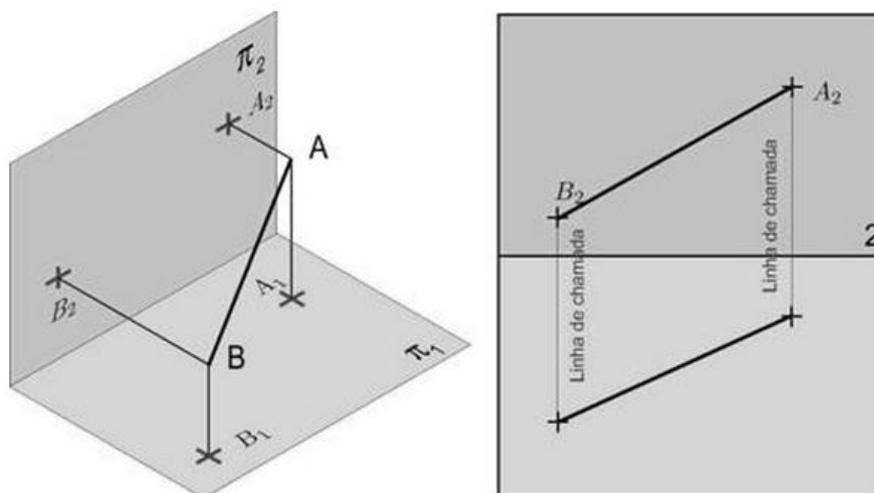


Figura 9.1 – Ilustração da representação de uma linha em épura

Da mesma forma que a linguagem escrita exige alfabetização, a execução e a interpretação da linguagem gráfica do desenho técnico exige treinamento específico, porque são utilizadas figuras planas (bidimensionais) para representar formas espaciais.

Na Figura 9.2 ilustramos como uma peça é representada por meio de 3 projeções ortogonais nos planos de projeção.

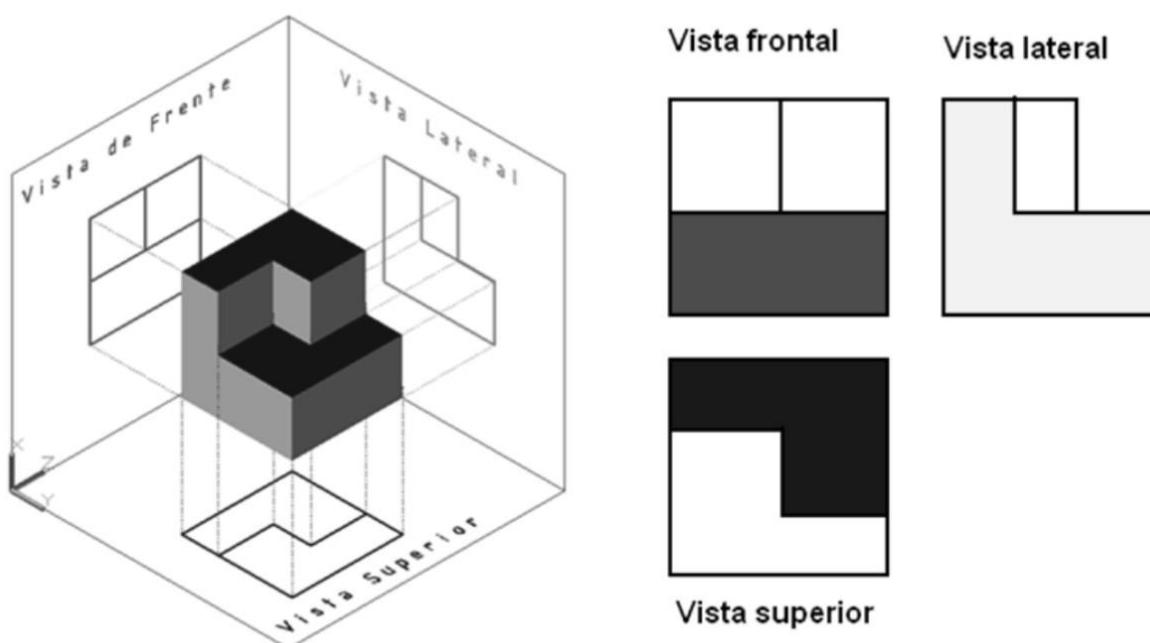


Figura 9.2– Ilustração da forma de obtenção das vistas ortogonais.

Da mesma forma as peças representadas nas Figuras 9.3 e 9.4 são representadas por meio de suas vistas ortogonais.

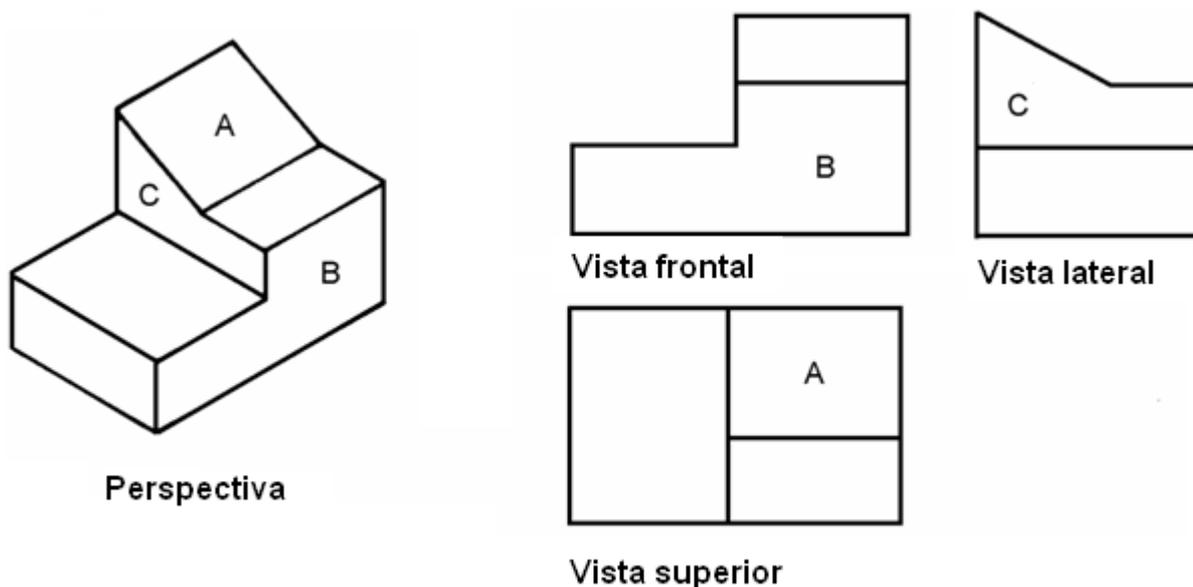


Figura 9.3 – Perspectiva e vistas ortogonais de uma peça.

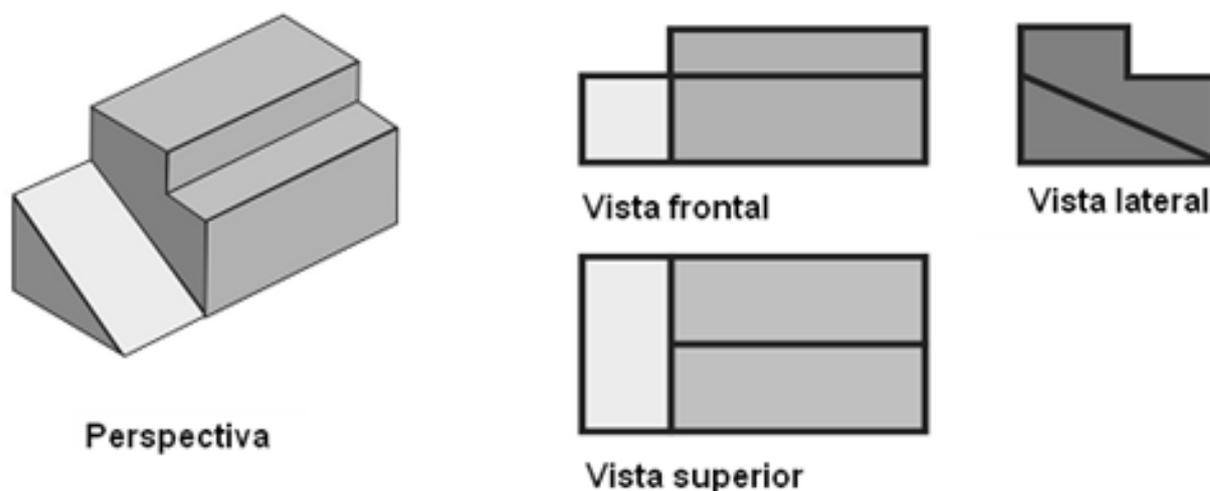


Figura 9.4 - Perspectiva e vistas ortogonais de uma peça.

Conhecendo-se a metodologia utilizada para elaboração do desenho bidimensional é possível entender e conceber mentalmente a forma espacial representada na figura plana. Na prática pode-se dizer que, para interpretar um desenho técnico, é necessário enxergar o que não é visível e a capacidade de entender uma forma espacial a partir de uma figura plana, chamada visão espacial. Por exemplo, fechando os olhos pode-se ter o sentimento da forma espacial de um copo, de um determinado carro, da sua casa etc. Ou seja, a visão espacial permite a percepção (o entendimento) de formas espaciais, sem estarmos vendo fisicamente os objetos. Para representação das vistas ortogonais temos que observar a posição do observador em relação ao plano de projeção, conforme ilustramos na Figura 9.5.

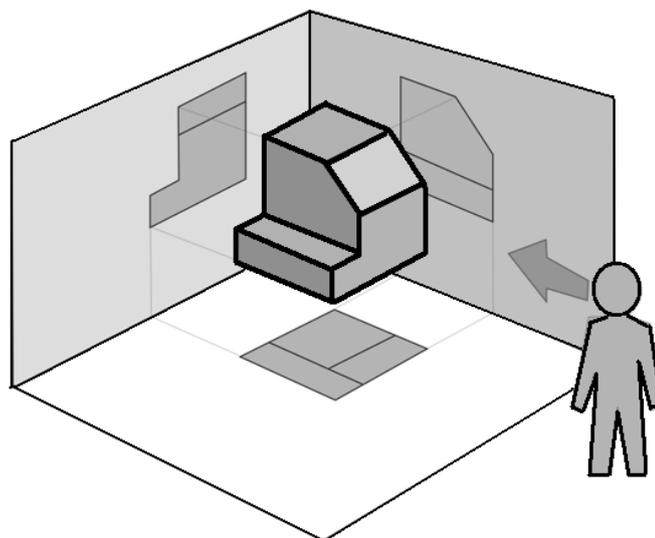


Figura 9.5- Posição do observador em relação ao plano de projeção.

Na Figura 9.5 podemos observar alguns conceitos básicos de projeções. São elas:

- a) Centro de projeção: corresponde à posição do observador;
- b) Objeto a ser observado: peça em 3D em perspectiva;
- c) Raios projetantes: corresponde às linhas que ligam as projeções nos planos PV, PH e PP;
- d) Planos PV, PH e PP: são os planos onde se representada as projeções da peça;
- e) Projeções do objeto: figuras bidimensionais nos planos.

Na Figura 9.6 ilustramos a forma de obtenção de uma projeção de um objeto em um plano paralelo.

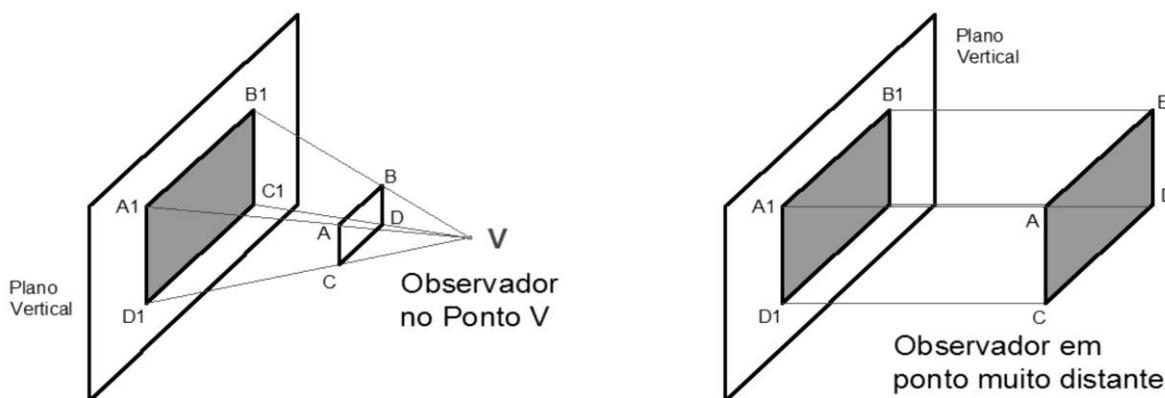


Figura 9.6- Ilustração da projeção ortogonal – vista frontal

Quando desenhamos figuras geométricas planas todos os seus pontos podem ser descritos (posicionados) usando-se duas coordenadas X e Y no plano cartesiano (Figura 9.7).

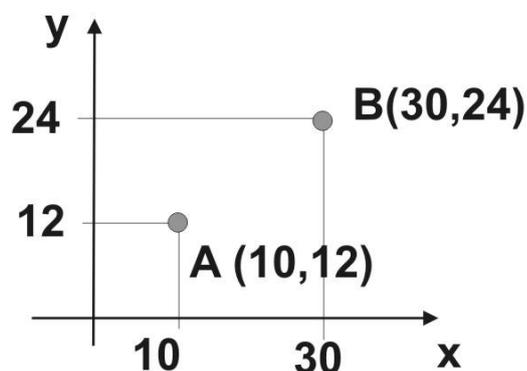


Figura 9.7- Representação de um ponto no plano cartesiano.

Quando o ponto não estiver posicionado sobre um determinado plano, mas sim posicionado no espaço, temos a situação representada na Figura 9.8. Após a projeção devemos fazer o **REBATIMENTO DOS PLANOS** de perfil e horizontal (planificação). É a partir deste momento que nos valemos da geometria descritiva. Ou seja, os três planos são rebatidos e representados em um único plano. Este processo é chamado de Rebatimento de Planos.

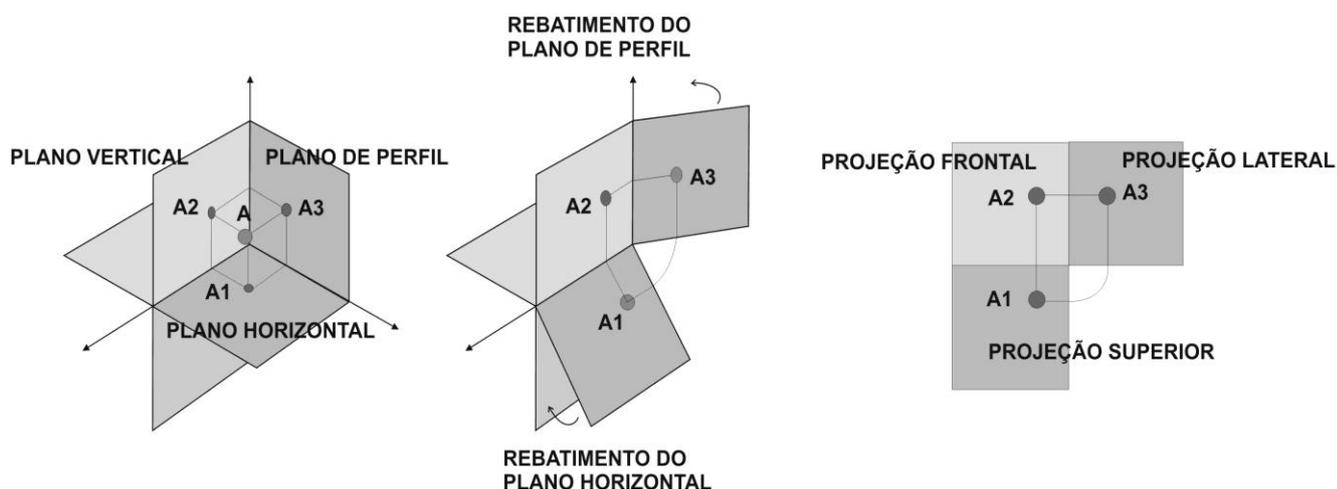


Figura 9.8- Representação da projeção de um ponto P nos planos de projeção.

Podemos dividir um ângulo de 360 graus em 4 ângulos de 90 graus chamados de diedros. Eles são numerados no sentido anti-horário e denominados de 1º, 2º, 3º e 4º diedros.

Compreendemos que a representação no primeiro diedro se mostra mais conveniente para o desenho técnico, mas há autores, normalmente dos Estados Unidos da América, que adotam representação no 3º diedro.

De acordo com sua posição, relativa aos planos de projeção, o segmento de reta recebe um nome. Nas Figuras 9.9 e 9.10 representamos um cubo. Nele podemos visualizar vários segmentos: Horizontal ou de nível – segmento BD; Frontal ou de frente – segmento BC; Fronto-horizontal ou paralela à linha; de terra – segmento AB; Vertical – segmento AC; De topo ou de ponta – segmento AD; De perfil – segmento DC; Qualquer – segmento BE (passando pelo interior do cubo).

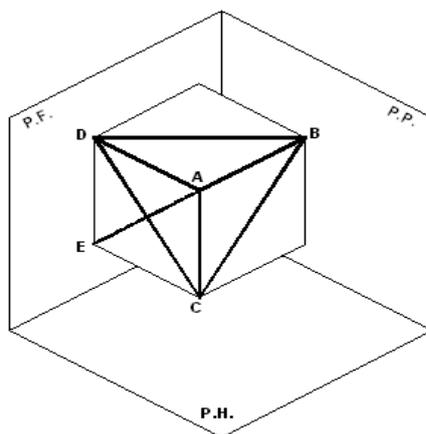


Figura 9.9- Ilustração de representação de linhas no 1º diedro.

Cada tipo de segmento ao projetar-se num plano de projeção sua projeção poderá ser: um segmento de mesmo tamanho, quando está paralelo ao plano de projeção; um segmento de tamanho reduzido, quando está inclinado com relação ao plano de projeção ou apenas um ponto, quando está perpendicular ao plano de projeção. Para facilitar o entendimento a projeção no plano frontal é acompanhada do número 1, as no plano horizontal pelo número 2 e as no plano de perfil pelo número 3.

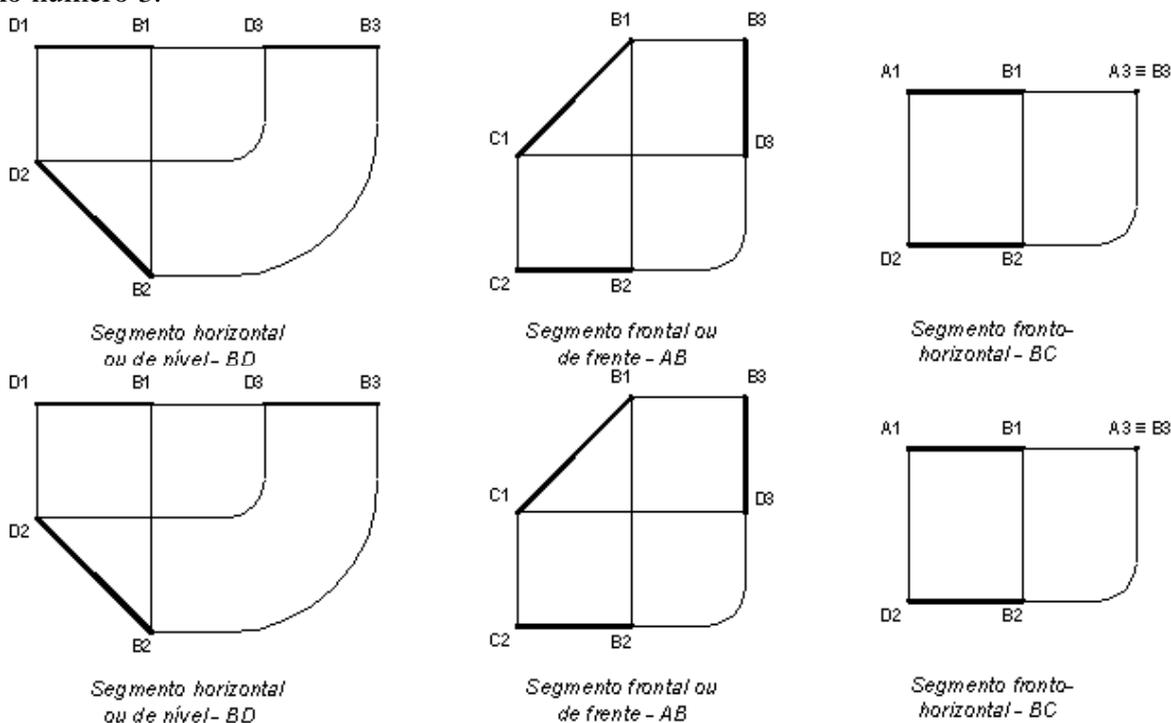


Figura 9.10 – Ilustração das projeções obtidas.

Um plano pode ser representado por, no mínimo, três pontos e pode ocupar várias posições espaciais relativas aos três planos de projeção. De acordo com sua posição relativa aos planos de projeção recebem nomes diferentes. Na Figura 9.10 podemos identificar cada uma das faces do cubo: Horizontal – ABCD, De perfil – ADEF e Frontal – ABGF.

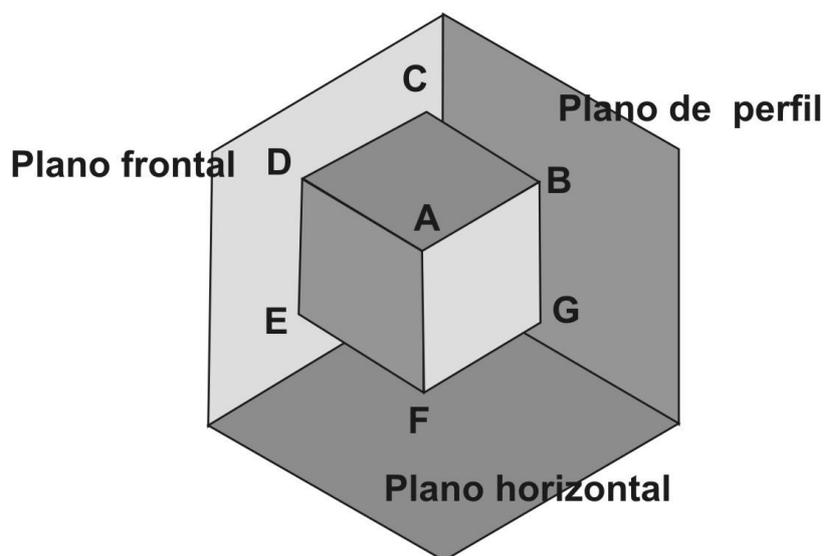


Figura 9.11- Ilustração de um cubo representado no 1º diedro.

Representamos na Figura 9.12 as representações do objeto (cubo) nos planos horizontal, frontal e de perfil.

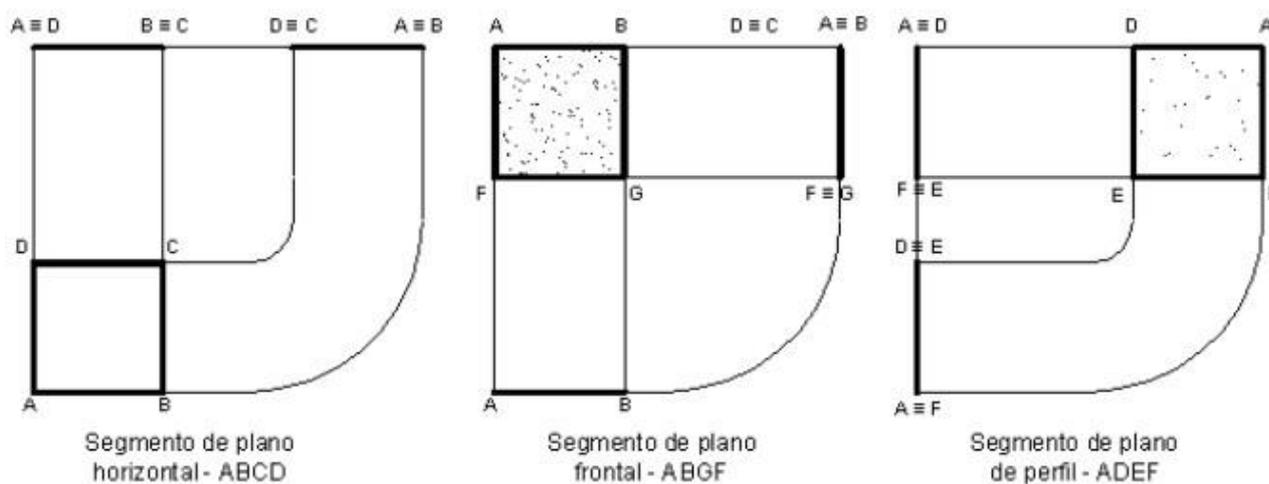


Figura 9.12 – Representação das projeções do cubo.

Na Figura 9.13 é possível visualizar outro exemplo de obtenção das projeções de um objeto.

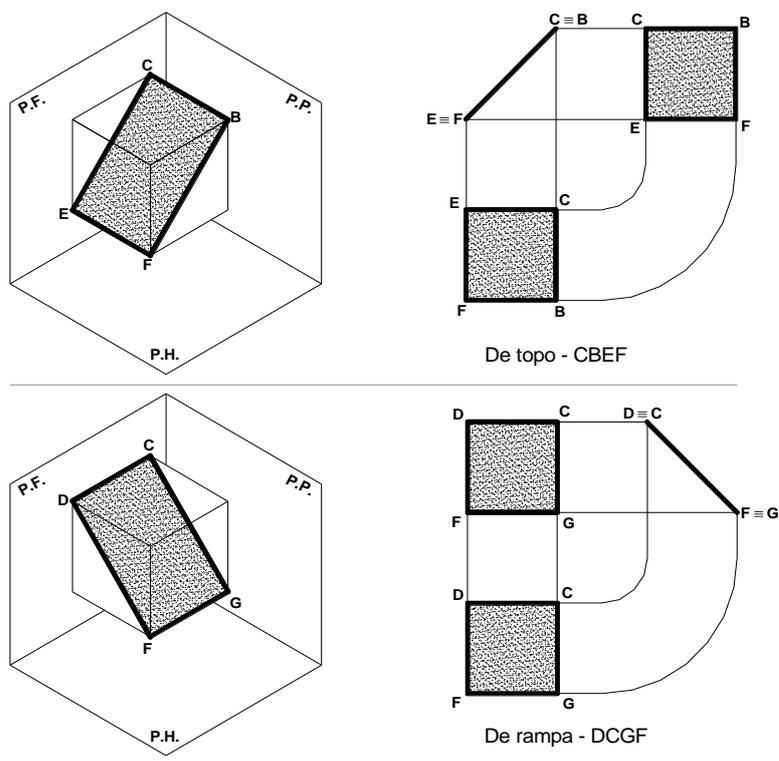


Figura 9.13 – Projeções de objetos no plano.

Concluimos que para cada tipo de segmento projetado no plano podemos ter: **1** - um segmento de reta, quando está perpendicular ao plano de projeção; **2** - um segmento de plano com a mesma forma, porém de tamanho reduzido, quando está inclinado com relação ao plano de projeção; **3** - um segmento de plano com o mesmo tamanho, quando está paralelo ao plano de projeção.

Como os sólidos são constituídos de várias superfícies, as projeções ortogonais são utilizadas para representar as formas tridimensionais através de figuras planas. Na prática usaremos um número de vistas que seja suficiente para representar a peça. Na Figura 9.14 observamos que os 3 objetos possuem a mesma projeção no plano vertical. Por isso é fundamental também a representação no plano horizontal para diferenciá-las.

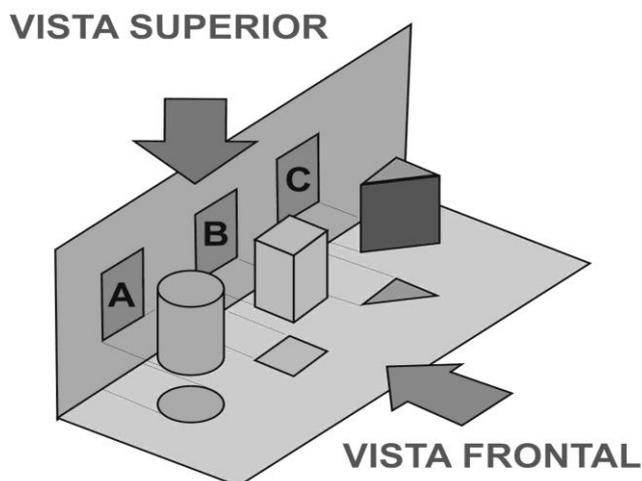


Figura 9.14- Projeções no plano vertical e horizontal.

Também é comum que as três vistas sejam apresentadas para que o desenhista elabore a perspectiva. Para os iniciantes, esta atividade é um desafio e muito útil para desenvolver um raciocínio lógico e tridimensional. Nas Figuras 9.15 e 9.16 ilustramos as vistas ortogonais para que o leitor elabore as perspectivas isométricas. As respostas são mostradas no Anexo.

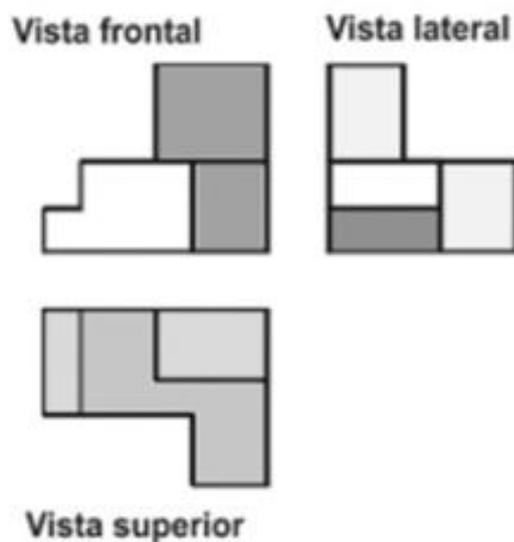


Figura 9.15– Vistas ortogonais para elaboração da perspectiva da peça.

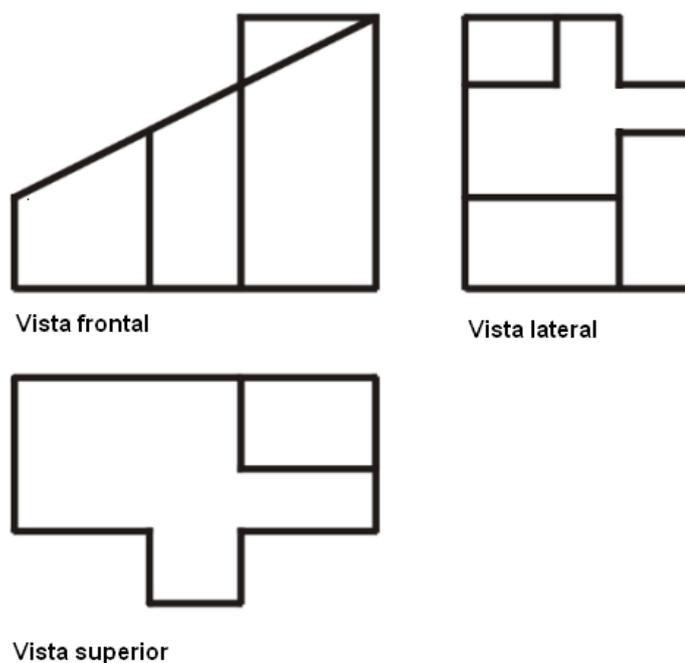


Figura 9.16– Vistas ortogonais para elaboração da perspectiva da peça.

Como vimos na Figura 9.12, a indexação de números ou letras facilita a construção das projeções ortogonais e, também, exercitam o raciocínio lógico. Nas Figuras 9.17 e 9.18 temos exemplos do uso destas indexações.

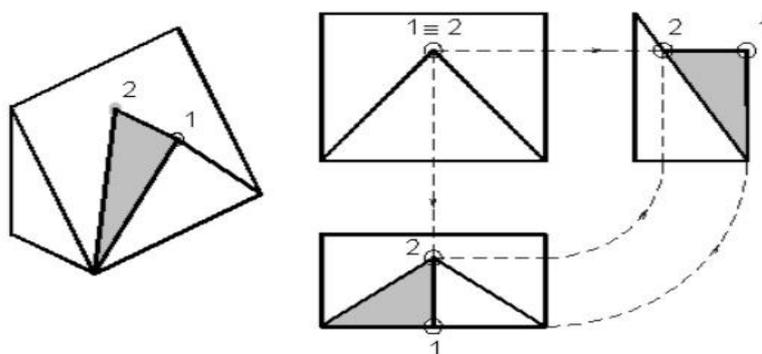


Figura 9.17- Representação das três vistas ortogonais de uma peça.

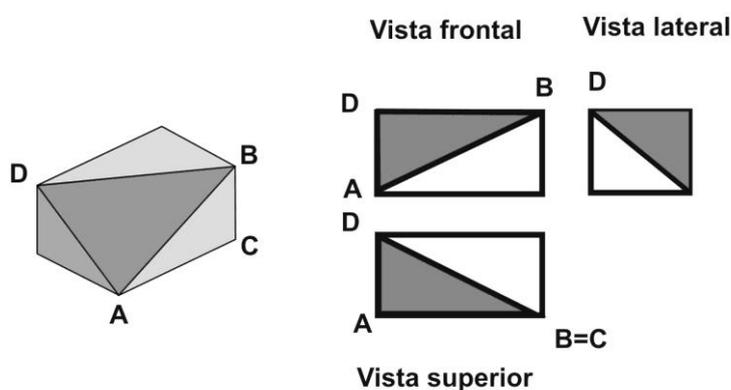


Figura 9.18- Projeção das vistas ortogonais de uma peça com chanfro.

Na Figura 9.19 mostramos a representação de uma linha tracejada na vista lateral e na vista superior. Isso acontece porque as duas arestas estão ocultas da visão do observador. As linhas tracejadas são constituídas de pequenos traços de comprimento uniforme, espaçados de um terço de seu comprimento e levemente mais finas que as linhas cheias.

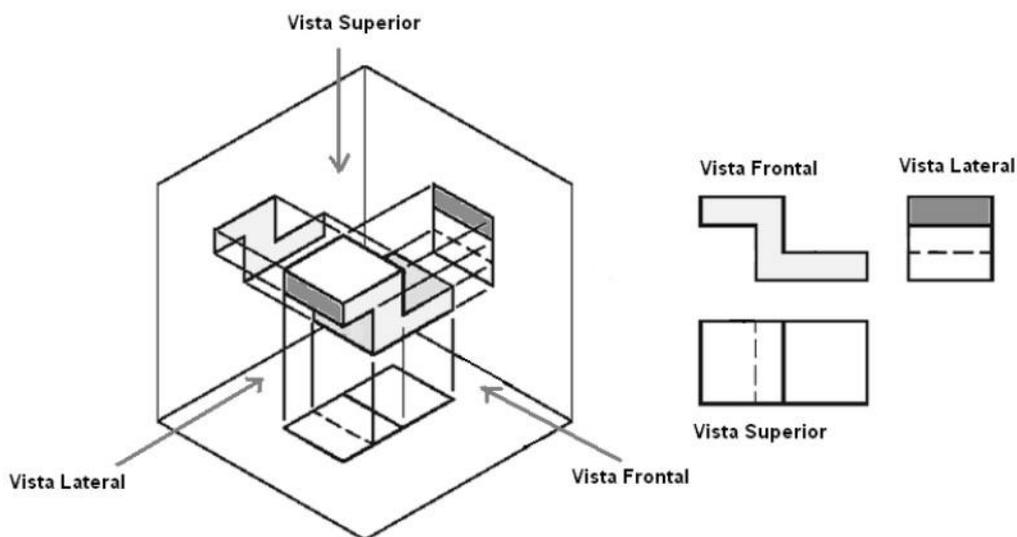


Figura 9.19- Linhas tracejadas nas arestas ocultas.

Peças de formato cilíndrico são muito comuns na área de refrigeração e climatização e precisam ser representados de forma correta nas vistas ortogonais. Para estes tipos de peças surge a necessidade do uso das linhas de centro e de simetria, sempre que tiverem superfícies curvas. Estas linhas são compostas de traços e pontos que é denominada linha de centro. As linhas de centro são usadas para indicar os eixos em corpos de rotação e também para assinalar formas simétricas secundárias. As linhas de centro são representadas por traços finos separados por pontos (o comprimento do traço da linha de centro deve ser de três a quatro vezes maiores que o traço da linha tracejada). É a partir da linha de centro que se faz à localização de furos, rasgos e partes cilíndricas. Na Figura 9.20 é ilustrado um exemplo de aplicação da linha de centro.

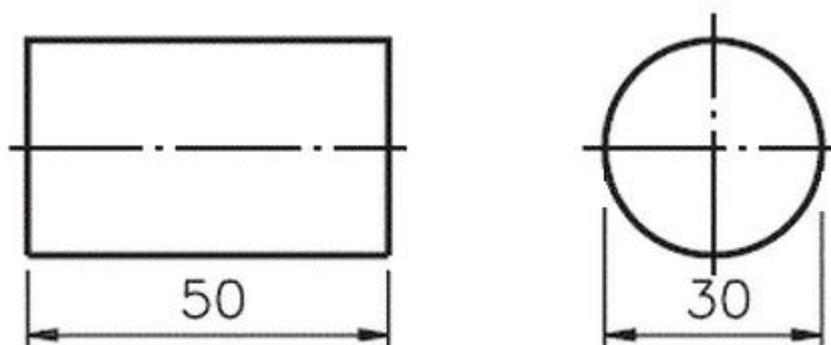


Figura 9.20 - Representação correta das projeções de um cilindro.

Como regra para representação, pode-se dizer que, quando não houver arestas, uma superfície curva gera linha na projeção resultante quando o raio da curva for perpendicular ao sentido de observação (A). Se houver interseção da superfície curva com qualquer outra superfície, haverá aresta resultante, onde tem interseção tem canto (aresta) e onde tem canto na peça, tem linha na projeção ortogonal.

Lembre-se também que a representação de:

- arestas e contornos visíveis deve ser executada com linha contínua grossa;
- de arestas e contornos invisíveis deve ser executada com linha tracejada média;
- de eixos (de sistema, centros de furo, eixos, engrenagens e raios de arredondamento) deve ser executada com linha fina traço ponto.

Para mais informações sobre projeções ortogonais, acesse os vídeos disponíveis nos links:

<http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/edital18/croquis/cava.html>

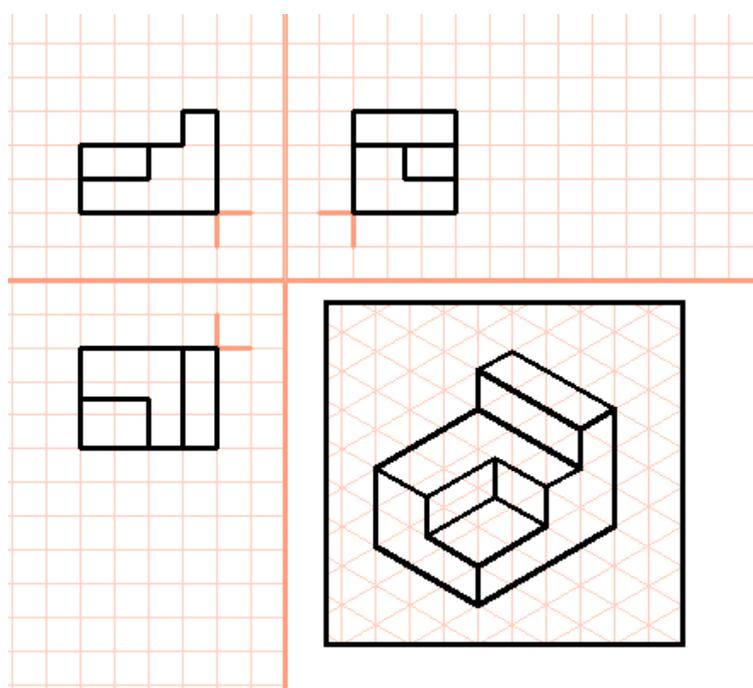
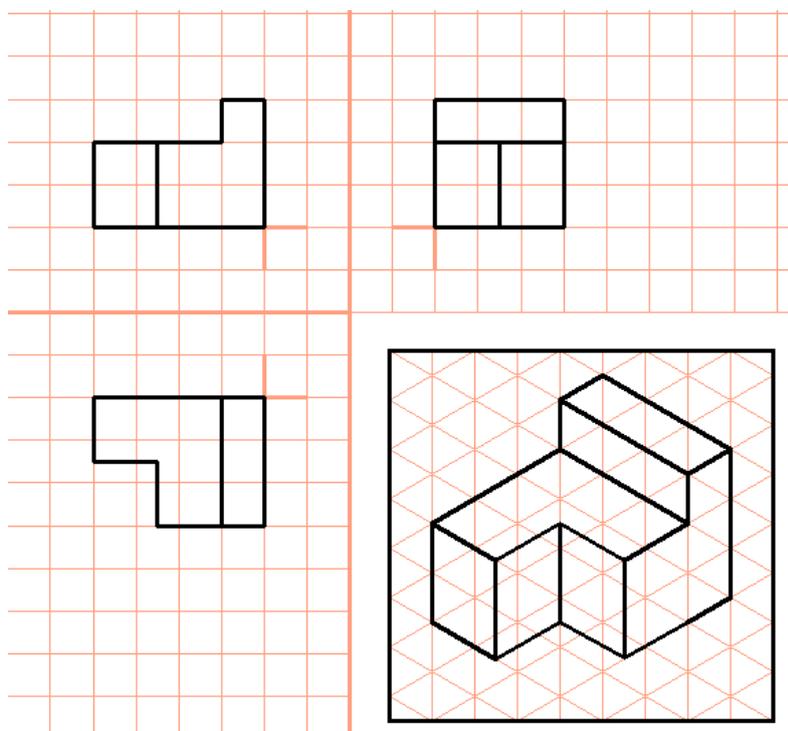
[http://www.youtube.com/watch?v=sDF0M3\\_T99M](http://www.youtube.com/watch?v=sDF0M3_T99M)

<http://www.youtube.com/watch?v=OOxqcLgjTkY>

<http://www.youtube.com/watch?v=XS7xsdeLYlg>

**Exercícios de aprendizagem:**

1) Desenhe as três vistas ortogonais a partir das perspectivas dadas.



## 10- Desenhos de planificação

Planificação é o processo empregado para transformar em superfície plana, peças, reservatórios, uniões de tubulações e de dutos para sistemas de ventilação e condicionamento de ar, normalmente feitos em chapas. Na Figura 10.1 podemos visualizar a planificação de um prisma retangular.

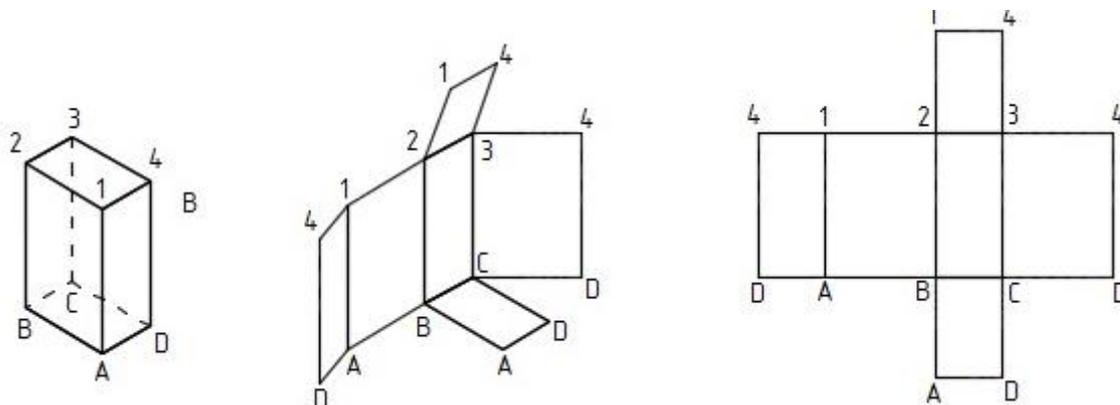


Figura 10.1- Planificação de um prisma.

Na Figura 10.2 ilustramos a planificação de um tronco de pirâmide. Esta peça é semelhante às coifas utilizadas em sistemas de exaustão.

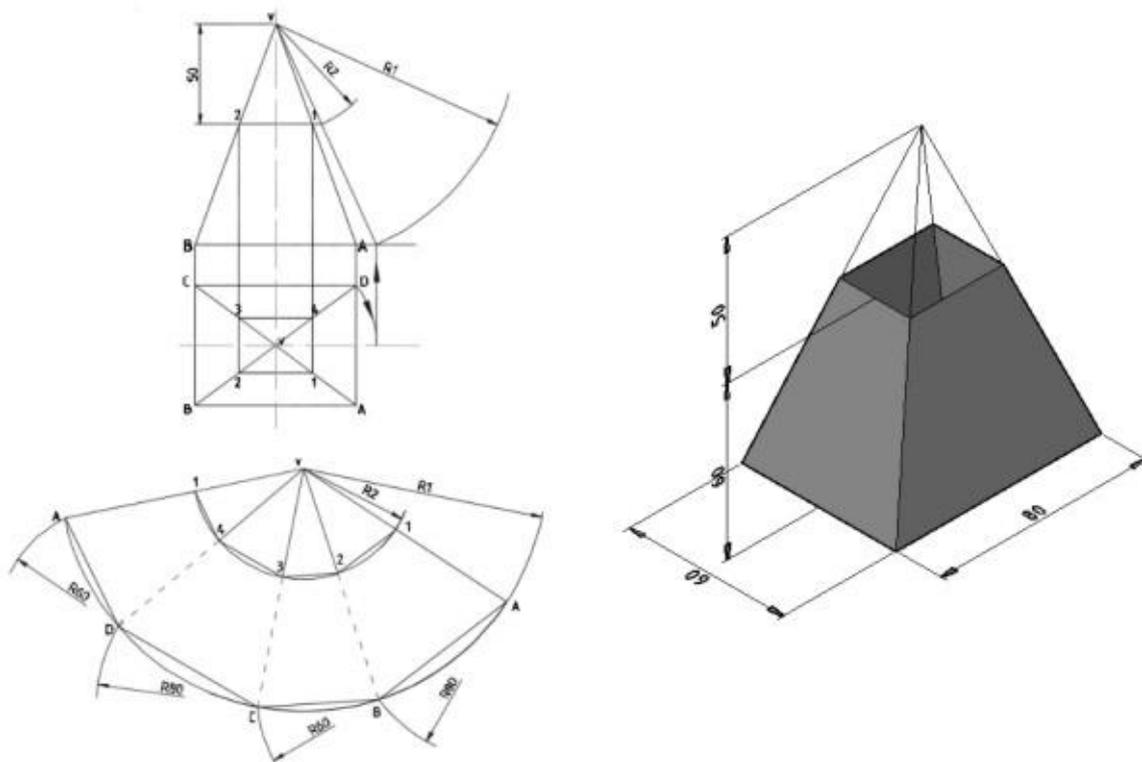


Figura 10.2 – Planificação de um tronco de pirâmide

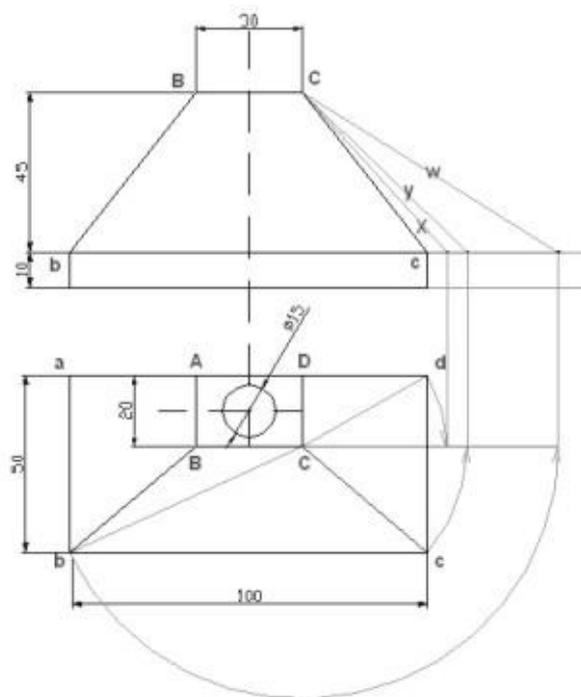


Figura 10.3– Planificação de uma coifa.

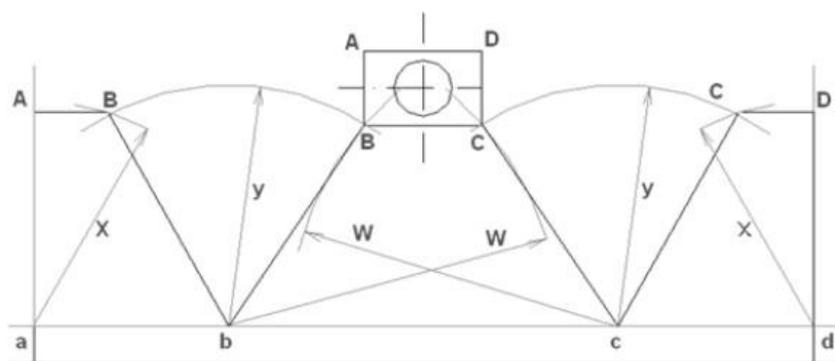


Figura 10.4– Planificação de uma coifa.

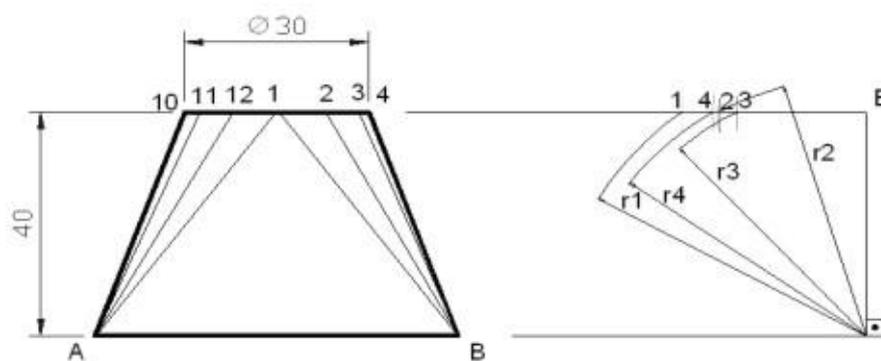


Figura 10.5– Transformação retangular para circular.

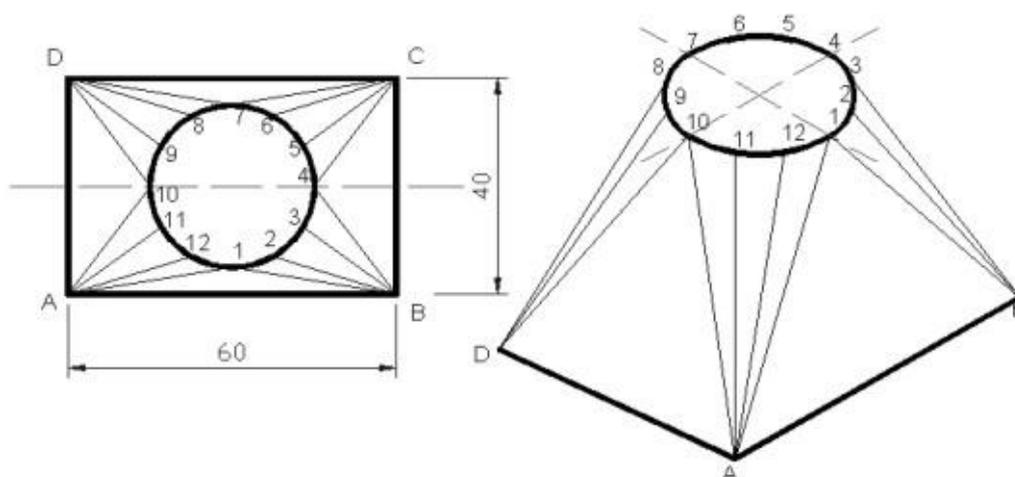


Figura 10.6– Transformação retangular para circular.

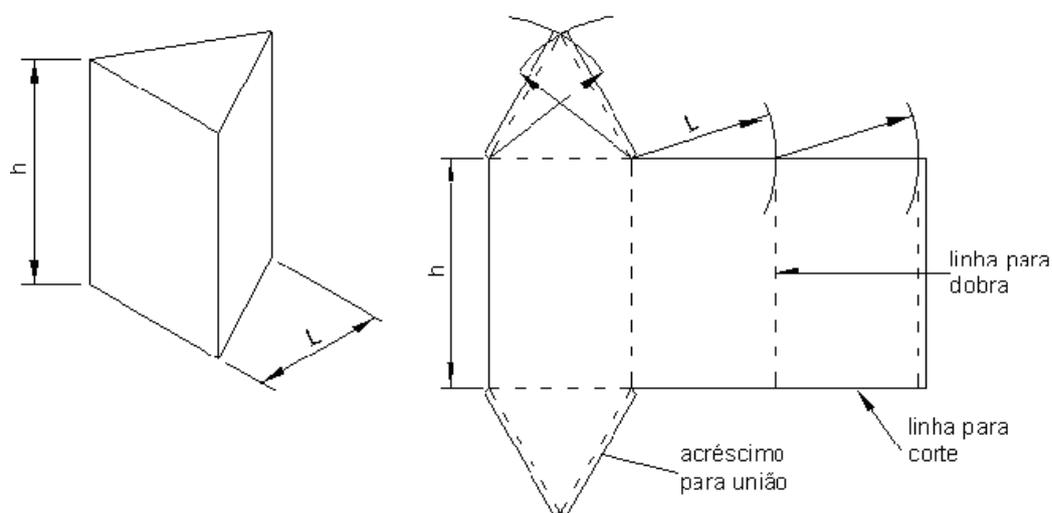


Figura 10.7– Planificação de um prisma de base triangular

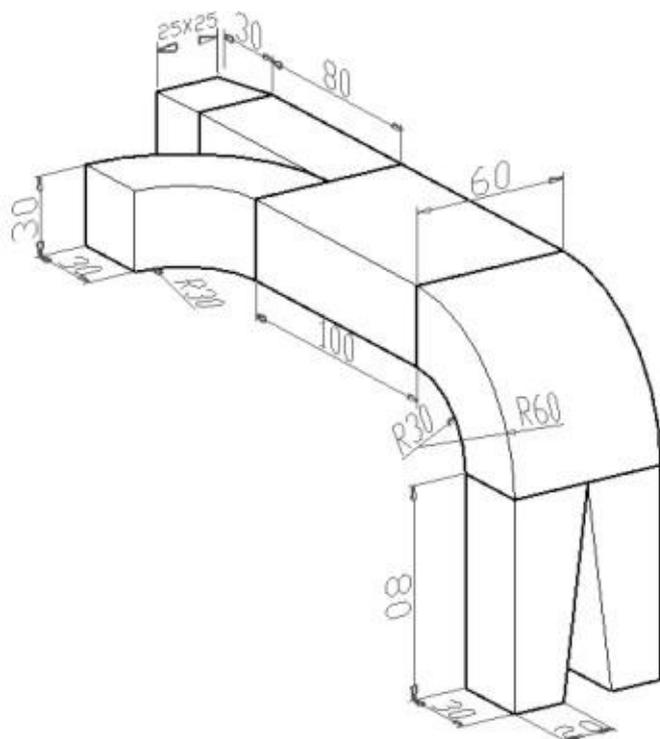
As transições podem ser cotovelos, curvas, redutores, colares, conexões flexíveis e combinações variadas. Alguns tipos podem ser vistos na Figura 10.8 a seguir. Na internet há diversas videoaulas sobre o assunto: <https://www.youtube.com/watch?v=lykqNDPDXA4>.



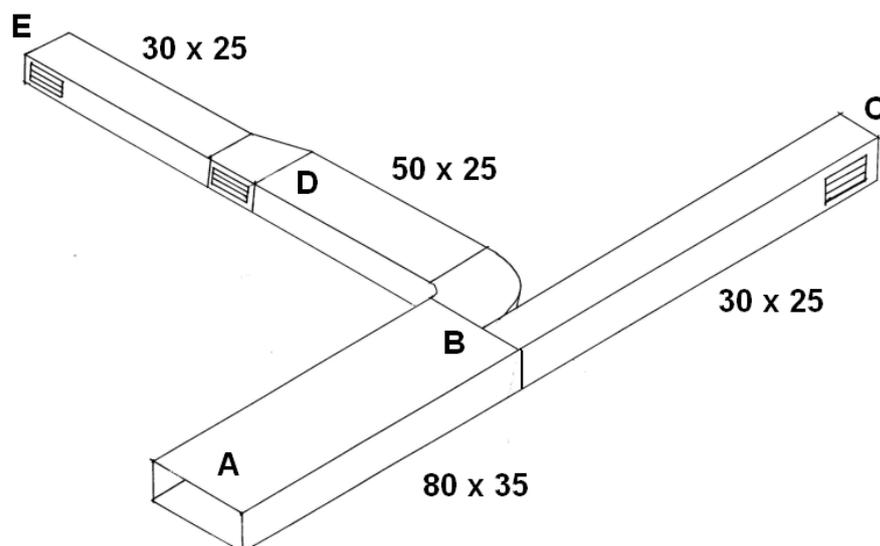
Figura 10.8- Algumas transformações comuns em dutos.

### Exercícios de Aprendizagem:

- 1- Faça o desenho de planificação do conjunto de dutos e acessórios abaixo. Calcule a quantidade de chapas necessárias para a construção. Cada chapa tem formato 1m x 2m.



- 2- Calcule a área de chapas necessária para construção dos dutos representados a seguir. Seja  $AB=4\text{m}$ ,  $BC = 5\text{m}$ ,  $BD = 3\text{m}$  e  $DE = 3\text{m}$ .



## 11 – Cotagem em desenho técnico

Algumas regras gerais são descritas a seguir: a distância entre uma linha de cota e a linha de desenho deverá ser sempre de 7mm, assim como a distancia entre uma linha de cota e outra. A linha de extensão deverá ultrapassar a linha de cota em 3mm, não devendo tocar o contorno do desenho. A cota deverá situar-se sempre acima da linha de cota, quando esta estiver na horizontal. Se a linha de cota estiver na posição vertical, a cota deverá situar-se à esquerda da mesma (Figura 11.1).

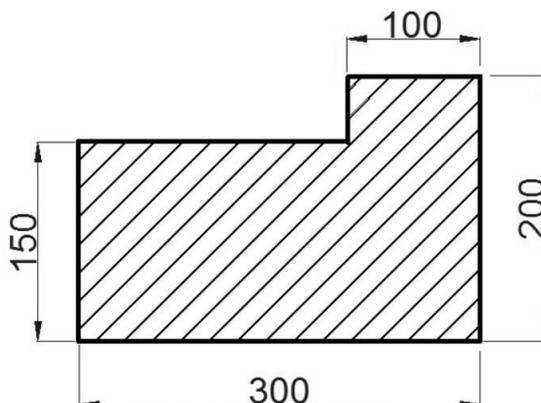


Figura 11.1– Indicações sobre cotagem.

As setas que findam as linhas de cota deverão, obrigatoriamente, tocar as linhas de extensão, ser bem delgadas e possuir um comprimento aproximado de 3mm. As cotas maiores deverão ser colocadas por fora das menores, evitando-se cruzamento de linhas. A cotagem deverá ser feita preferencialmente, fora da vista, não sendo errado, porém, em certos casos, cotar-se internamente. A localização de detalhes circulares será sempre feita em função do centro do detalhe, funcionando neste caso, a linha de centro como linha de extensão. A linha de extensão, se necessário for, poderá ser substituída também pela linha de contorno visível da vista, o que não poderá ser feito com a linha de cota. A linha de centro, quando usada como linha de extensão, deve continuar como linha de centro até a linha de contorno do objeto. As circunferências são cotadas pelos diâmetros, conforme exemplos abaixo (Figura 11.2).

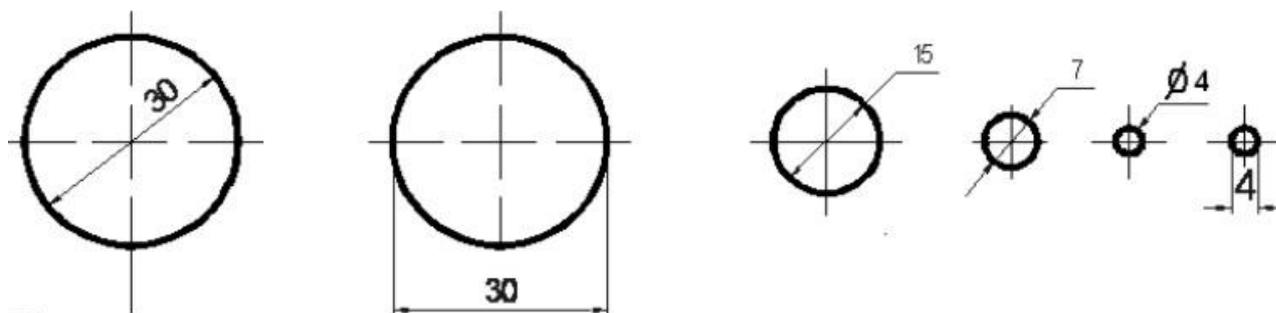


Figura 11.2 - Exemplo de cotagem.

Para a cotagem de raios, deverá ser utilizada uma das formas abaixo. Se o centro do arco estiver indicado, poderá ser omitida a letra “R”.

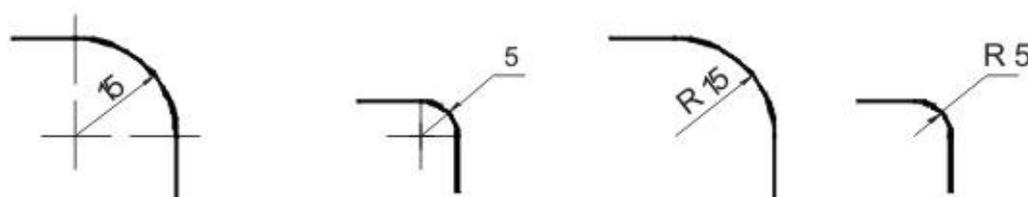


Figura 11.3- Exemplo de cotagem.

Quando a forma do elemento cotado estiver claramente definida, os símbolos podem ser omitidos, conforme mostramos na Figura 11.4.

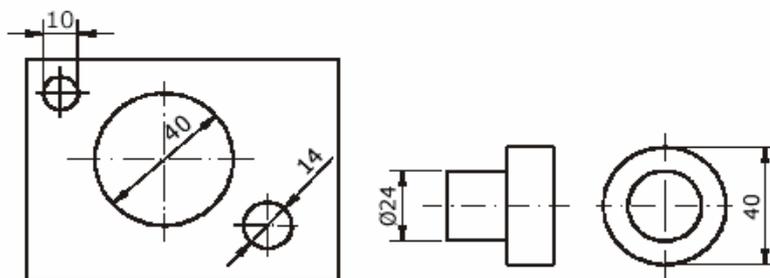


Figura 11.4- Técnica de cotagem.

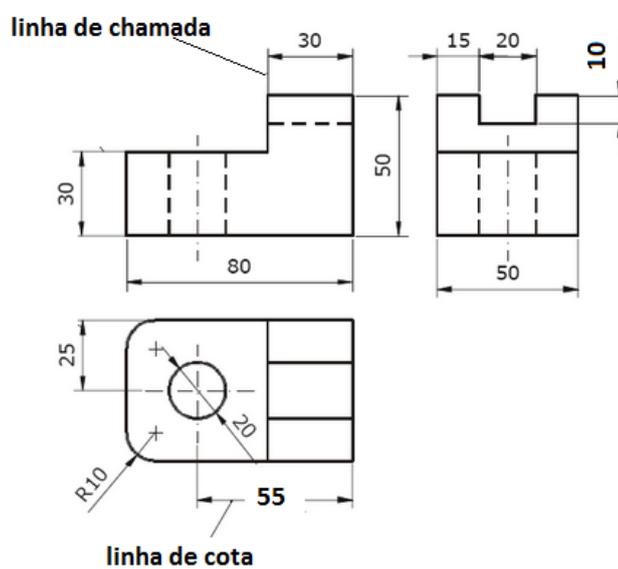


Figura 11.5- Técnica de cotagem.

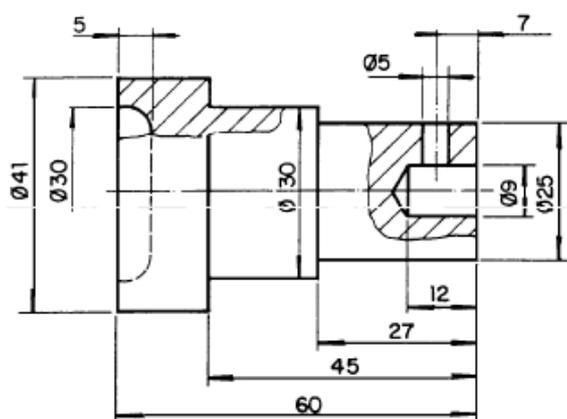


Figura 11.6- Técnica de cotagem.

## 12- Cortes em desenho técnico

Os cortes são utilizados para representar de modo claro, os detalhes internos das peças ou de conjuntos. Em desenhos de conjunto ressaltam a posição das peças que o constituem. Além de indicarem o material de que é feita a peça ou peças, facilitam a colocação de cotas internas (Figuras 12.1 a 12.3).

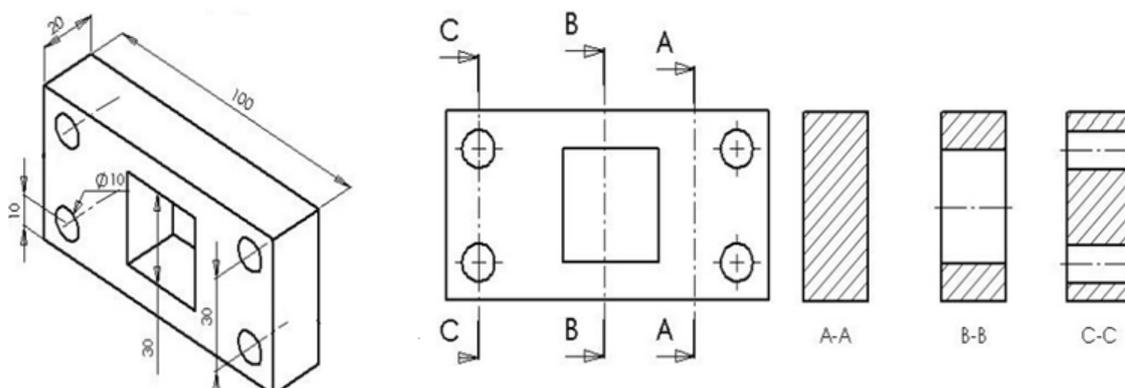


Figura 12.1- Representação da obtenção de cortes em uma peça.

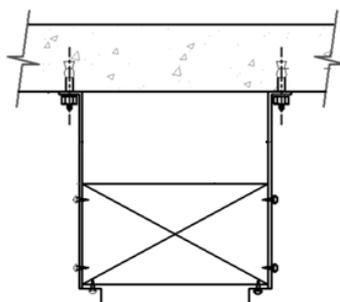


Figura 12.2- Representação do corte transversal em um duto de climatização.

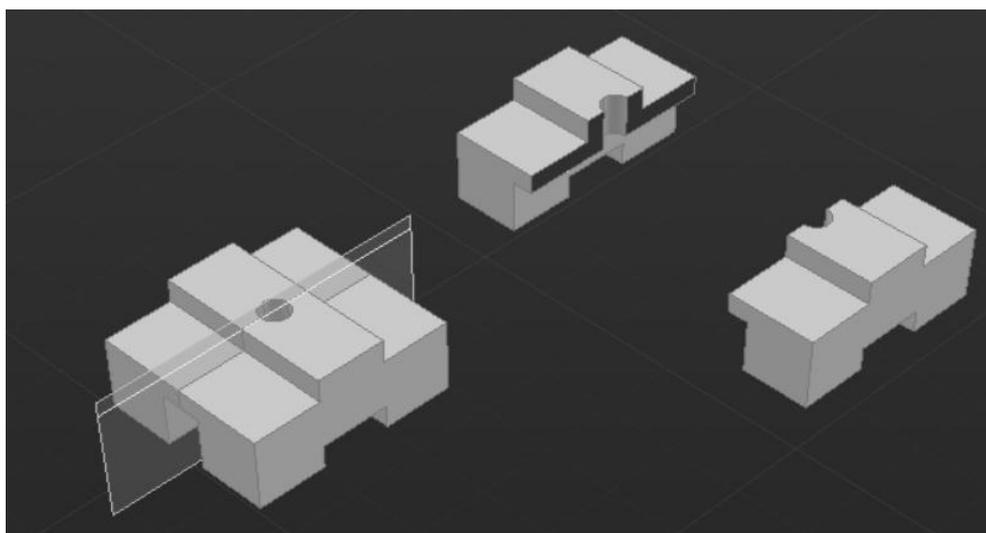


Figura 12.3- Representação da obtenção de um corte.

Para mais informações sugerimos que o leitor assista os vídeos sobre cortes e planos de projeção disponíveis nos links: <https://www.youtube.com/watch?v=9bCFkJyLZKk>  
[https://www.youtube.com/watch?v=3CKfQmXbk\\_A](https://www.youtube.com/watch?v=3CKfQmXbk_A)

### 13- Hachuras

Hachura significa textura. Sua finalidade é indicar as partes maciças, evidenciando as áreas de corte.

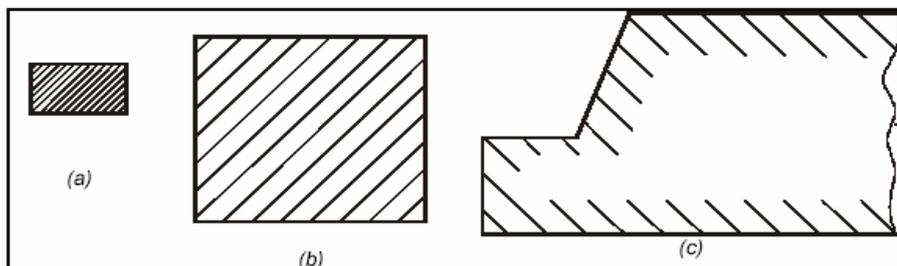


Figura 13.1- Indicação de hachura.

As hachuras são constituídas de linhas finas, podendo ser de cor diferente do contorno, equidistantes, e traçadas a  $45^\circ$  em relação aos contornos ou aos eixos de simetria da peça. O espaçamento entre as hachuras deverá variar com o tamanho da área a ser hachurada. Quando a área a ser hachurada for muito grande, pode-se colocar as hachuras acompanhando o contorno da peça.



Figura 13.2 – Uso de hachuras.

As hachuras de peças com espessura muito pequena, peças delgadas são representadas em preto, com filetes brancos separando as partes contíguas, conforme mostram as figuras seguintes.

Desenhos de engrenagem, chavetas, rebites e nervuras, quando seus eixos longitudinais estiverem no plano de corte, não serão cortados, portanto, não serão hachurados. Nas vistas em corte não se deve colocar linhas tracejadas. As arestas invisíveis que estão situadas além do plano de corte só devem ser representadas se forem necessárias à compreensão da peça. A disposição das vistas em corte deve seguir a mesma disposição das vistas principais. Em peças simples, nas quais seja óbvia a localização da posição do plano de corte, pode ser dispensado o desenho da linha de corte.

Quando o corte da peça for constituído de planos secantes paralelos, as hachuras devem ter a mesma direção, porém, serão deslocadas para distinguir os planos de corte. A seguir ilustramos algumas hachuras recomendadas (Figura 13.3).

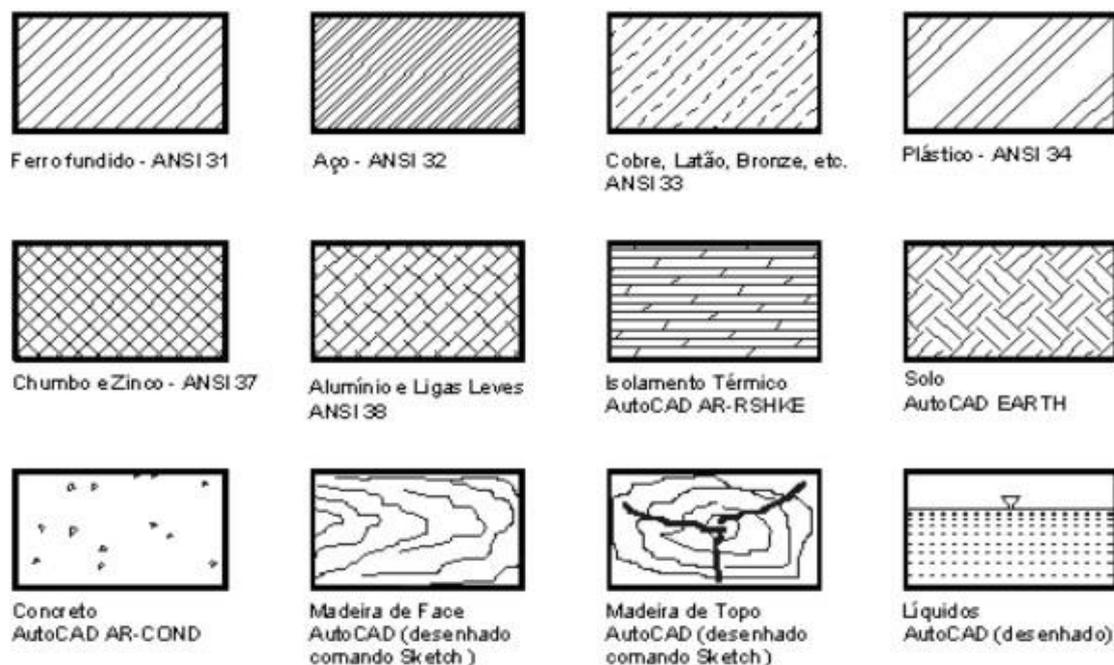


Figura 13.3- Uso de hachuras

Na Figura 13.4 ilustramos o uso de hachuras para diferenciação dos materiais que compõem uma peça metálica.

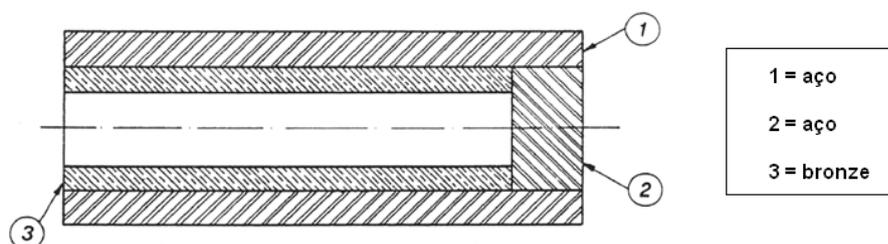


Figura 13.4- Aplicação de hachuras no desenho técnico.

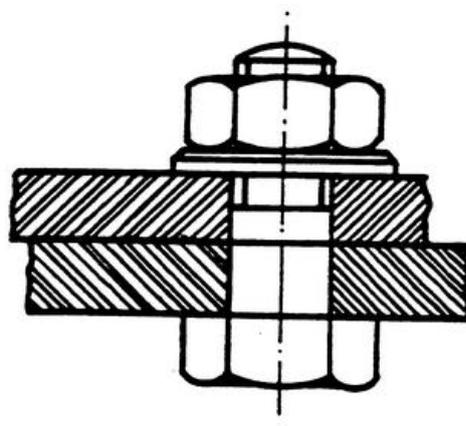


Figura 13.5- Aplicação de hachuras no desenho técnico.

## 14- Desenhos para construção civil

A linguagem de desenho técnico que apresentamos nos capítulos anteriores pode ser aplicada na área de construção civil para elaboração de projetos arquitetônicos (plantas baixas, fachadas, cortes, etc) e para projetos para execução de instalações hidro-sanitárias, de eletricidade predial entre outros. Como exemplo, na Figura 14.1 ilustramos como seriam desenhadas as projeções de uma casa simples no primeiro diedro.

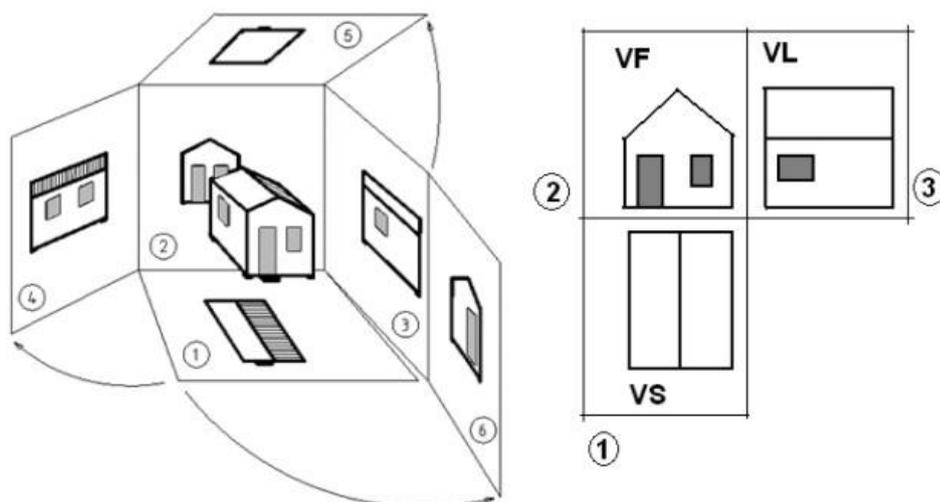


Figura 14.1- Ilustração da obtenção das vistas de um projeto arquitetônico

Antes de apresentar alguns desenhos mais comuns utilizados na construção civil vamos definir alguns termos técnicos: PEITORIL é a altura do chão ao início da janela; PÉ-DIREITO é a medida entre o chão e a laje; CUMEEIRA é a linha mais alta de um telhado; PLANTA BAIXA é a projeção obtida quando a parte superior de uma casa cortada por um plano de secção horizontal é retirada; CORTE é a projeção a partir da retirada da parte anterior ao plano de secção; BREESES E MARQUISES são elementos construtivos que impedem a entrada de radiação solar direta no interior da construção e protegem os pedestres das chuvas; VIGAS E PILARES são elementos estruturais responsáveis pela sustentação da construção através da distribuição das forças e transmissão até o alicerce da construção.

Cada município possui um Código de Obras, mas é comum que o recuo frontal exigido por lei do início do terreno até o início da casa seja igual ou superior a 4,00m; os recuos laterais precisam ser maiores ou iguais a 1,50m. Normalmente, o pé-direito mínimo exigido por lei é de 2,50m para banheiros e corredores e no mínimo 2,70m para demais dependências. As portas devem ter largura de 90cm quando externas, 80cm para os quartos e 70cm para banheiros. Em geral as portas possuem altura de 2,10m. A abertura mínima para ventilação iluminação deve ser de um sexto (1/6) da área do piso; a inclinação de coberturas construídas com telhas de barro é de 30% a 35%; uma laje possui espessura média de 12cm e as paredes possuem espessura de 15cm (chamada de parede de meio tijolo) ou 25cm (chamada de parede de um tijolo). Nos desenhos de arquitetura as linhas que representam as paredes são bem destacadas. Para isso no momento da plotagem de uma planta são escolhidas penas mais grossas para representar as paredes. Quando desenhamos no AutoCAD, as linhas devem ser plotadas com pena 0,6mm se em escala 1 para 50 e em pena 0,4mm se em escala 1 para 100; linhas mais finas são usadas para indicar arestas e detalhes não cortados pelo plano de secção. Nas figuras a seguir apresentaremos cada um dos elementos que compõem um projeto arquitetônico.

Para isso vamos utilizar uma casa popular (casa padrão) como exemplo (Figura 14.2). Essa casa possui largura de 6,90m por 9,15m.

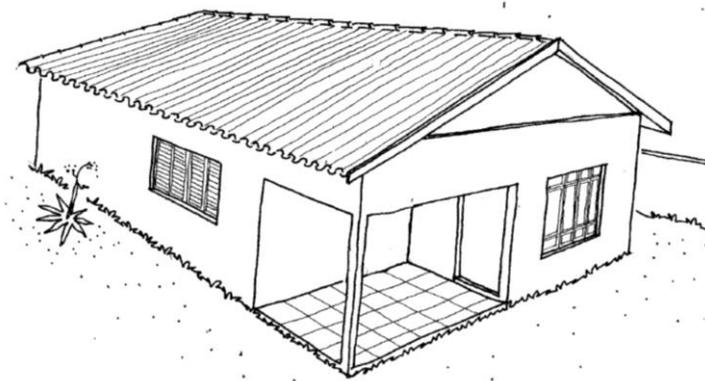


Figura 14.2- Perspectiva de uma casa popular

Uma planta-baixa é obtida a partir do uso de um plano de secção horizontal que passa a uma distância aproximada de 1,50m do piso, conforme ilustrado na Figura 14.3. A parte superior da secção deve ser removida para obtenção do desenho da planta baixa. Na Figura 14.4 ilustramos a visão obtida após o corte realizado.

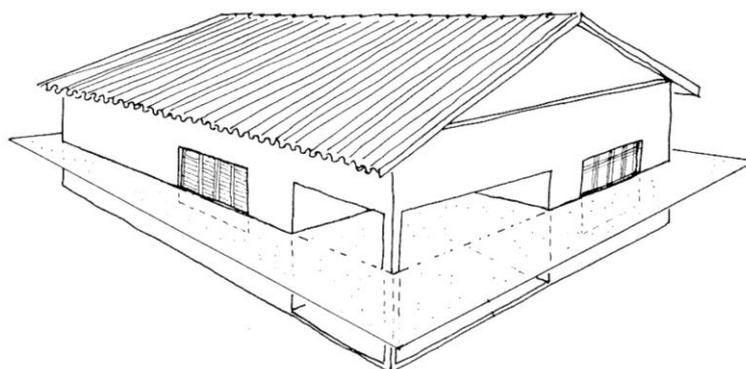


Figura 14.3- Plano de secção horizontal para obtenção da planta-baixa.

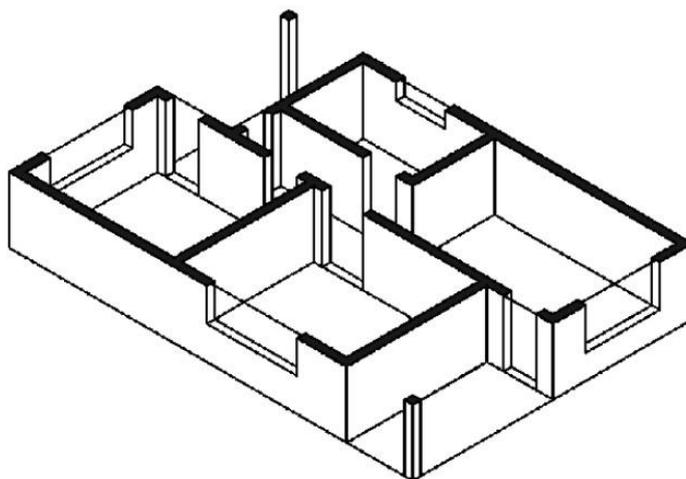


Figura 14.4- Vista isométrica obtida a partir da secção horizontal.

Na Figura 14.5 ilustramos a planta-baixa resultante quando olhamos para a parte que sobrou da casa após retirada da parte superior ao plano de secção horizontal. As janelas e portas indicadas possuem dimensões (largura x altura): J1= J3 = 200 x 120, J2 = 100 x 60, J4 = 200 x 150, P1 = 90 x 210, P2 = 80 x 210 e P3 = 70 x

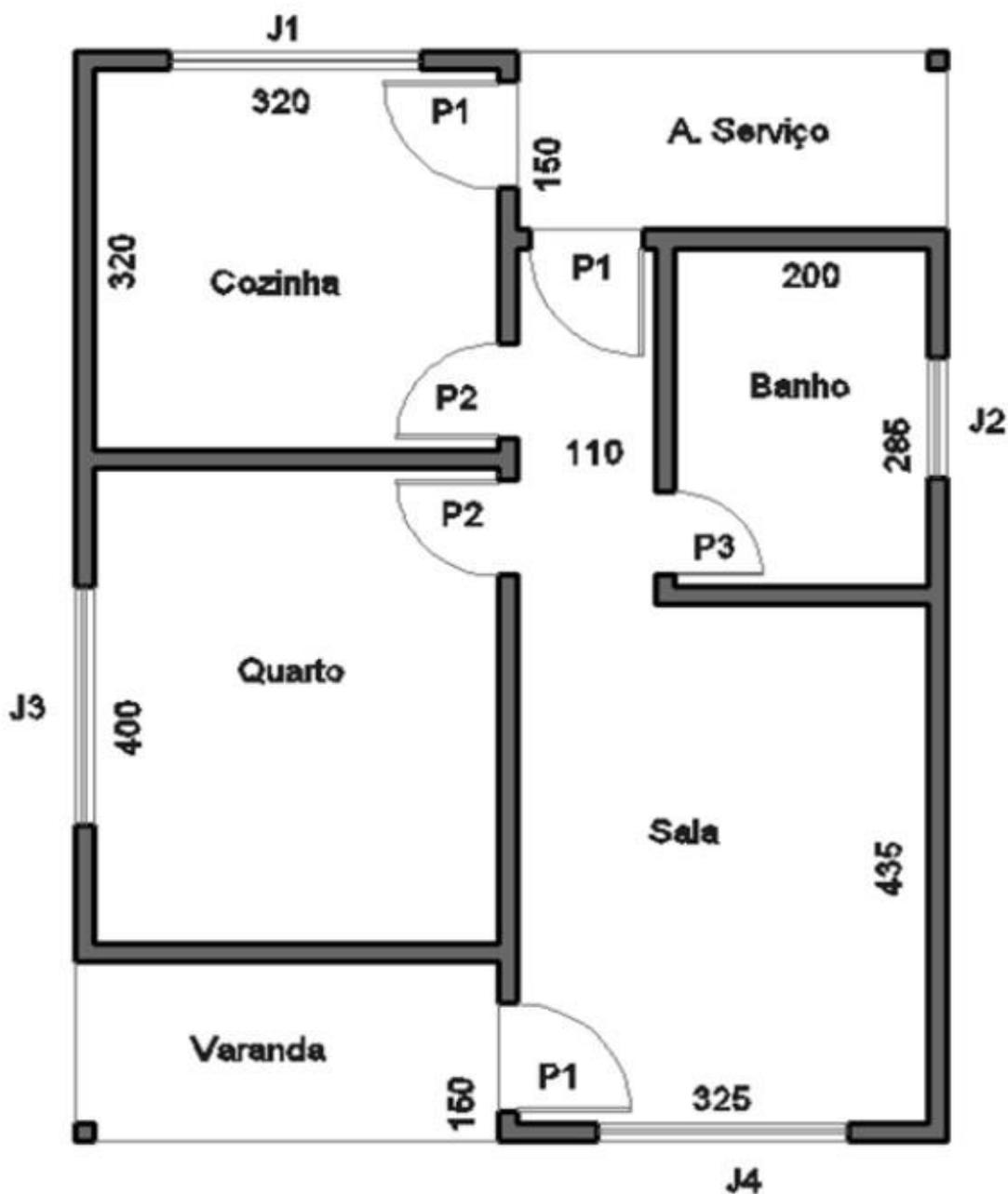


Figura 14.5- Planta-Baixa de uma casa popular

Nas Figuras 14.6 e 14.7 ilustramos duas outras plantas para que o leitor possa ampliar sua compreensão sobre o assunto.



Figura 14.6- Ilustração de uma planta baixa de residência.

Considere:  $J1 = J2 = J3 = 200 \times 120$ ,  $J4 = 100 \times 60$ ,  $J4 = 220 \times 60$ ,  $P1 = 250 \times 210$ ,  $P2 = 90 \times 210$ ,  $P3 = 80 \times 210$ ,  $P4 = 70 \times 210$ .

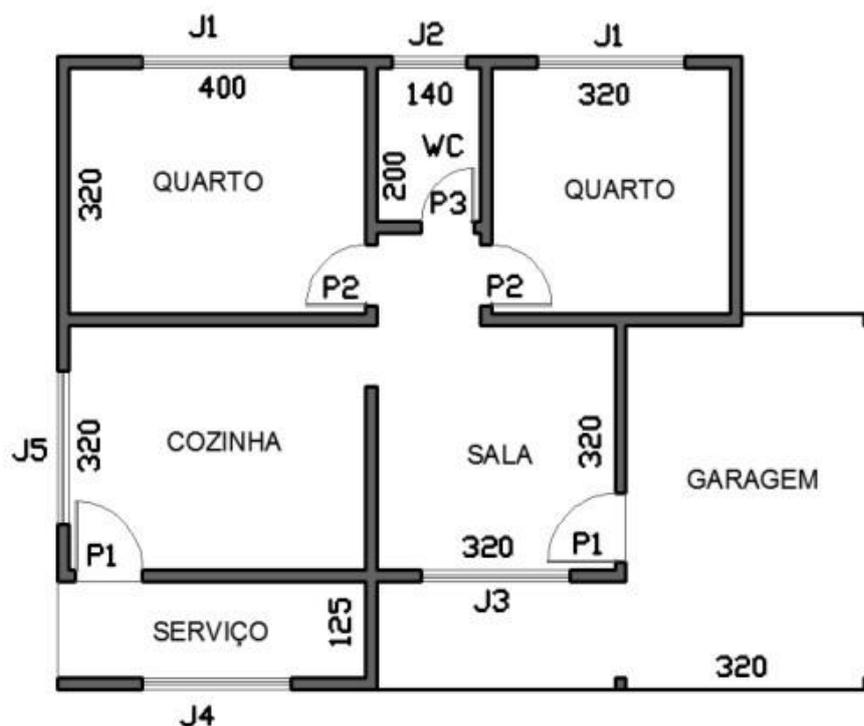


Figura 14.7- Ilustração de uma planta baixa de residência.

Considere  $J1=J3 = 200 \times 120$ ,  $J2 = 100 \times 60$ ,  $J4 = 200 \times 60$  e  $J5 = 200 \times 120$ .

A escala mais comum utilizada nos desenhos de arquitetura é 1 para 50 (1:50) que significa que para cada 2cm indicado no desenho, a medida real da casa vale 100cm ( $100/2=50$ ). Algumas plantas podem ser representadas na escala 1:100, sendo comum o uso das escalas 1:20 e 1:25 para se fazer detalhes.

Nas Figuras 14.8 a 14.11 mostramos como são obtidos cortes na casa padrão. A compreensão de um corte é muito importante para a leitura de projetos na área de climatização porque é preciso identificar vigas e obstáculos para a passagem das tubulações.

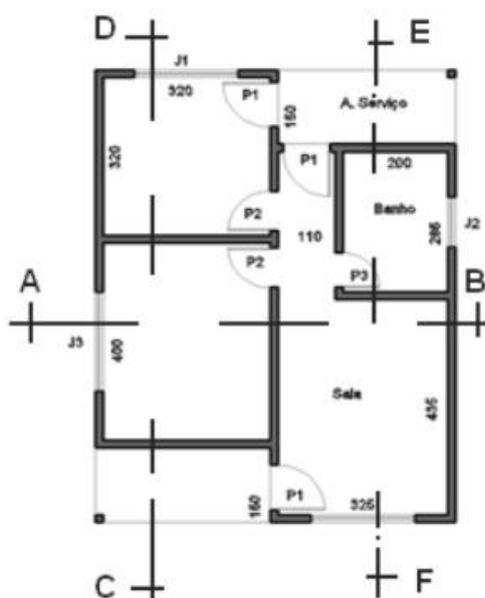


Figura 14.8 – Indicação de cortes na planta-baixa.

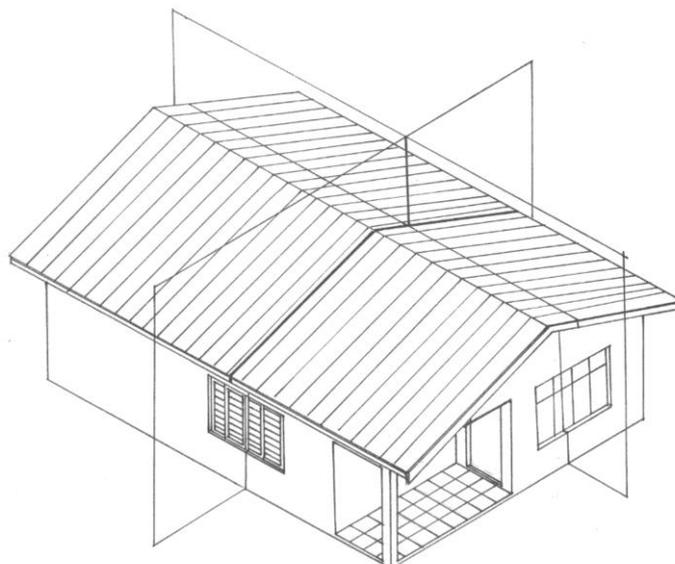


Figura 14.9- Ilustração dos planos de secção AB e EF.

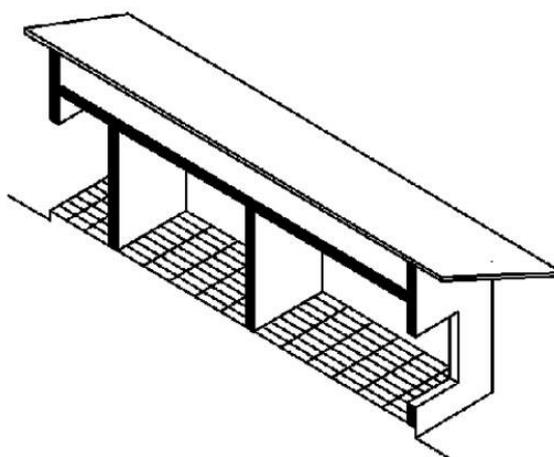


Figura 14.10- Ilustração da vista isométrica obtida a partir do plano de secção EF.

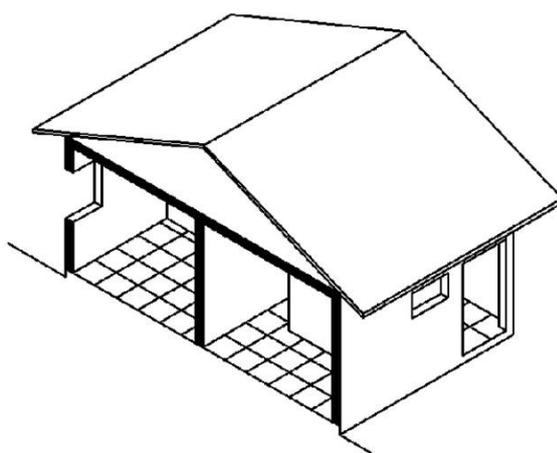


Figura 14.11- Ilustração da vista isométrica obtida a partir do plano de secção AB.

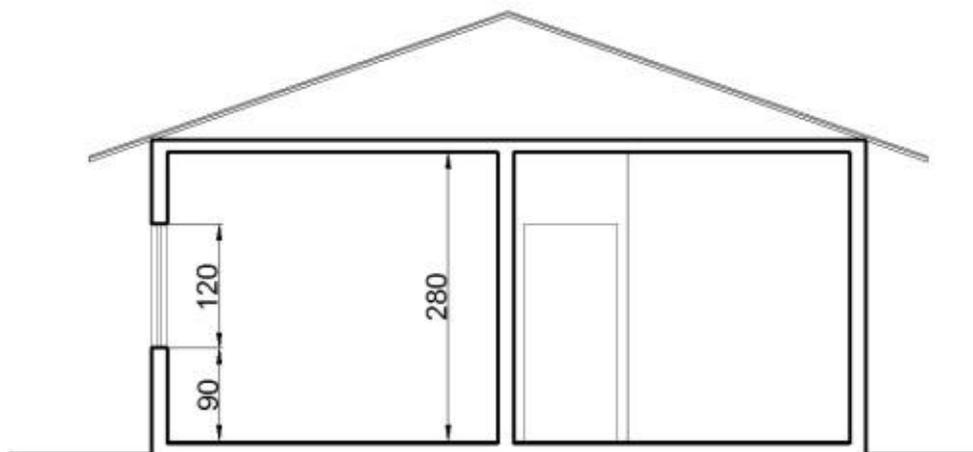


Figura 14.12 – Representação ortogonal do corte AB.

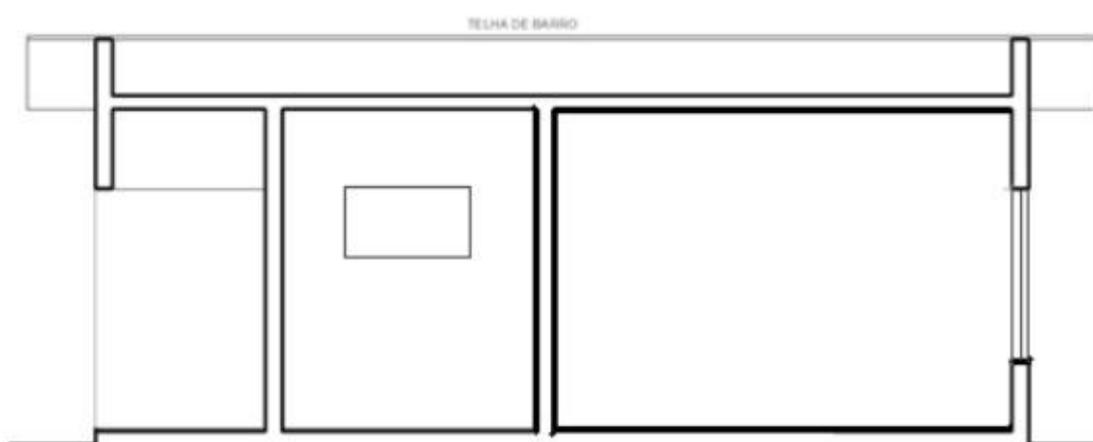


Figura 14.13 – Representação ortogonal do Corte EF.

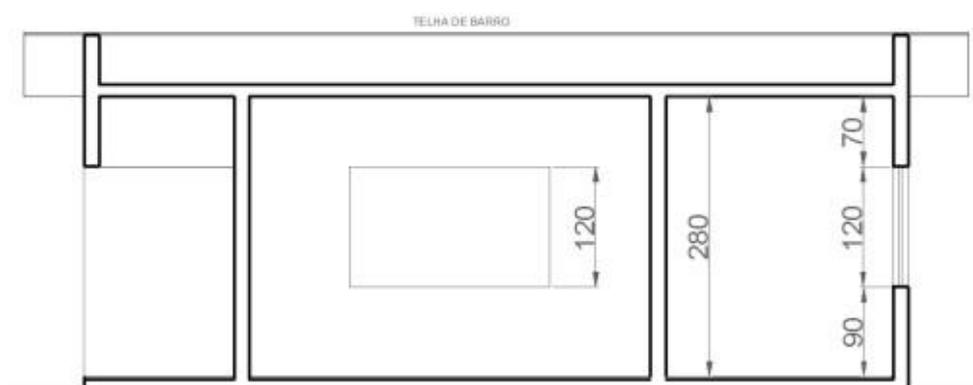


Figura 14.14 – Representação ortogonal do Corte CD.

Nas Figuras 14.15 e 14.16 ilustramos a representação de duas fachadas (elevações frontais).

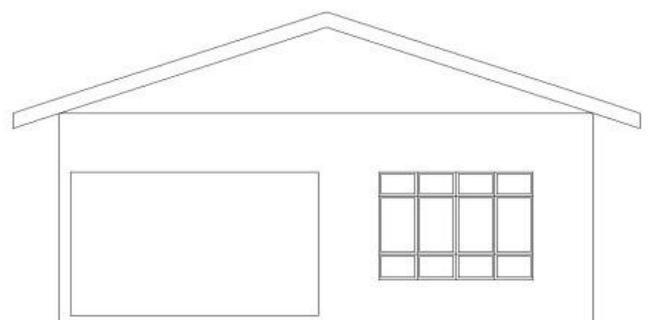


Figura 14.15 – Fachada da casa padrão



Figura 14.16 – Ilustração de uma fachada.

A planta de situação ilustrada na Figura 14.17 é utilizada para mostrar as referências do terreno em relação às ruas e lotes vizinhos. Também é necessário indicar o norte geográfico em relação ao terreno. Essa informação é muito importante para projeto de sistemas de aquecimento solar.

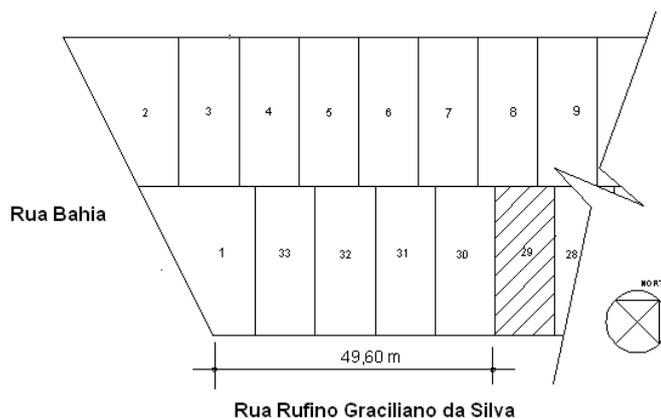


Figura 14.17- Ilustração de uma Planta de situação

Nas Figuras 14.18 a 14.20 a seguir ilustramos detalhes da instalação de esgoto e de distribuição de água. Observe que a planta da casa padrão é mais uma vez utilizada. A água entra na caixa d'água vindo do ramal principal e é distribuída para consumo, descarga, banho e para lavação de roupas por meio dos ramais de água fria, chamados de "AF".

Na caixa d'água é preciso prever um ramal para descarga da água caso a bóia não funcione adequadamente. Esse ramal se chama "ladrão".

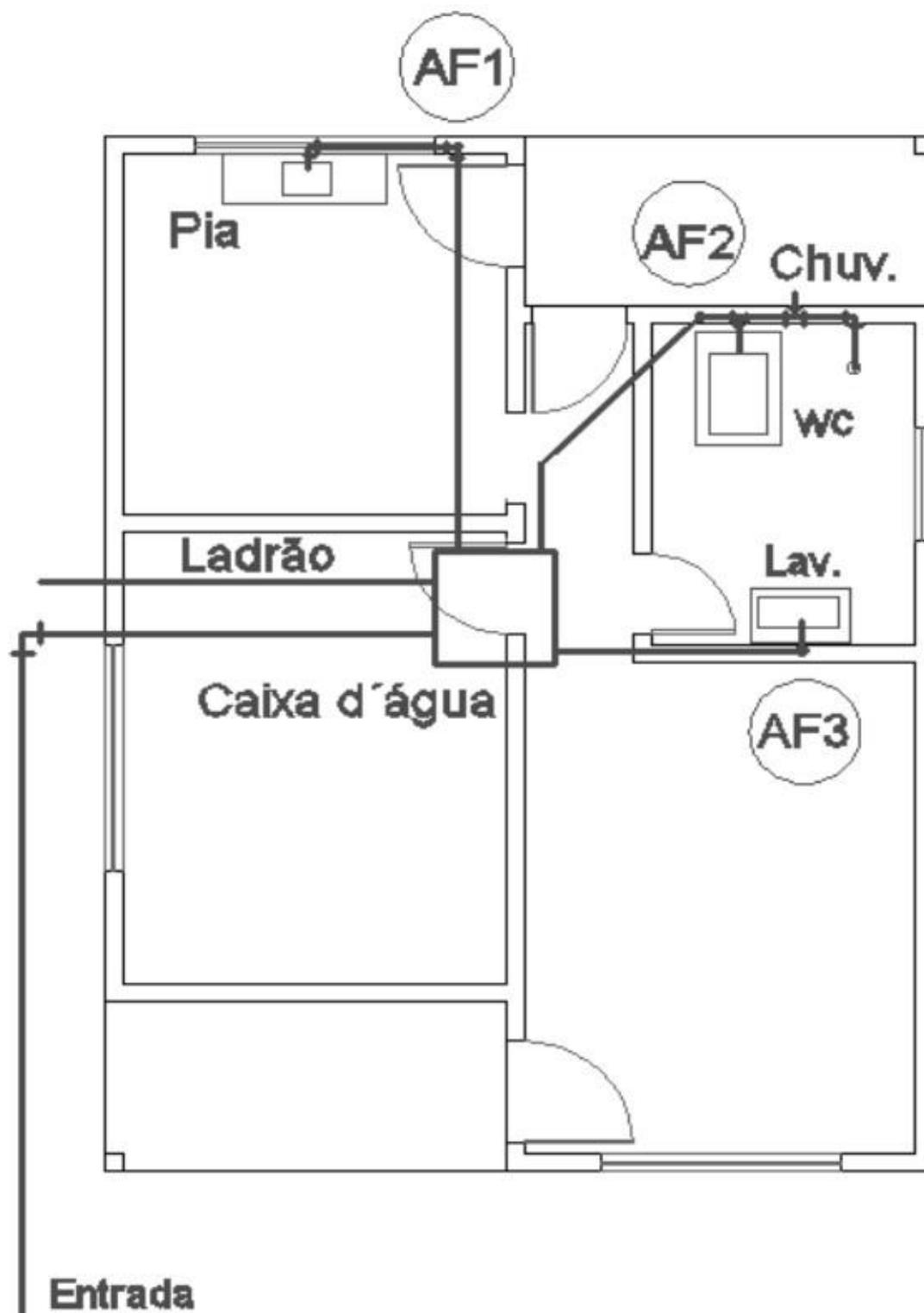


Figura 14.18- Planta de instalação hidráulica.

Atualmente muitas construções já são realizadas prevendo-se também ramais para distribuição de água quente. Na Figura 14.19 é possível observar que os dois coletores solares estão posicionados na direção do norte geográfico. Um reservatório (boiler) é utilizado para armazenar a água quente. A caixa d'água está posicionada acima do boiler para mantê-lo pressurizado, garantindo que o efeito de termosifão ocorra. Este sistema não necessita de uma bomba de circulação.

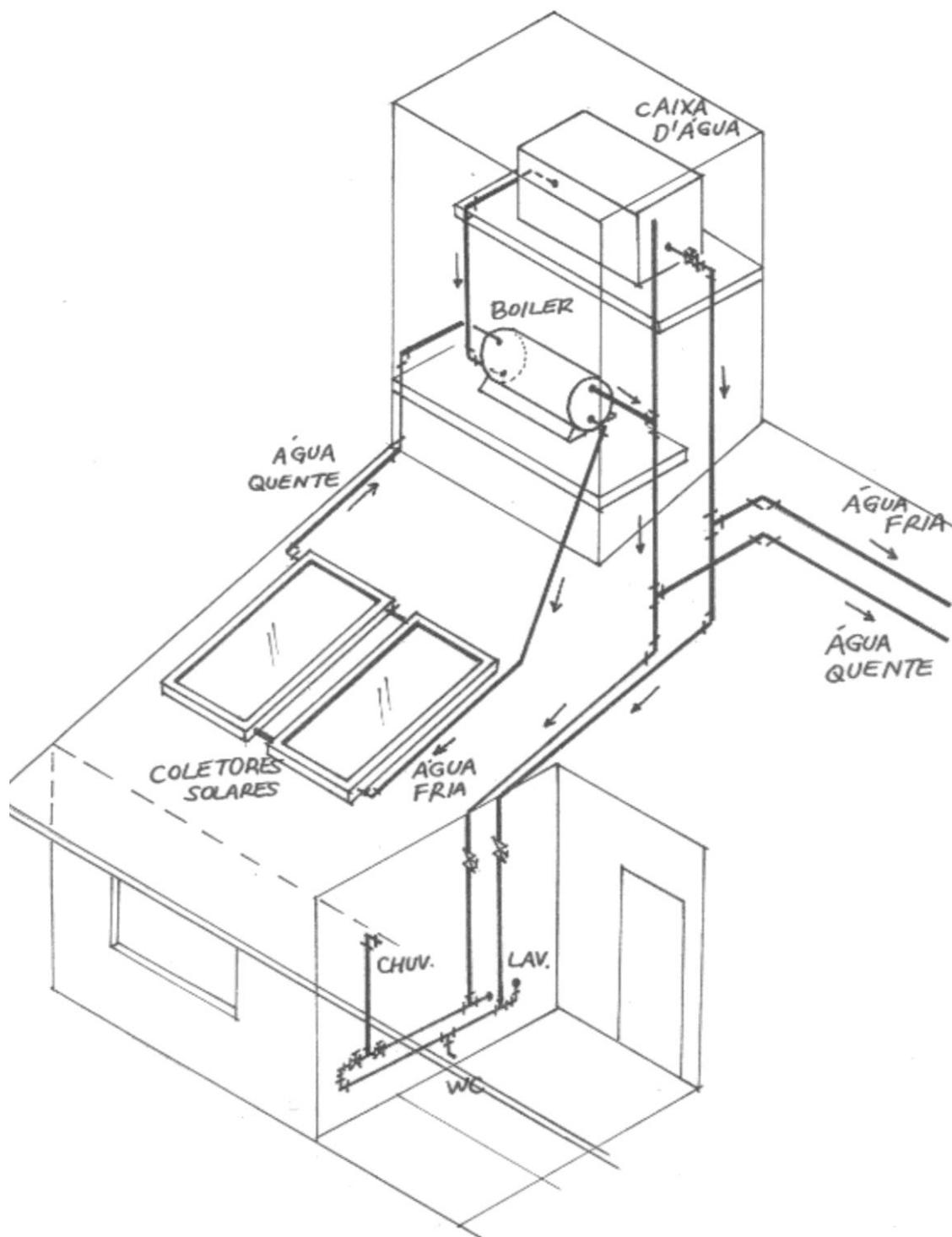


Figura 14.19- Desenho esquemático de uma instalação hidráulica com aquecimento solar.

Na Figura 14.20 temos a representação da rede de esgoto da casa padrão.

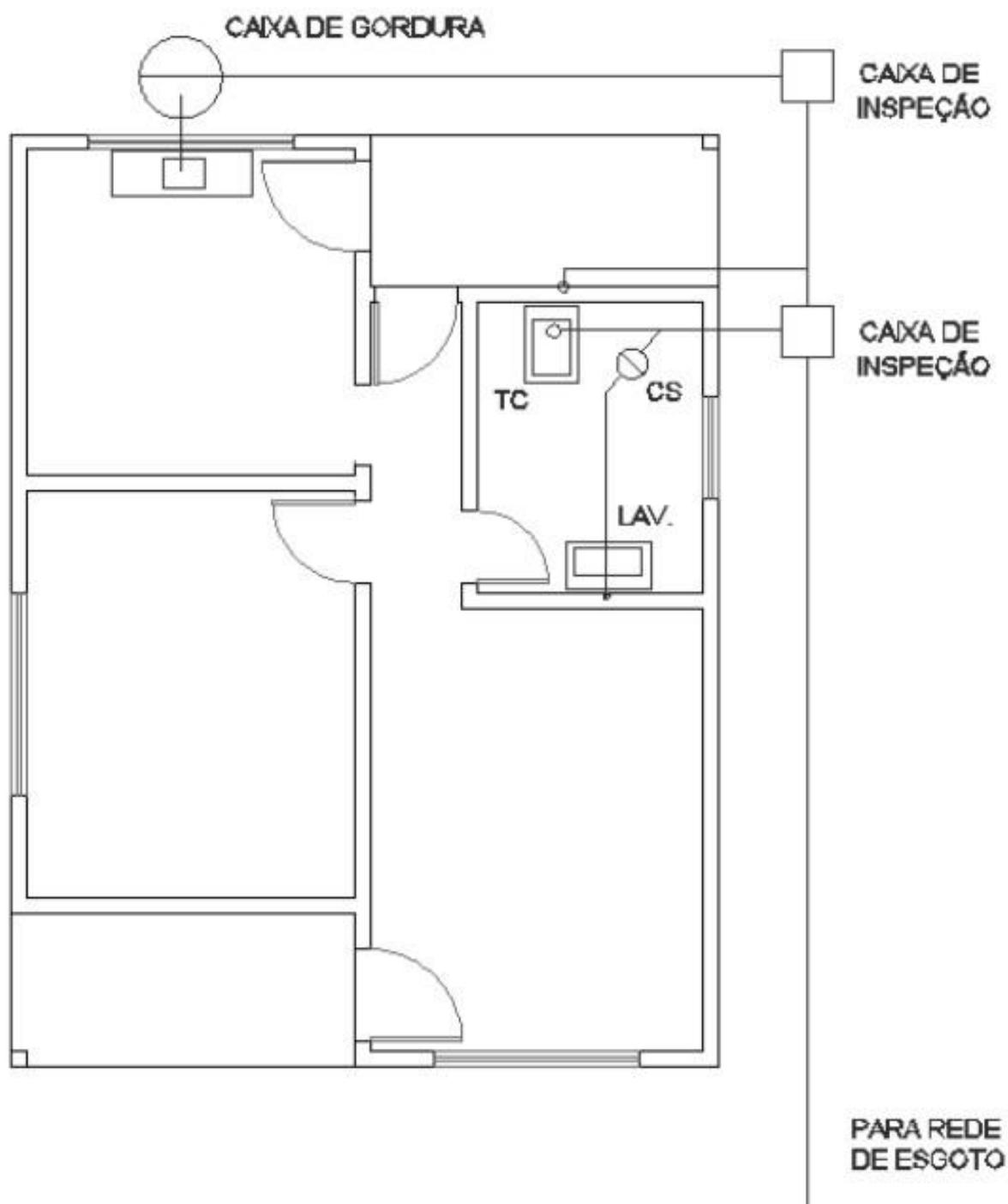


Figura 14.20- Desenho esquemático de uma instalação de esgoto.

Na Figura 14.21 ilustramos alguns detalhes de uma rede hidro-sanitária.

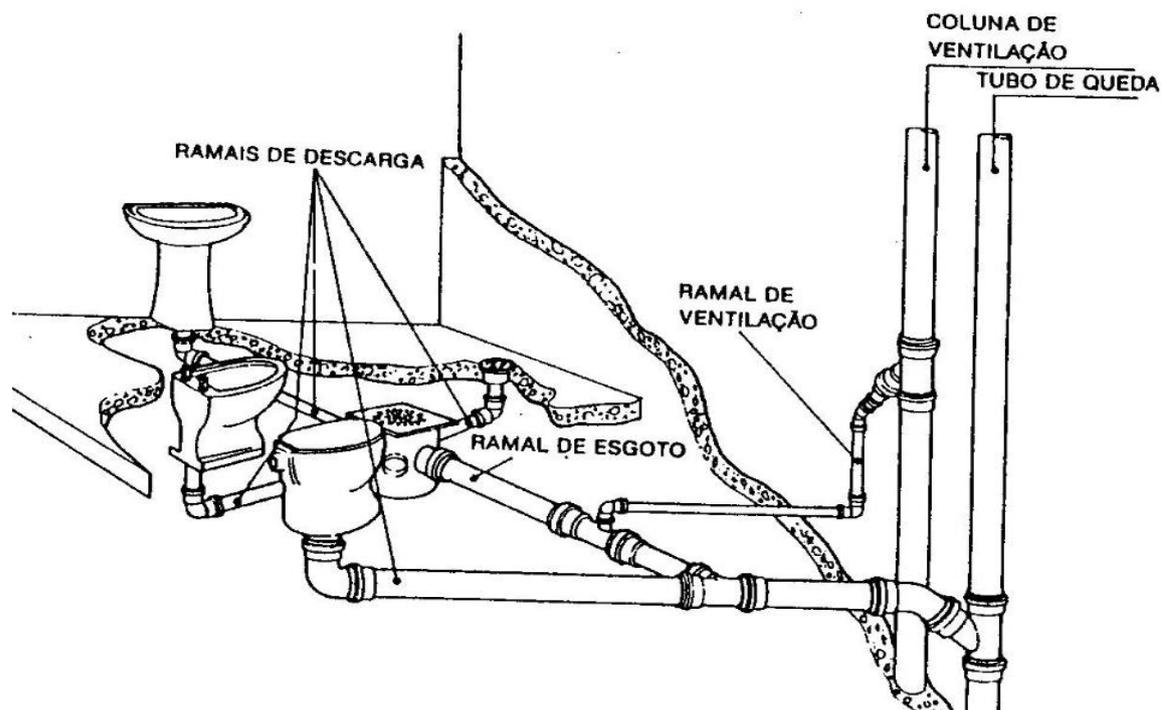


Figura 14.21- Esquema de uma instalação sanitária.

Na Figura 14.22 ilustramos a planta de eletricidade da casa popular. É importante compreender a linguagem utilizada na representação dos circuitos, das tomadas, dos pontos de força e dos interruptores.

Em muitas instalações é preciso verificar a disponibilidade de carga para ligar os equipamentos de climatização. Na Legenda é possível observar a simbologia mais utilizada para representação de uma instalação elétrica.

Nos sites recomendados a seguir há o detalhamento passo a passo de como o leitor pode elaborar um projeto elétrico residencial:

[http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/Instala%C3%A7%C3%B5es\\_El%C3%A9tricas\\_Residenciais](http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/Instala%C3%A7%C3%B5es_El%C3%A9tricas_Residenciais)

<http://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/sistemas2/aula7/aula7.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=8zuOas2HIog>

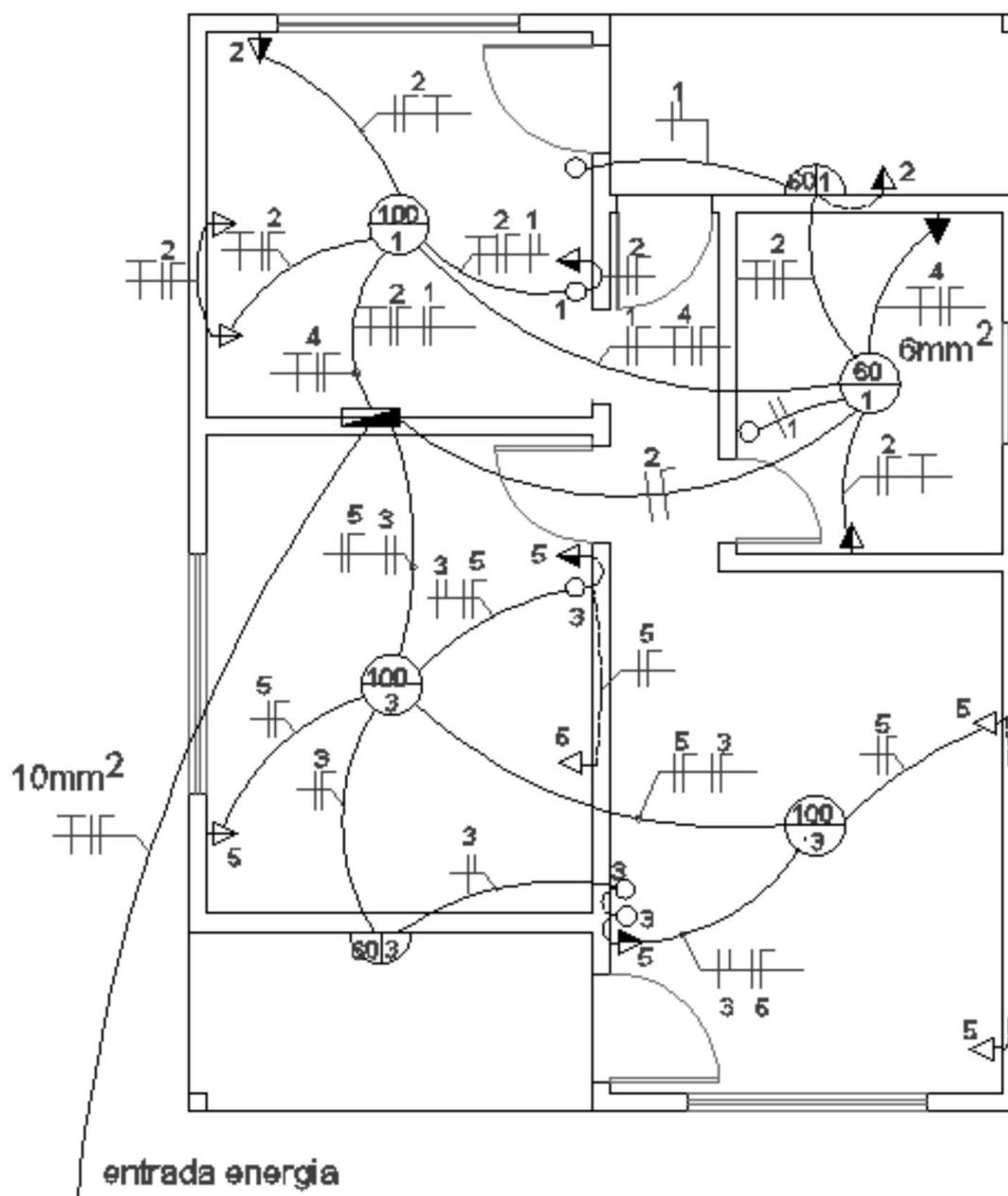


Figura 14.22- Planta de eletricidade da casa popular.

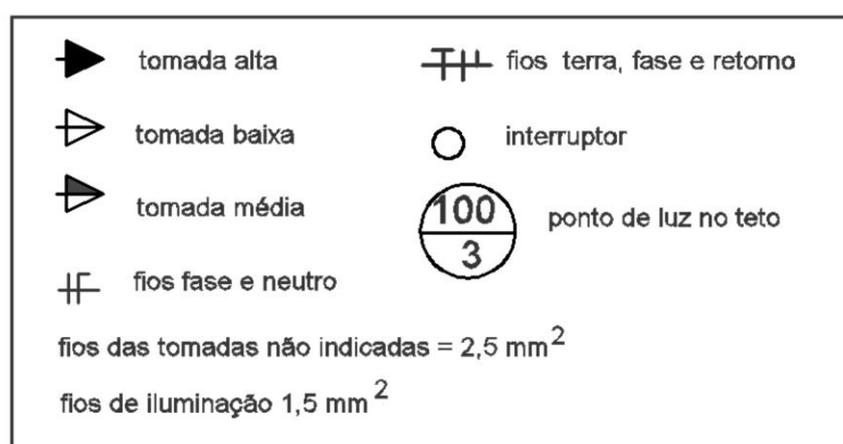


Figura 14.23- Legenda da simbologia utilizada na planta-baixa

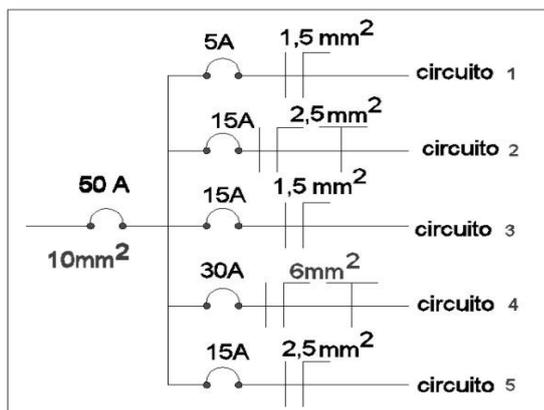


Figura 14.24- Diagrama unifilar do quadro de força.

Na Figura 14.25 ilustramos detalhes da instalação de eletricidade. Podemos observar como são representadas as tomadas, o interruptor e a caixa de luz.

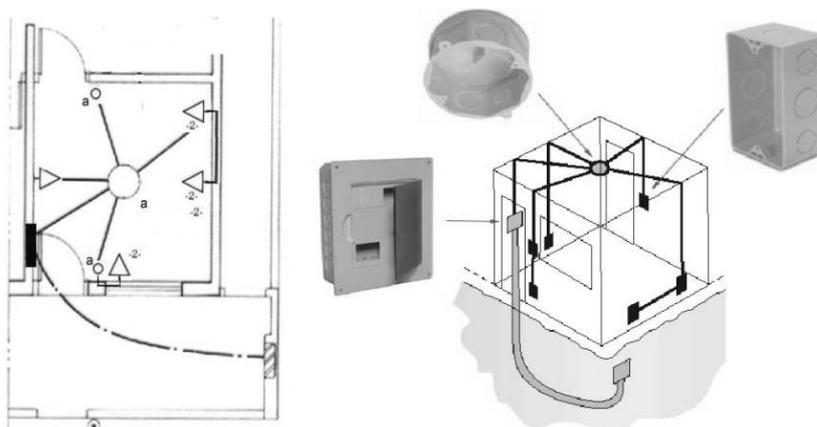


Figura 14.25- Ilustração de detalhes de desenho de eletricidade.

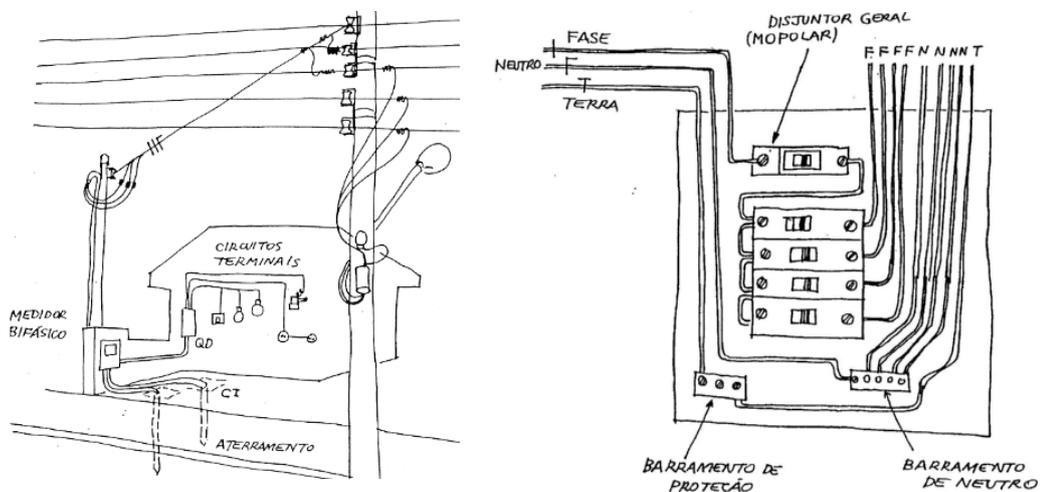


Figura 14.26 Ilustração da entrada de energia.

## 15- Desenhos para instalações de climatização

Neste capítulo vamos apresentar desenhos e a simbologia utilizada nos projetos de climatização. É importante que o leitor compreenda a importância da integração dos projetos de arquitetura com os desenhos de climatização de hidráulica e de eletricidade.

Por falta de conhecimento técnico, muitos engenheiros e arquitetos projetam casas de máquinas sub-dimensionadas e que impossibilitam a tomada de ar externo de renovação. Muitas vezes a casa de máquinas até consegue abrigar os equipamentos, mas não permitem a manutenção. Em algumas situações há desconhecimento da necessidade de se prever espaços para uma torre de arrefecimento. Muitas vezes o projetista de ar condicionado não observa a existência de vigas estruturais que impedem a instalação dos dutos.

Entre os problemas principais decorrentes de um mau projeto temos: espaços não previstos, má distribuição da malha elétrica ou hidráulica, pé-direito baixo, falta de previsão para furos em vigas. A lista de obstáculos poderia ser reduzida com integração de todas as partes que compõem a obra.

O consumo de energia nas instalações de ar condicionado também poderia ser reduzido com simulação das orientações solares, seleção de materiais mais adequados, uso de vidros especiais, adoção de lâmpadas mais eficientes e posicionamento de breeses.

Muitas vezes os problemas de interferência em vigas e lajes que comprometam a estética e a estrutura do prédio podem ser solucionados com insuflamento através de um piso elevado. Mas o insuflamento pelo piso falso depende muito da configuração e da localização do prédio.

O processo de climatizar um edifício passa necessariamente pela interpretação das plantas (arquitetura, estrutural, hidro-sanitário, telefonia entre outras). Como exemplo, ilustramos na Figura 15.1 o projeto de uma instalação de ar condicionado dutado. Podemos observar que uma rede de dutos é utilizada para distribuir uniformemente o ar climatizado para todo o ambiente. Observamos que as medidas que estão marcadas sobre os dutos representam a largura e altura.

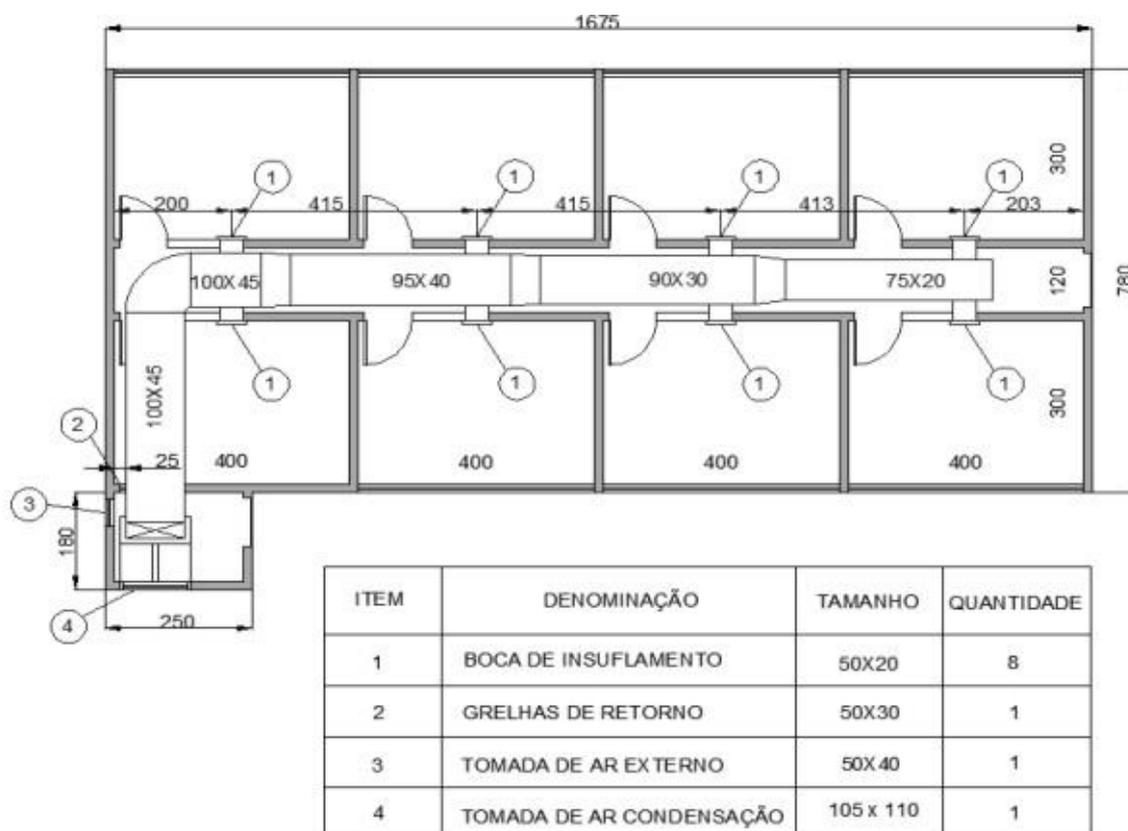


Figura 15.1- Ilustração de uma planta de rede de dutos.



Com essas ilustrações apresentadas vocês já têm os elementos necessários para compreender projetos arquitetônicos simples. A seguir apresentaremos desenhos mais comuns utilizados na área de refrigeração e ar condicionado.

Existem dois tipos de sistemas de climatização: **sistema de expansão direta** e **sistema de expansão indireta**. Entre os sistemas de expansão direta temos os splits, o ar condicionado de janela e o self-contained. Já o sistema de expansão indireta (fan-coil chiller) é muito utilizado para instalações de maior porte. Na Figura 15.3 ilustramos uma planta de ar condicionado, onde é possível visualizar a distribuição do ar no ambiente sendo realizada por um duto do tipo oval.

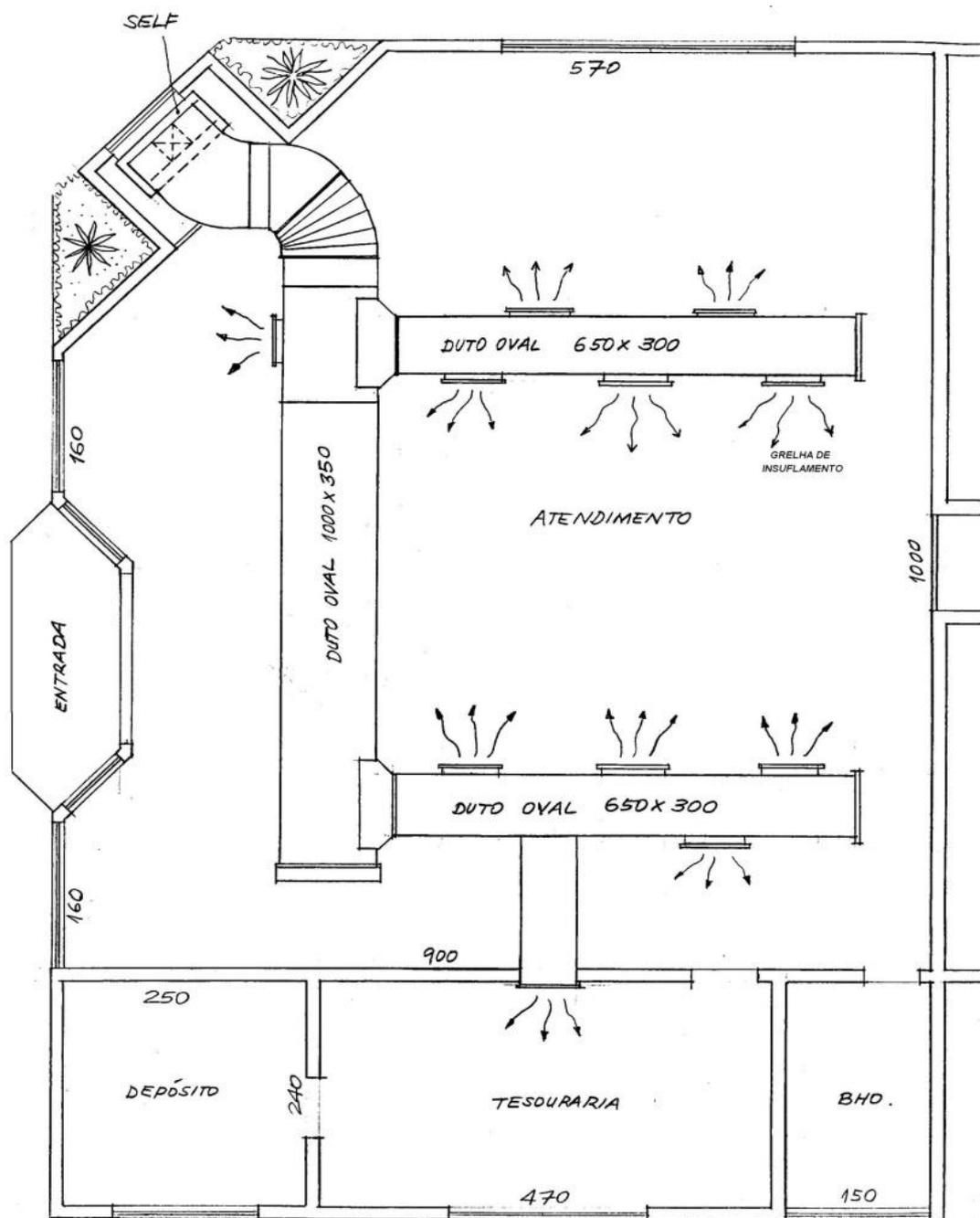


Figura 15.3- Ilustração de uma planta de climatização com rede de dutos.

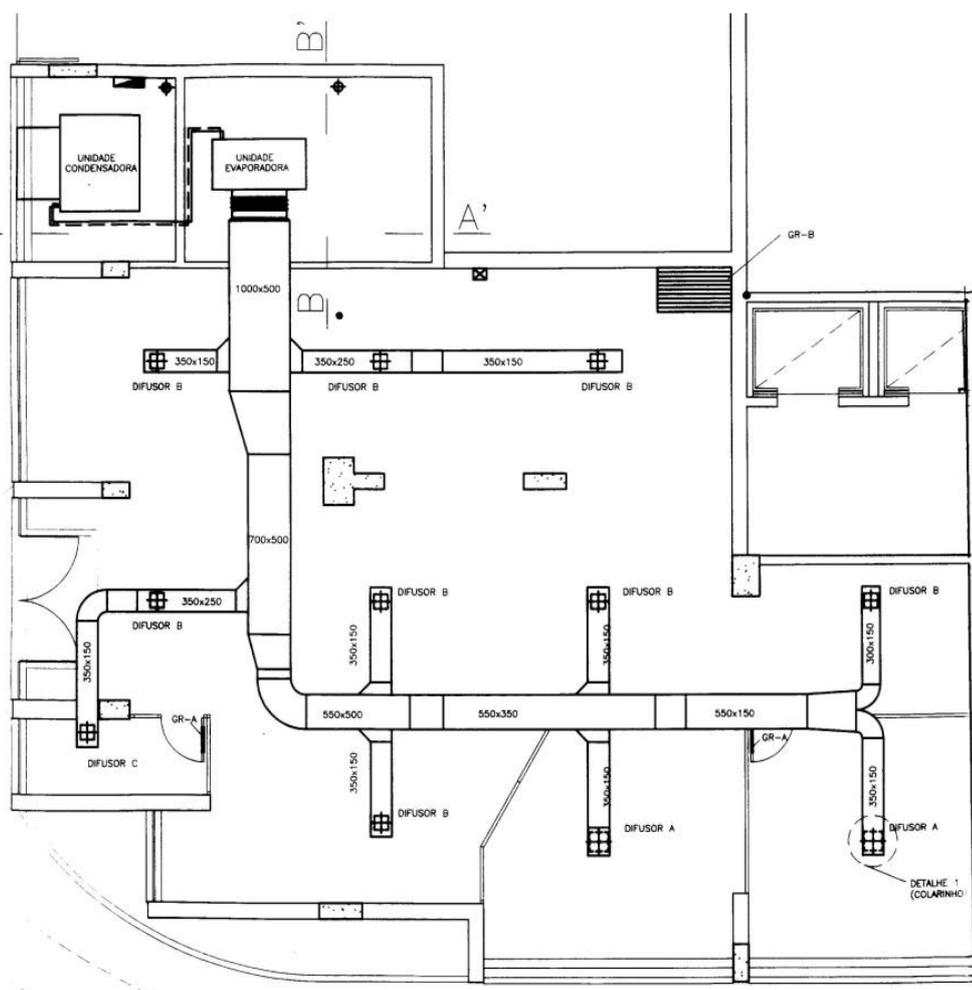


Figura 15.4- Ilustração de uma planta de climatização com rede de dutos..

Na Figura 15.5 ilustramos uma rede de dutos de um sistema de climatização de expansão direta do tipo self-contained dutado.

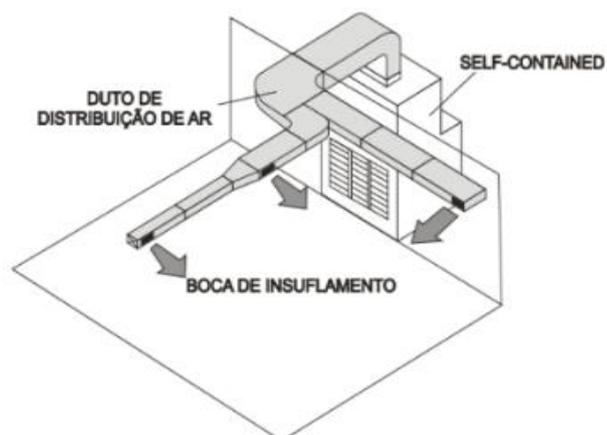


Figura 15.5- Ilustração de uma rede de dutos

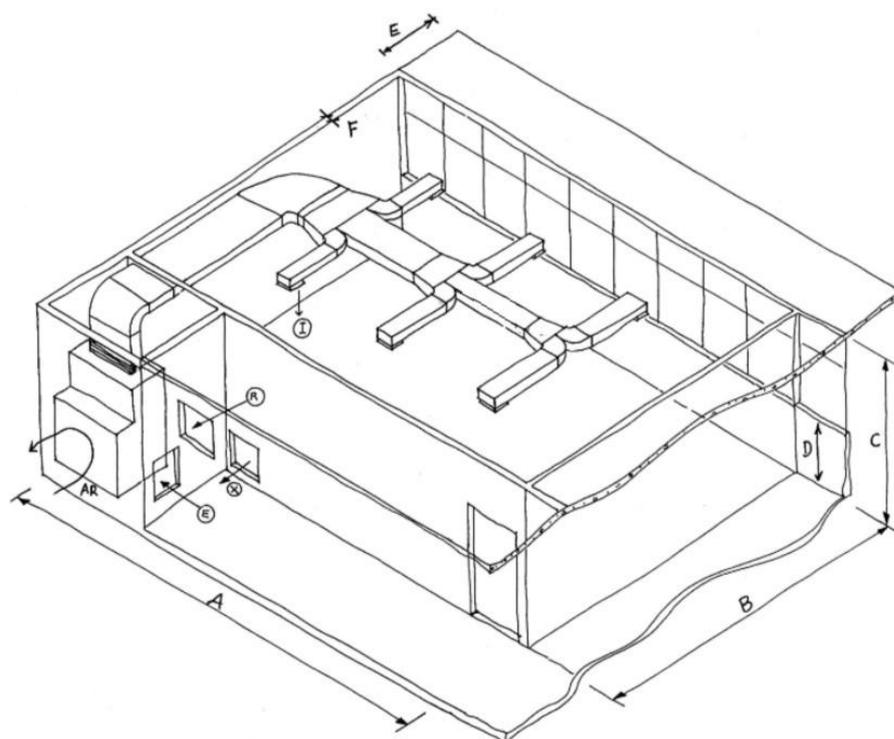


Figura 15.6- Ilustração de uma instalação de climatização com dutos.

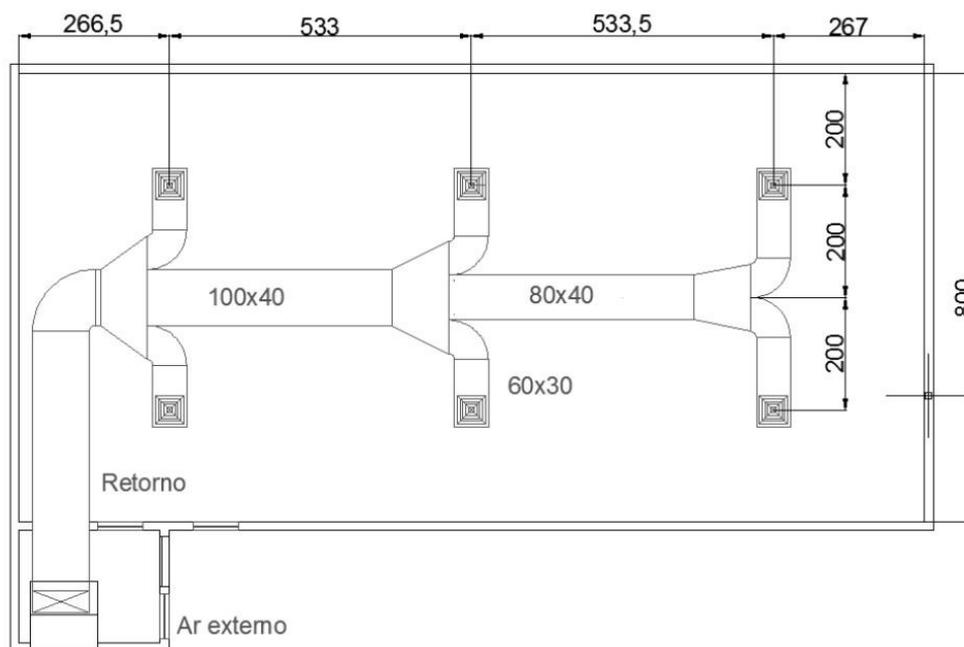


Figura 15.7- Ilustração de uma planta de instalação de climatização com dutos.

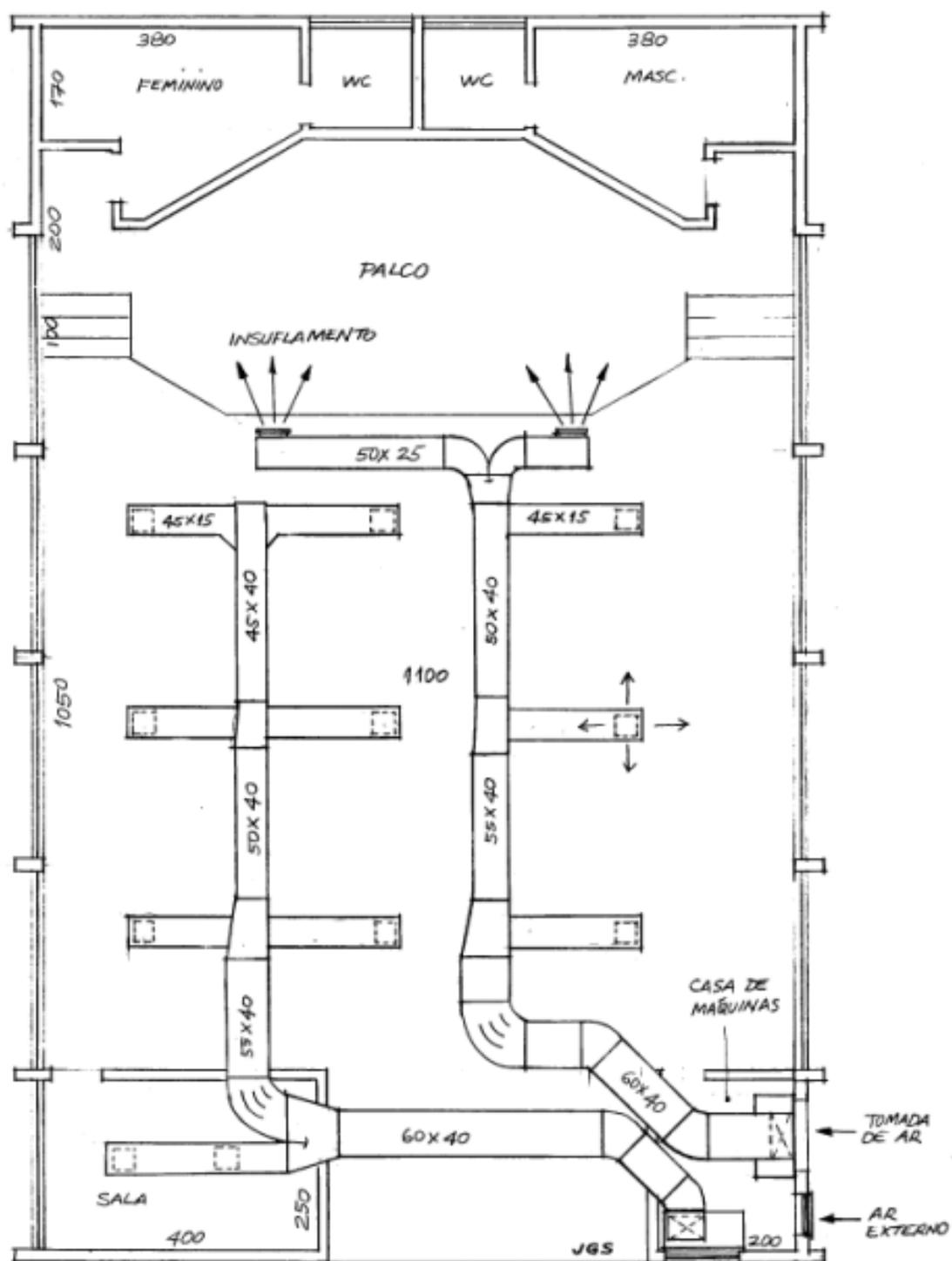


Figura 15.8- Ilustração de uma planta de climatização com rede de dutos.

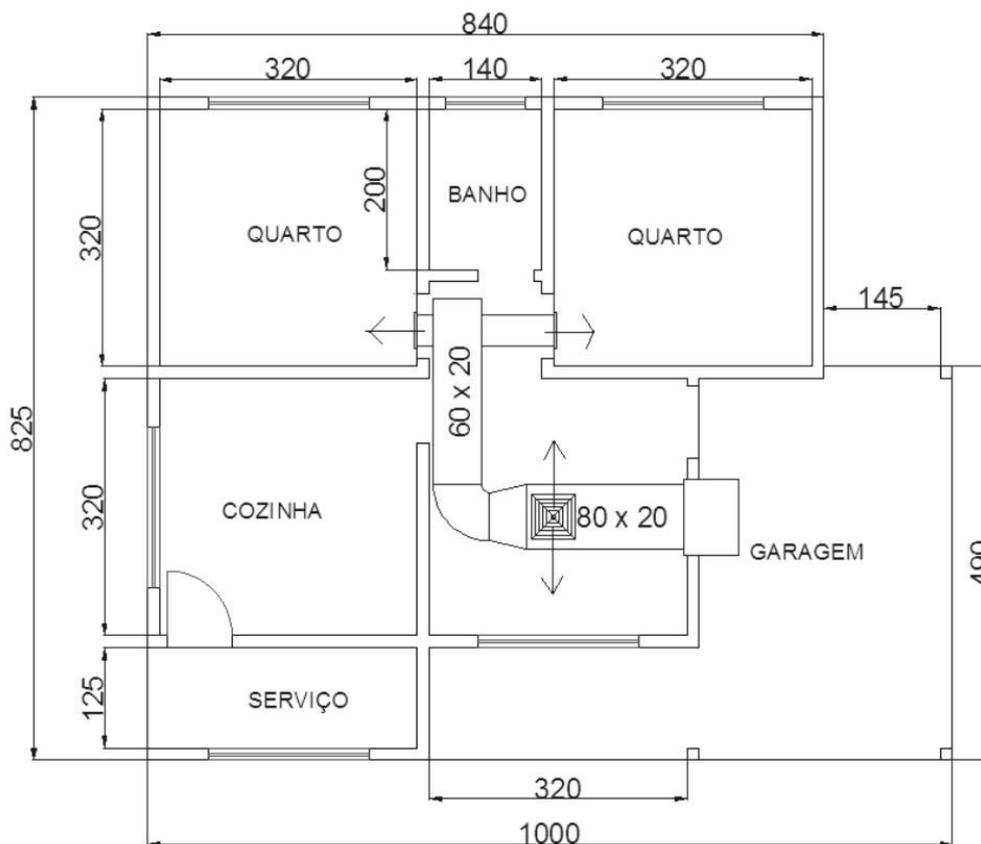


Figura 15.9- Ilustração de um sistema de climatização

Na tabela 15.1 a seguir estão indicadas as espessuras das chapas que devem ser utilizadas na construção dos dutos de distribuição de ar.

Tabela 15.1- chapas recomendadas.

Espessuras				Circular		Maior comprimento do duto retangular (em mm)
Alumínio		Aço Galvanizado		Helicoidal (mm)	Calandrado com costura longitudinal (mm)	
Bitola	mm	Bitola	mm	-	-	-
24	0,64	26	0,50	até 225	até 450	até 300
22	0,79	24	0,64	250 a 600	450 a 750	310 a 750
20	0,95	22	0,79	650 a 900	750 a 1150	750 a 1400
18	1,27	20	0,95	950 a 1250	1150 a 1500	1410 a 2100
16	1,59	18	1,27	1300 a 1500	1510 a 2300	2110 a 3000

O detalhamento da instalação de uma rede de dutos é representado nas Figuras 15.10 a 15.13

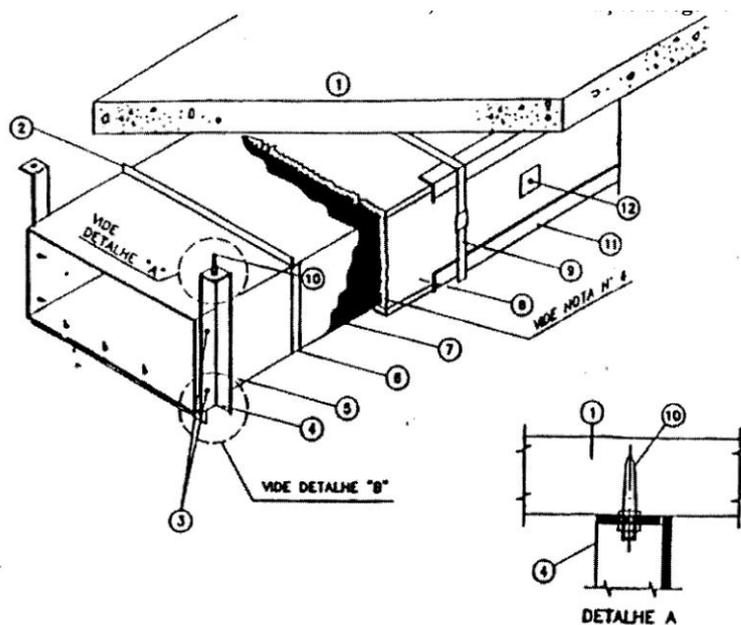
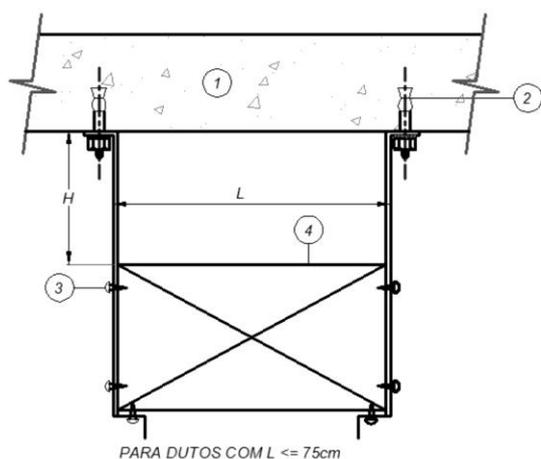


Figura 15.10- Ilustração de rede de dutos.



ITEM	DESCRIÇÃO
1	LAJE
2	CHUMBADOR TIPO "PARABOLT"
3	PARAFUSO AUTO-ATARRACHANTE (TÍPICO)
4	DUTO

Figura 15.11- Ilustração da fixação de uma rede de dutos.

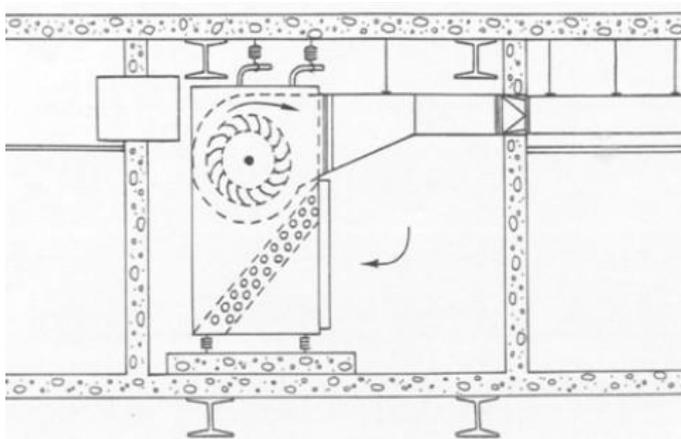


Figura 15.12- Ilustração da tubulação de saída de um sistema de climatização.

Nas Figuras 15.13 a 15.14 ilustramos representações de sistemas de expansão direta do tipo split (dividido). Na Figura 15.13 é possível observar a necessidade de instalação de sifão na tubulação de fluido refrigerante a cada 3m sempre que a unidade condensadora ficar situada acima da unidade evaporadora.

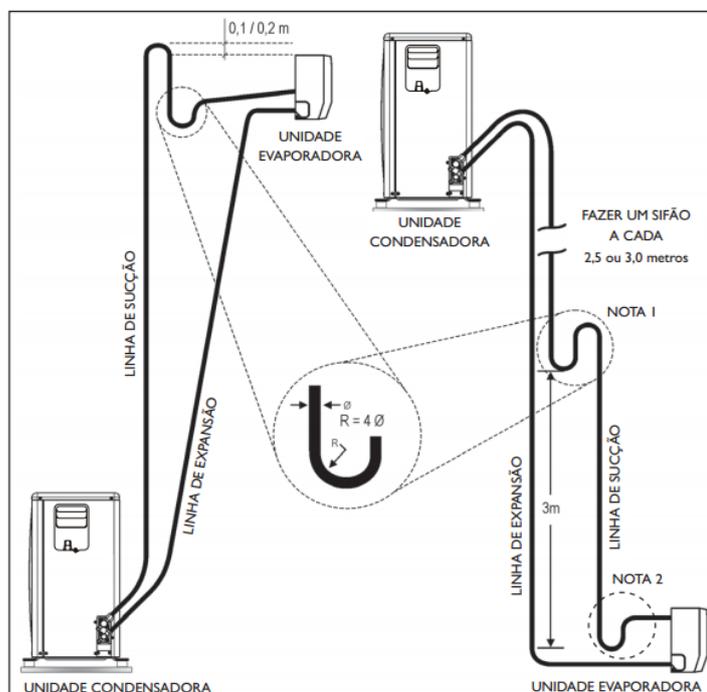


Figura 15.13- Ilustração do esquema para interligação das unidades interna e externa de um split.

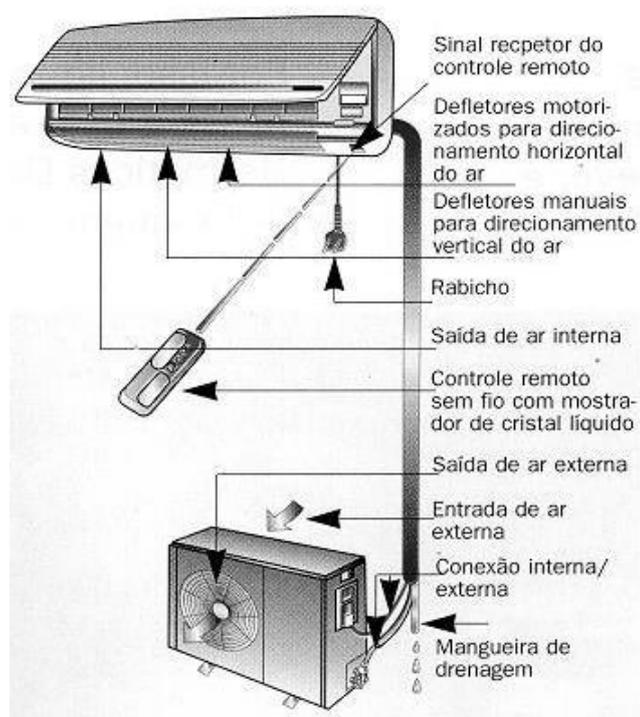


Figura 15.14- Ilustração da interligação das unidades interna e externa de um split.

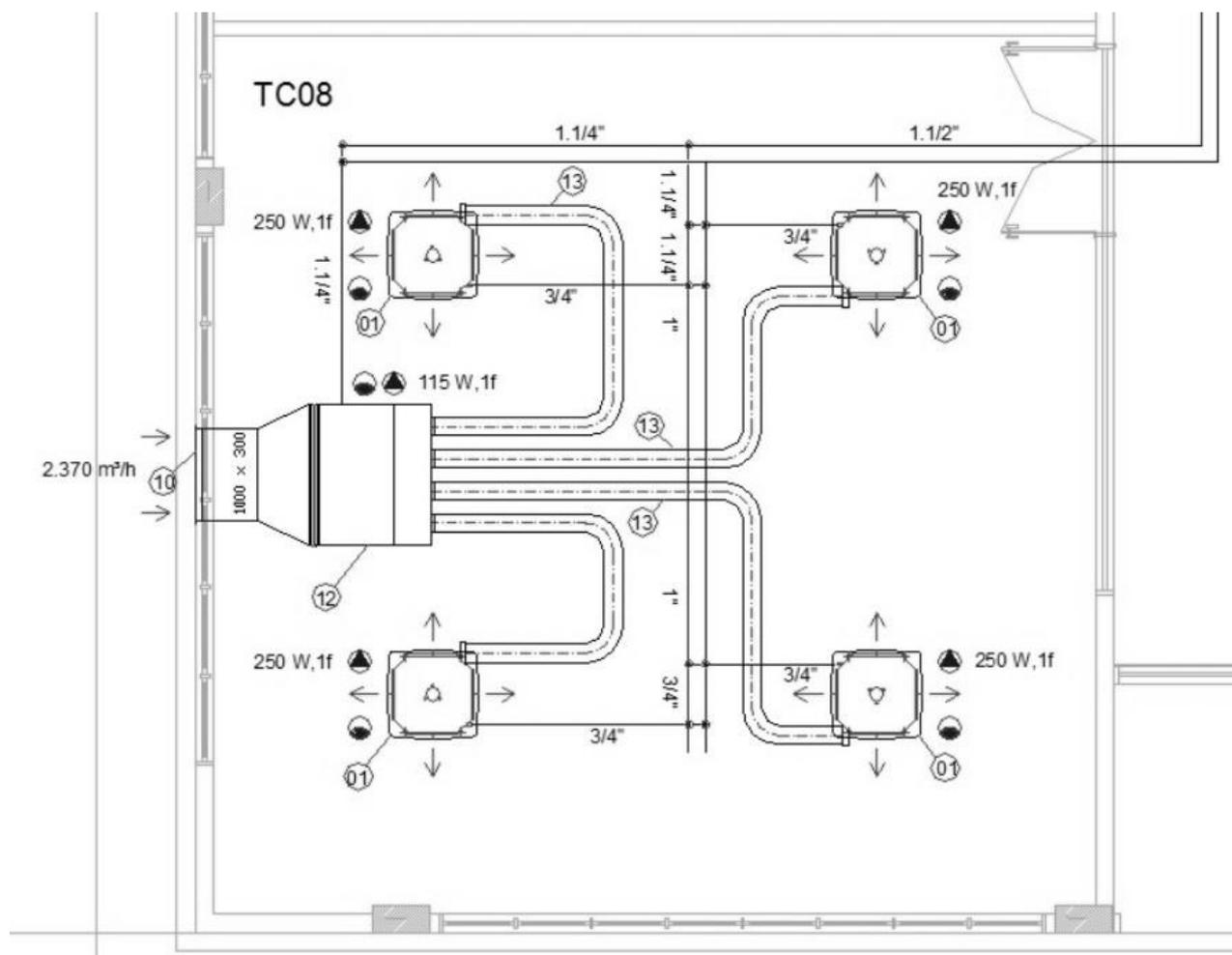


Figura 15.15- Ilustração da instalação de equipamentos splits tipo “cassete”.

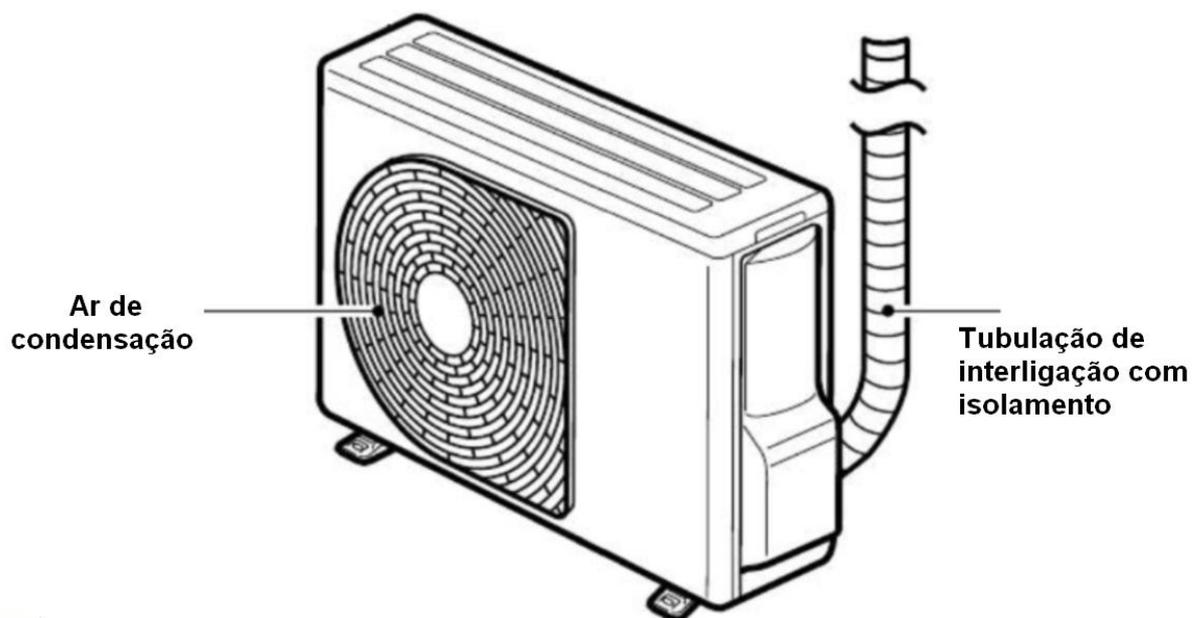


Figura 15.16- Detalhe da instalação de uma unidade condensadora.

Nas Figuras 15.17 a 15.23 ilustramos os componentes de um sistema de expansão indireta do tipo fan-coil chiller. Nesses sistemas são utilizados equipamentos para condensação da água (bombas de água de condensação, tubulações e torres de arrefecimento), para produção e distribuição de água gelada (bomba de água gelada, tubulações isoladas, resfriador ou chiller e fan coils verticais e horizontais). Também são utilizados dutos para distribuição uniforme do ar climatizado no ambiente. Diversas válvulas e sistemas de controle fazem parte da instalação.

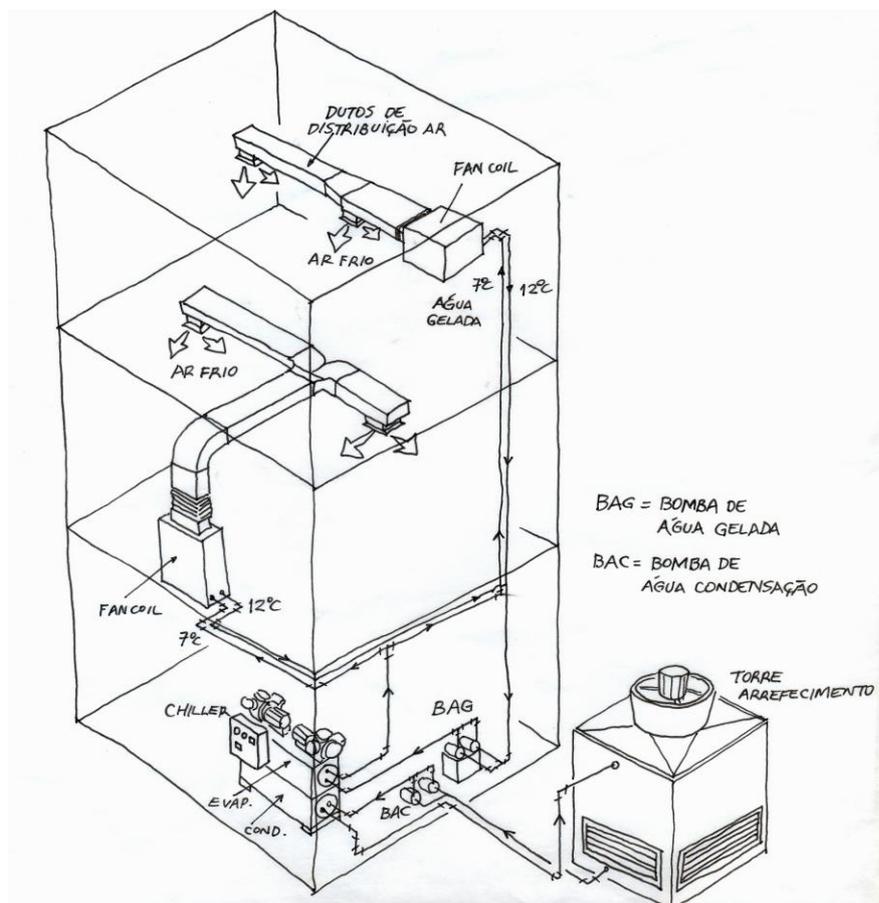


Figura 15.17- Esquema de um sistema fan-coil / chiller.

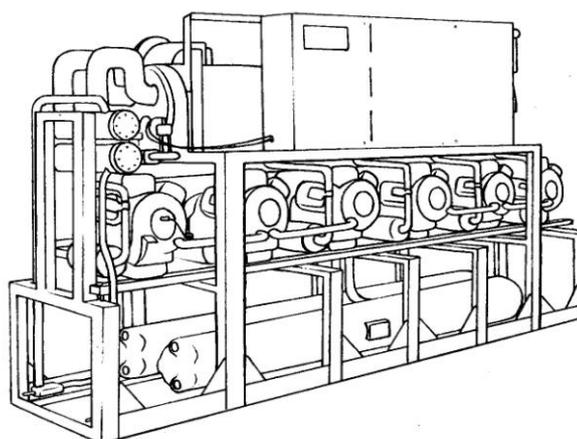


Figura 15.18- Ilustração de um resfriador de água gelada (chiller).

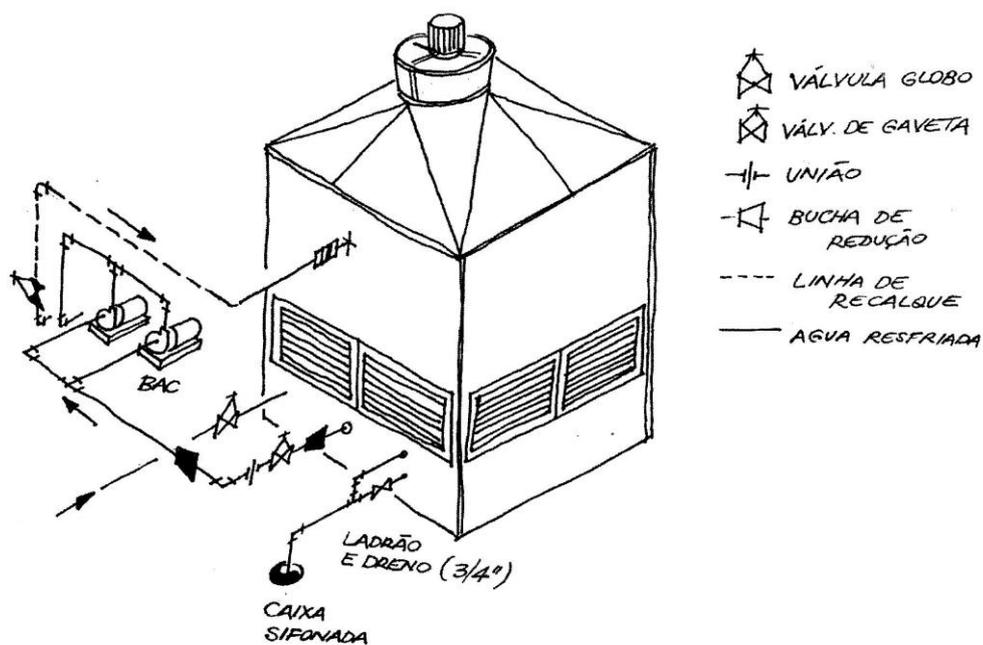


Figura 15.19- Ilustração dos componentes de uma torre de arrefecimento.

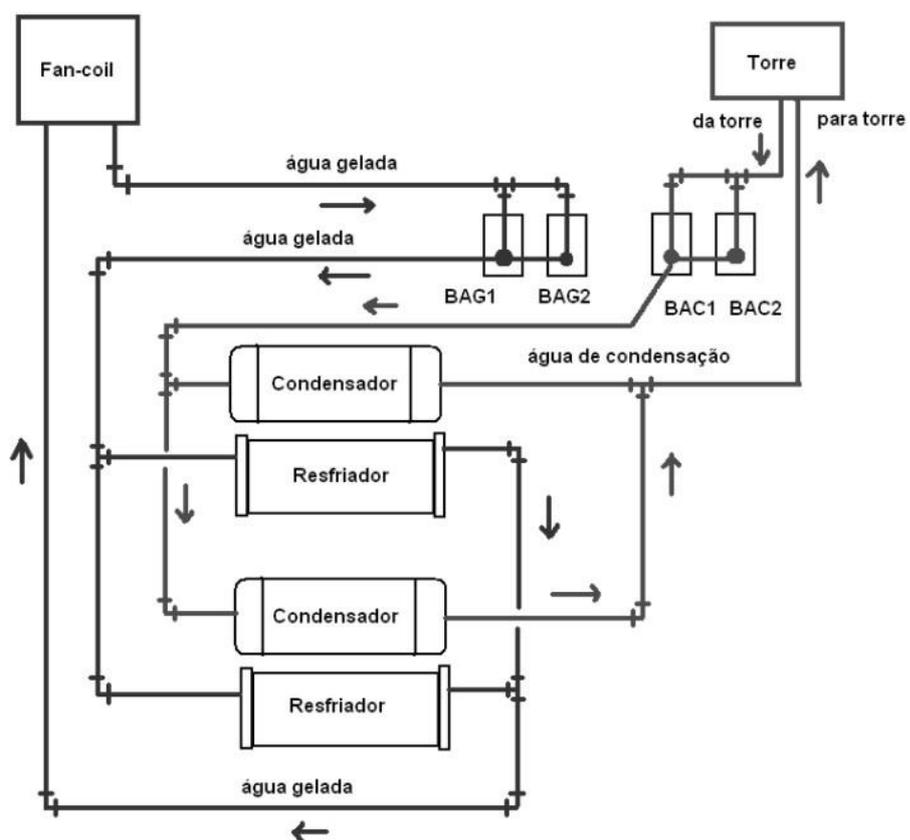


Figura 15.20- Esquema de um sistema fan-coil chiller.

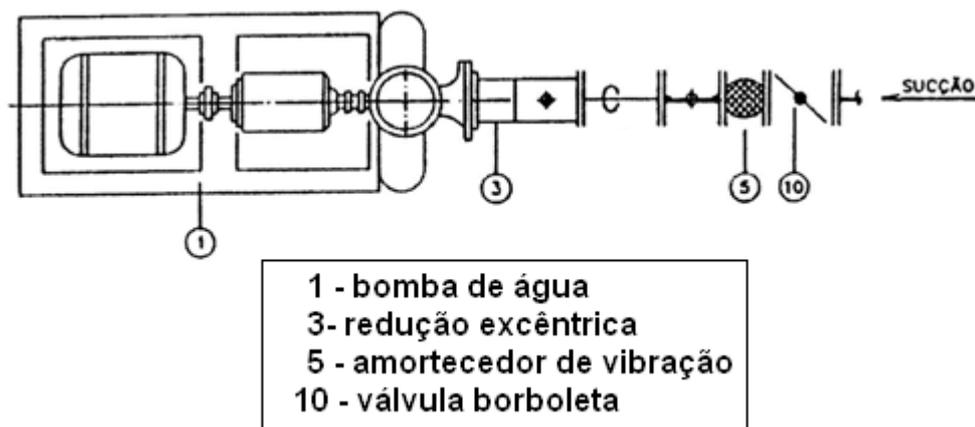


Figura 15.21- Ilustração dos componentes de uma bomba de água

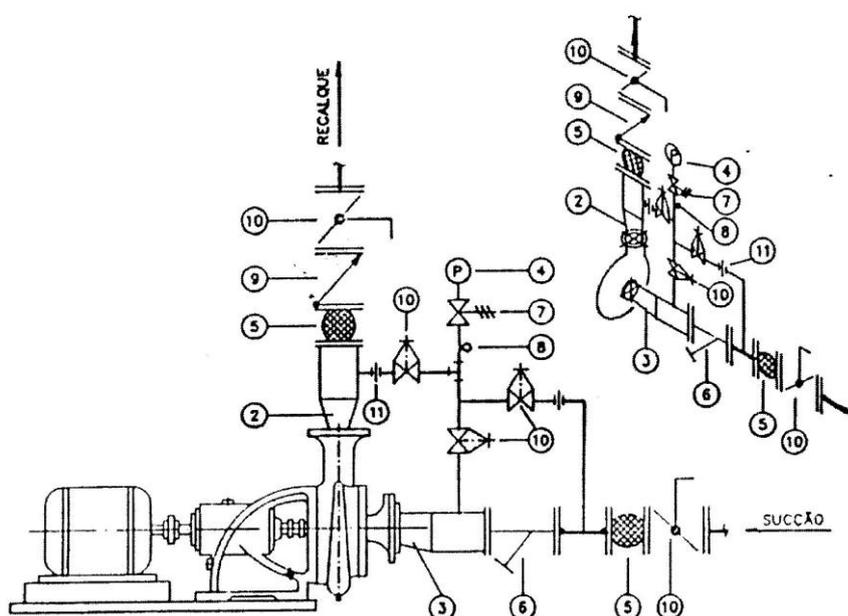


Figura 15.22- Ilustração dos componentes de uma bomba de água.

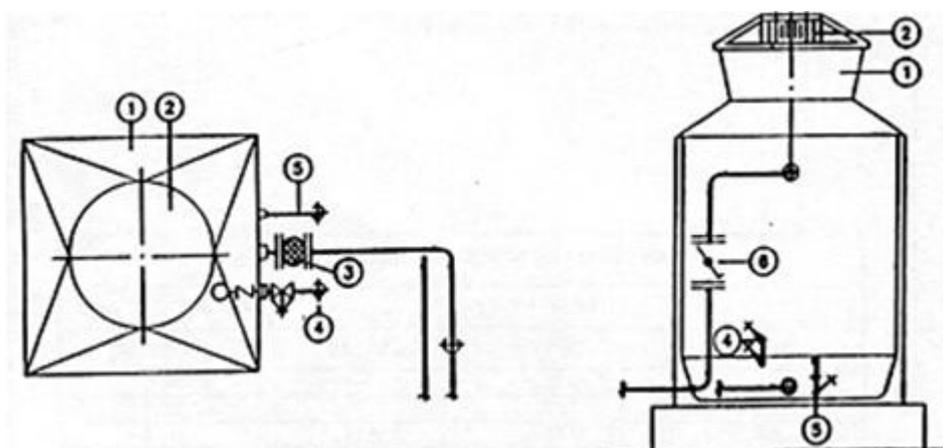


Figura 15.23- Esquema de montagem de uma torre de arrefecimento.

Os sistemas de expansão direta também podem operar com condensação a ar, principalmente em regiões onde há risco de racionamento de água. Na Figura 15.24 ilustramos uma instalação típica do tipo fan-coil chiller com condensação a ar.

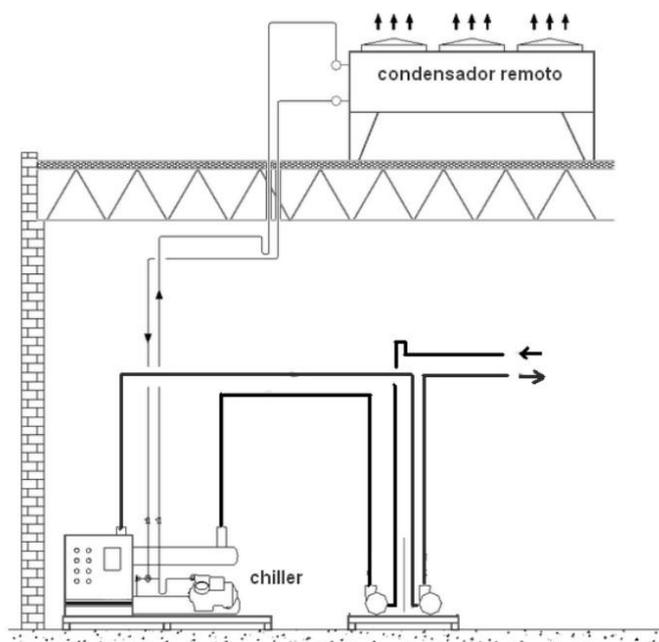


Figura 15.24- Ilustração de corte de uma instalação do tipo fan-coil chiller (condensação a ar)

Na Figura 15.25 ilustramos um desenho para instalação de um ar condicionado de janela, onde destacamos o caixilho de madeira e a inclinação apropriada para escoamento da água de condensação. Esse é um o mais antigo sistema de expansão direta utilizado.

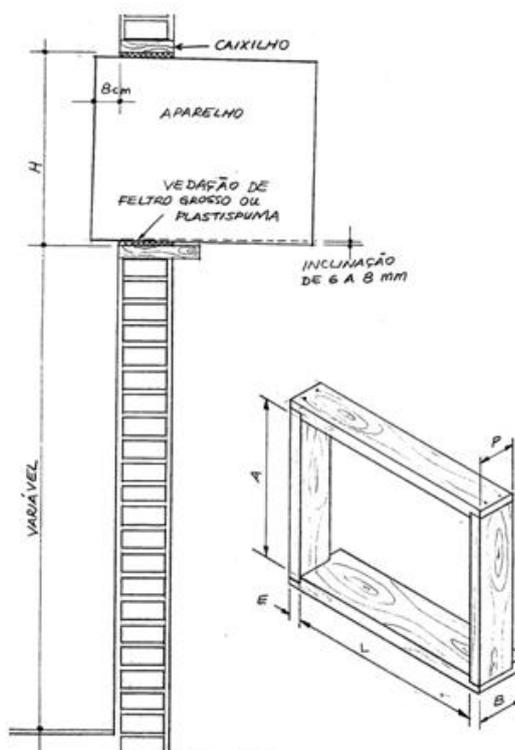


Figura 15.25- Ilustração da instalação de um ar condicionado de janela.

## 16- Desenhos para instalações de refrigeração

Os desenhos de refrigeração podem ser realizados para representação de câmaras frias simples, conforme Figura 16.1 ou sistemas mais complexos conforme representado na Figura 16.2.

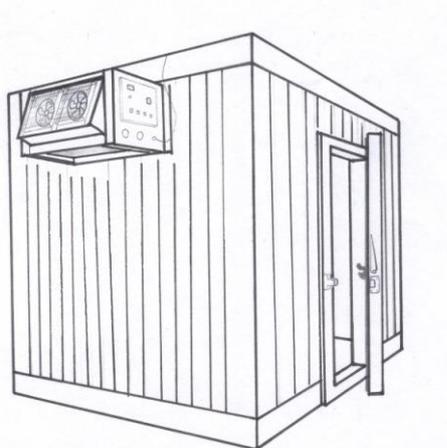


Figura 16.1- Ilustração de uma câmara fria de pequeno porte.

Na Figura 16.2 ilustramos o diagrama parcial de uma instalação de refrigeração para conservação de alimentos. Podemos observar na figura o separador de líquido e o trocador de calor.

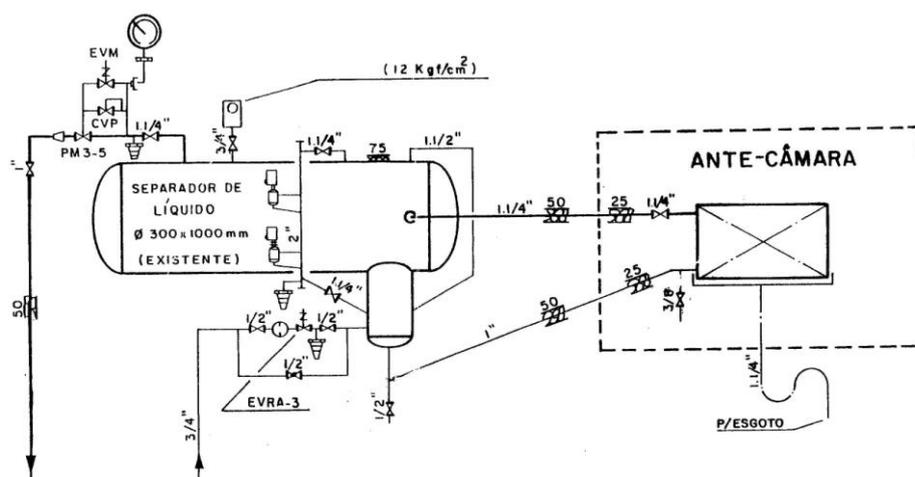


Figura 16.2- Ilustração de um diagrama de instalação de uma câmara fria.

Este diagrama faz parte de projetos mais complexos para representação de sistemas de refrigeração por amônia geralmente funcionam com dois estágios de compressão e evaporadores com diferentes níveis de temperatura de resfriamento, onde são utilizados separadores de líquido, resfriadores intermediários, trocadores de calor, bombas de amônia etc. Na Figura 16.3, ilustramos a planta baixa de uma câmara fria de pequeno porte.

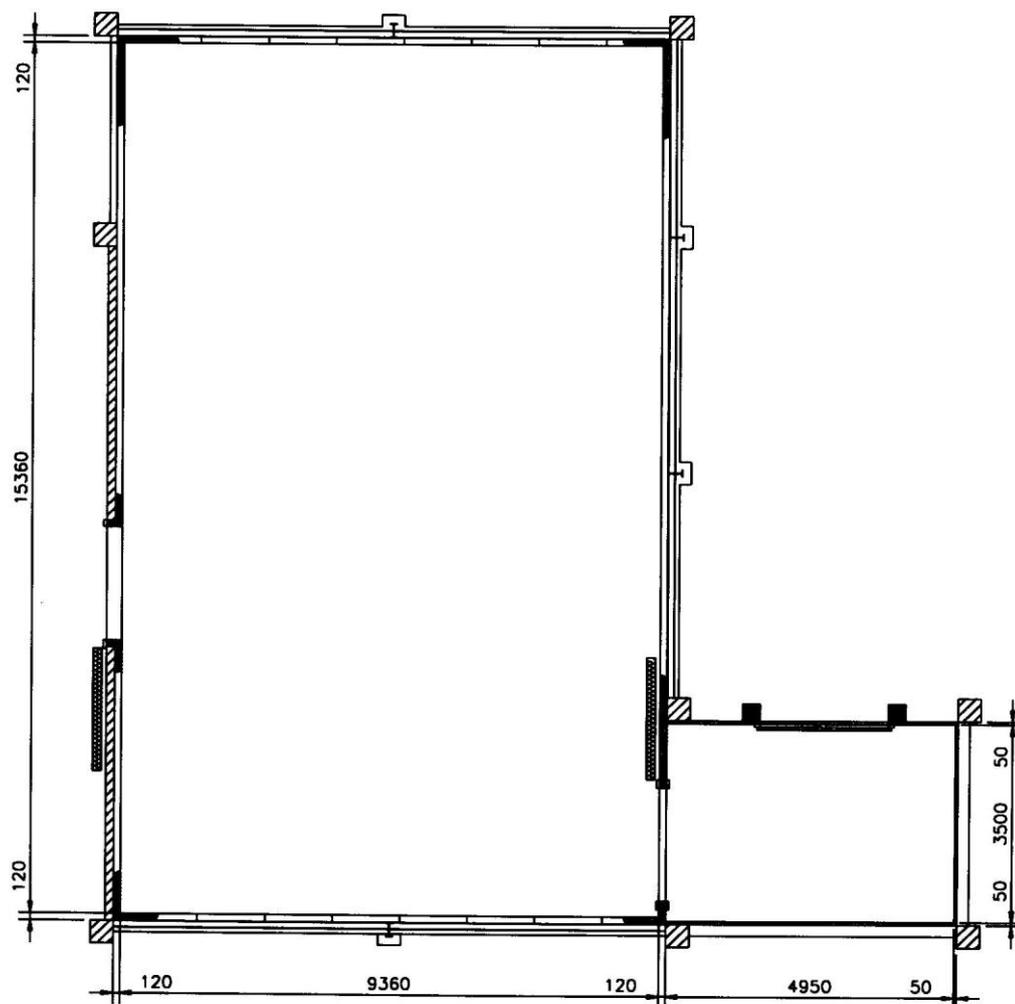


Figura 16.3- Ilustração da planta baixa de uma câmara fria.



Figura 16.4- Ilustração do encaixe do isolamento de uma câmara fria.

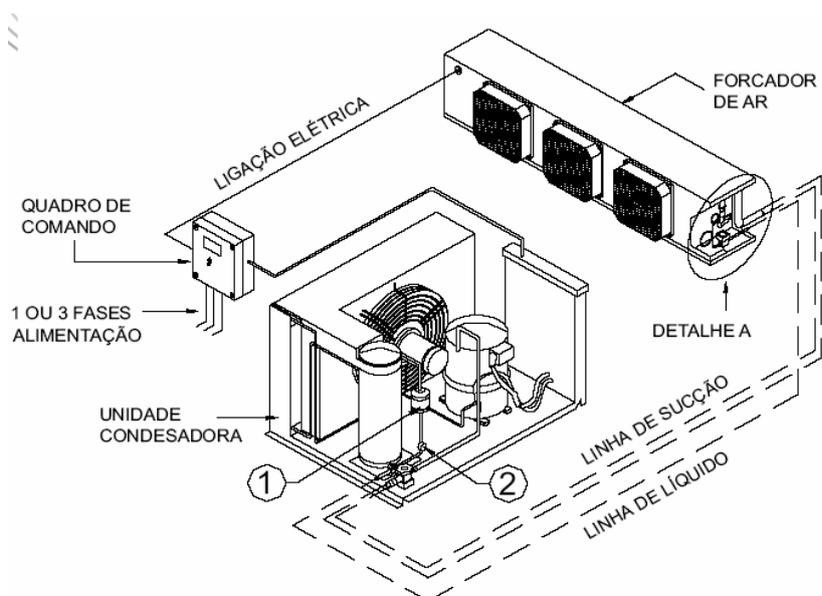


Figura 16.5- Ilustração da tubulação de fluido refrigerante de uma câmara fria.

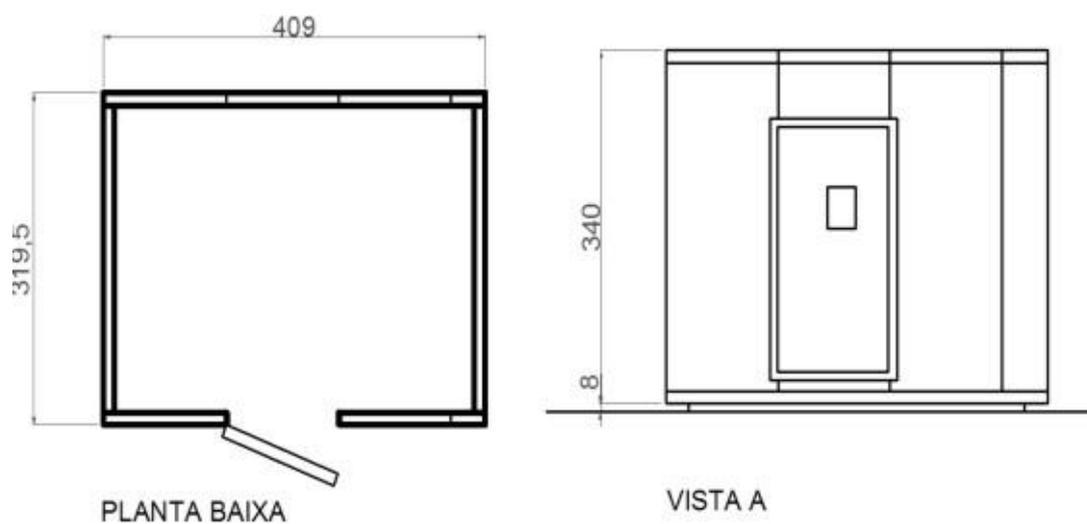


Figura 16.6- Ilustração de uma planta e de uma vista de uma câmara fria.

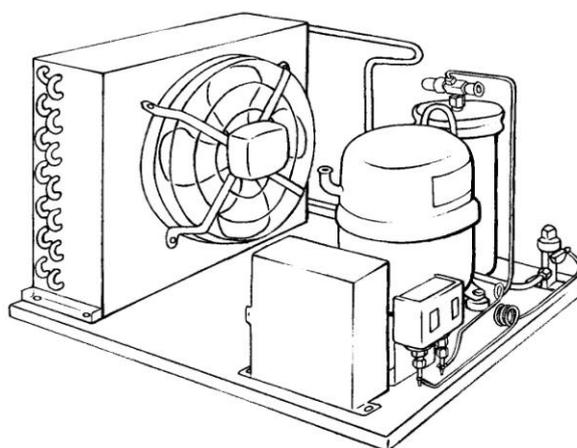


Figura 16.7 - Ilustração de uma condensadora utilizada em câmaras frias.



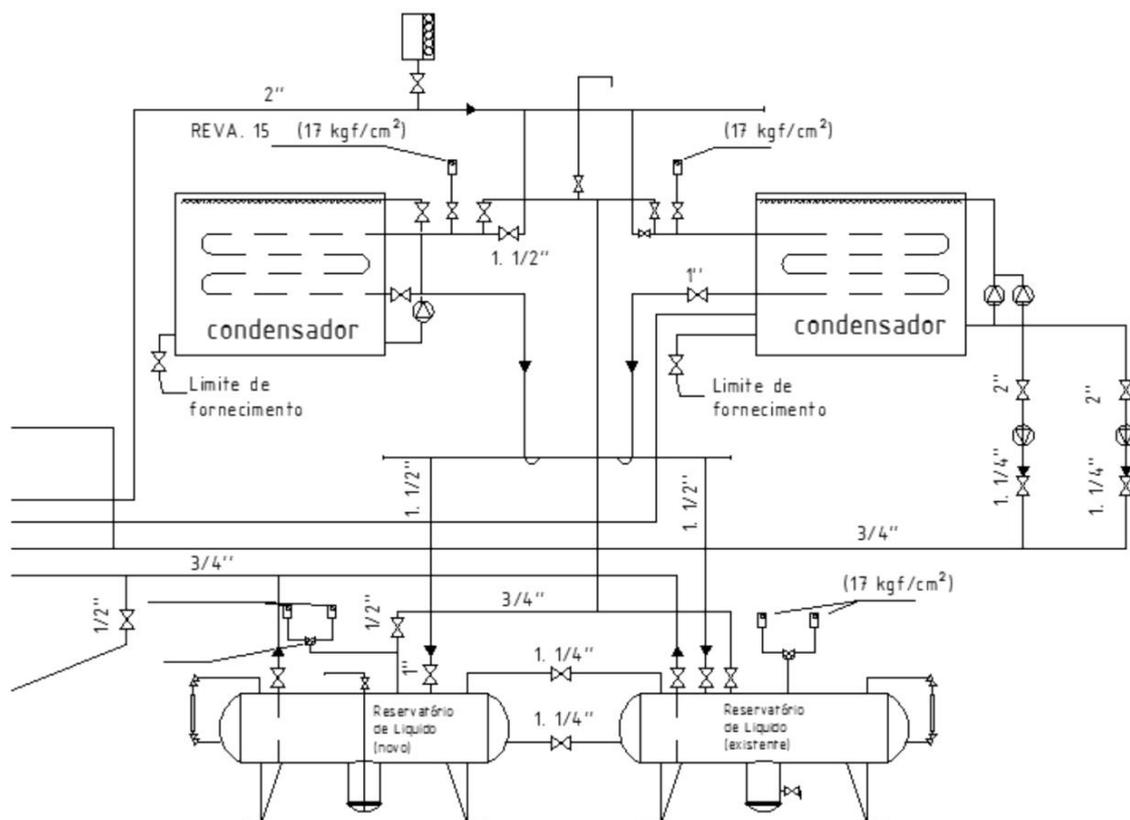


Figura 16.11- Ilustração de esquema unifilar de uma instalação de amônia.

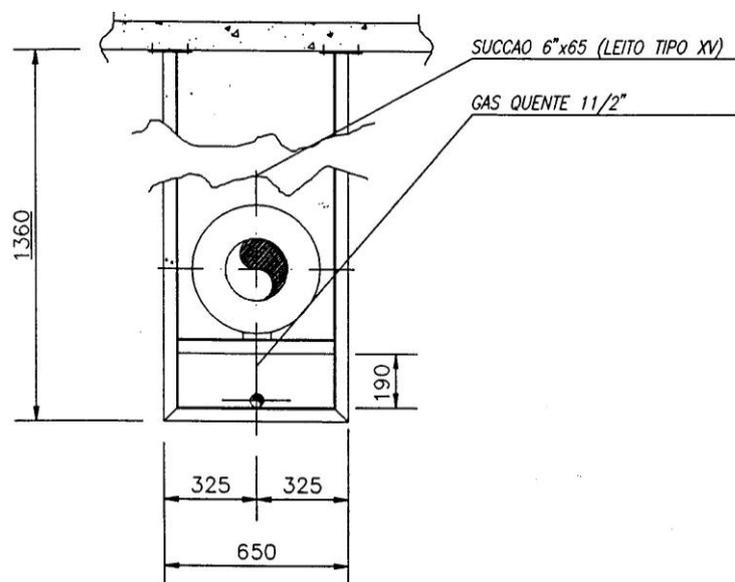


Figura 16.12- Ilustração do suporte da tubulação de amônia.

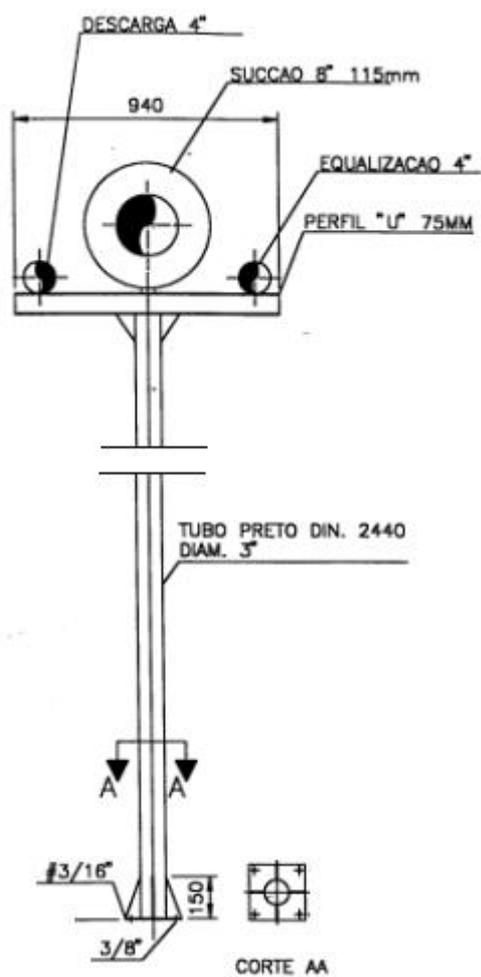


Figura 16.13- Ilustração do suporte da tubulação de amônia.

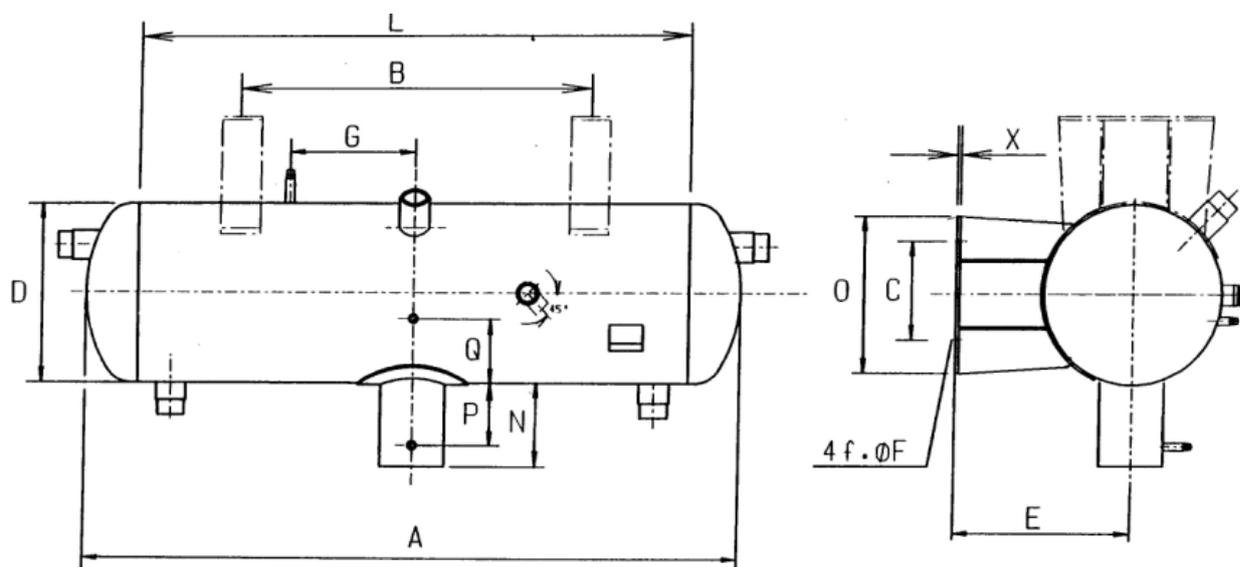


Figura 16.14- Ilustração de um resfriador de líquido para amônia.

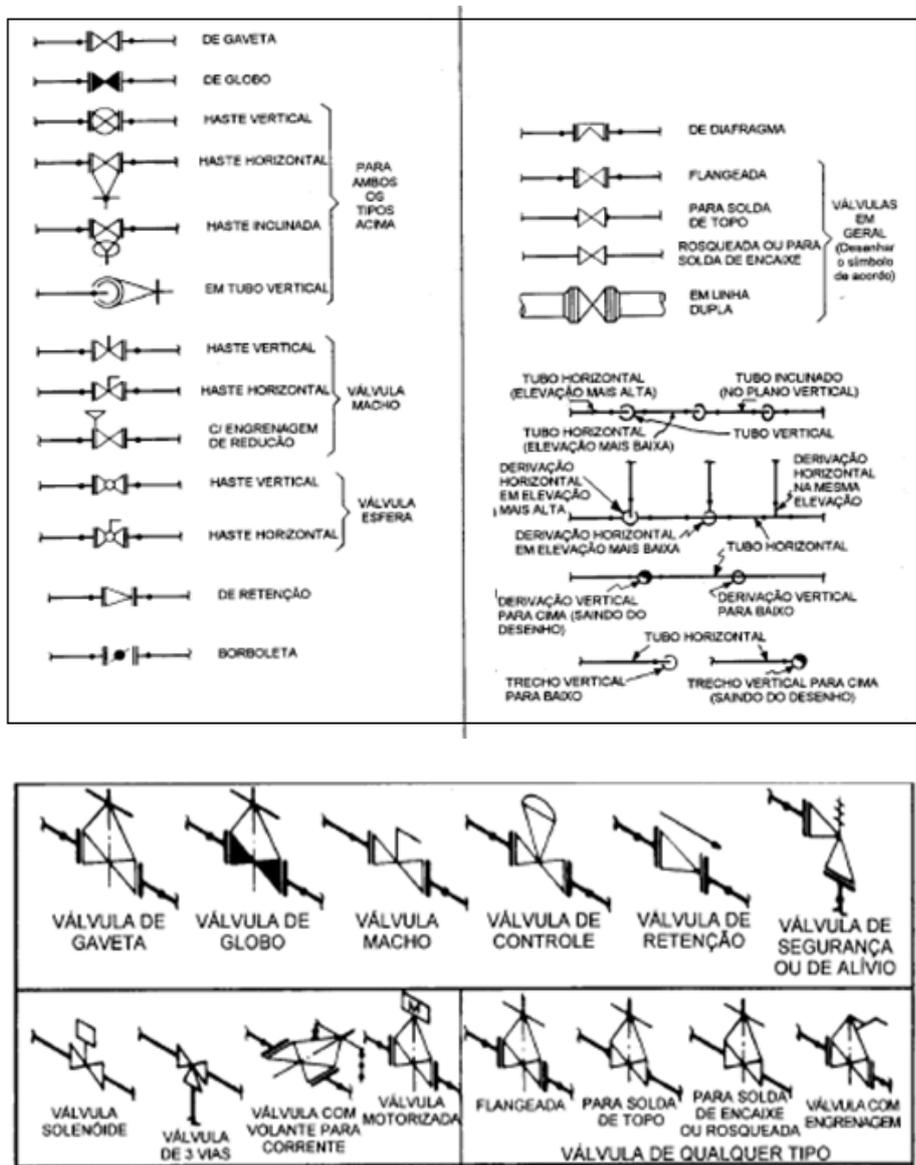


Figura 16.15- Ilustração de simbologias utilizadas na área de refrigeração e climatização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10067, Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico. Maio de 1995.
- \_\_\_\_, NBR 10126, Cotagem em Desenho Técnico. Novembro de 1987.
- Apostilas do Telecurso 2000.
- FRENCH, Thomas E. Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica, Rio de Janeiro, Ed. Globo, 1985.
- CARVALHO, Bejamin de A. Desenho Geométrico. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S/A, 1982.
- HALLAWEL, Philip. A Linguagem do Desenho a Mão Livre. São Paulo: Melhoramentos, 2006. 72 p. [ISBN 978-8506049785](https://www.isbn.br/978-8506049785).
- JANUÁRIO, Antônio Jaime. Desenho Geométrico. Florianópolis, Ed. da UFSC, 2000.
- MONTENEGRO, Gildo A. Desenho Arquitetônico. Editora Edgard Blücher. 1997.
- PRÍNCIPE JUNIOR, Alfredo dos Reis. Noções de Geometria Geométrica. São Paulo, Nobel, 1976.
- PROVENZA, Eng. F. Desenhista de Maquinas, Escola Protec, São Paulo.
- RIBEIRO, Arlindo Silva; DIAS, Carlos Tavares. Desenho Técnico Moderno, Ed. LTC, 2006.
- SILVA, Silvio S. da. A linguagem do Desenho Técnico, Rio de Janeiro, LTC, 1984.
- SILVA, Jesué Graciliano, Introdução à Tecnologia da Refrigeração e da Climatização, São Paulo, Editora Artliber, 2010
- SPECK, Hederson José. Manual Básico de Desenho Técnico – Florianópolis : Ed. Da UFSC, 1997.
- VENDITTI, Marcus V. R. Desenho Técnico sem Prancheta com AutoCAD 2008. [S.l.]: Visual Books, 2007. 284 p.

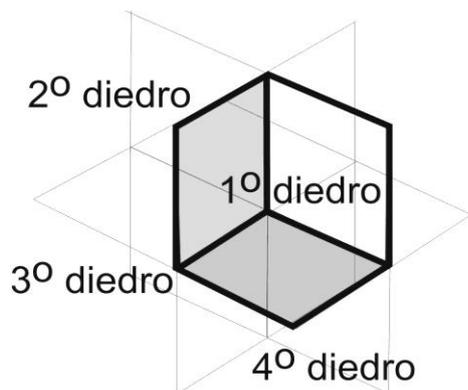
Sites recomendados:

[http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/tem\\_outros/cursoprofissionalizante/tc2000/des\\_tecnico](http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/tem_outros/cursoprofissionalizante/tc2000/des_tecnico)  
<http://www.debas.fauenquil.br/~clelio>  
<http://jesuegraciliano.wordpress.com/livros>  
<http://sistema-diedrico.blogspot.com.br/>  
<http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/edital18/croquis/iso.html>  
<http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/edital18/croquis/cava.html>  
[http://www.youtube.com/watch?v=sDF0M3\\_T99M](http://www.youtube.com/watch?v=sDF0M3_T99M)  
<http://www.youtube.com/watch?v=OQxqcLgjTkY>  
<http://www.youtube.com/watch?v=XS7xsdeLYlg>  
[https://www.youtube.com/watch?v=UDZJU\\_aPdQ](https://www.youtube.com/watch?v=UDZJU_aPdQ)  
<https://www.youtube.com/watch?v=EwzifddfDKw&list=PLDE5B57441F9E07F4>  
<https://www.youtube.com/watch?v=8zuOas2HIog>  
<https://www.youtube.com/watch?v=FJEyyw3T9Vo>  
<https://www.youtube.com/watch?v=r4jW50-DPu0>  
<https://www.youtube.com/watch?v=J-3v2LE6Rrs>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Eoh5ZK5UBnk>  
<https://www.youtube.com/watch?v=-6ft8KryQMs>  
<https://www.youtube.com/watch?v=vFGk0JKH8i4>  
<https://www.youtube.com/watch?v=yCyWmYcKgKM>  
[https://www.youtube.com/watch?v=7M7\\_XUvqXL0](https://www.youtube.com/watch?v=7M7_XUvqXL0)  
<https://www.youtube.com/watch?v=aBW-K4ph718>  
<https://www.youtube.com/watch?v=UqsOIP43G40>

## ANEXO – 100 QUESTÕES RESOLVIDAS

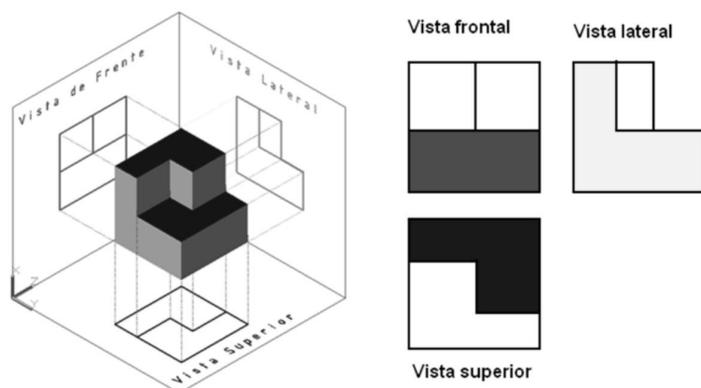
### 1- O que é um diedro?

R. Em desenho técnico o diedro é definido como a região do espaço obtida a partir do cruzamento de 3 planos, sendo dois verticais e um horizontal. Em desenho técnico comumente trabalhamos com a visualização no primeiro diedro.



### 2- O que são vistas ortogonais ?

R. Uma vista ortogonal é a representação obtida quando projetamos as arestas de um objeto em um plano vertical ou horizontal. No primeiro diedro as vistas obtidas quando o observador visualiza o objeto de cima, de frente e de lado é representada na figura.



### 3- Como a planta-baixa de uma casa é obtida?

R. Uma planta baixa de uma casa é a representação geométrica obtida a partir de um plano de secção paralelo ao plano horizontal cortando a casa a uma altura aproximada de 120cm a partir do chão.

#### 4- Como usar escalas em desenho?

R. Uma escala possibilita a representação de objetos em um desenho com a conservação da proporcionalidade de suas partes. Se um objeto é muito pequeno utilizamos uma escala de ampliação. Podemos representar um objeto na escala 1 para 1 e também em escalas de redução, no caso de objetos maiores. Como exemplo, uma sala de dimensões reais de 5m x 4m é representada em um desenho por 10cm x 8cm na escala 1 para 50. Já a secção de um parafuso de 6mm de espessura é representado em um desenho por um círculo de diâmetro de 30mm na escala 5 para 1.

#### 5- Quais são as escalas mais utilizadas em desenho ?

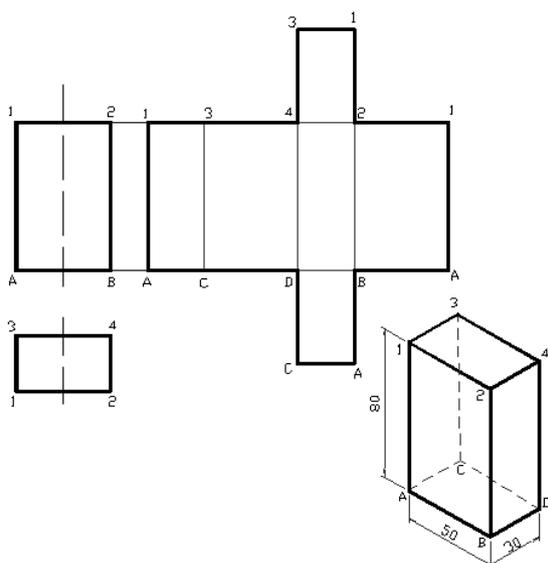
R. Depende da área de aplicação. No desenho mecânico são utilizadas escalas de ampliação 2 para 1 ou até 5 para 1. No desenho de arquitetura e de climatização são utilizadas escalas 1 para 50 e 1 para 100. Para elaboração de detalhes é muito comum o uso da escala 1 para 20.

#### 6- Que tipo desenho é utilizado para marcar uma obra no terreno?

R. A marcação de uma obra é muito importante e por isso é necessário que seja realizada seguindo-se a representação chamada de Planta de Localização. Os eixos horizontais e verticais das paredes são marcados por meio de letras e números, facilitando-se a compreensão da marcação das posições das estacas, blocos, sapatas e vigas baldrame que compõem a fundação de uma casa.

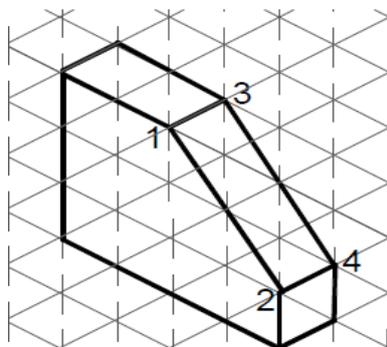
#### 7- O que é planificação?

R. A planificação é o método de construção de peças a partir da união de suas faces. Todos os sólidos são formados pela união de figuras planas, que uma vez unidas possibilitam a planificação de um objeto. Um cubo, por exemplo, é composto por 6 quadrados de faces iguais.



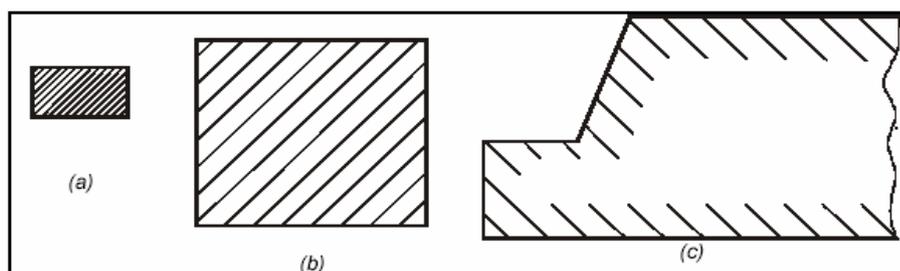
### 8- Defina perspectiva isométrica.

R. Perspectiva isométrica é o processo de representação tridimensional em que objeto se situa em um sistema de três eixos coordenados. Estes eixos fazem entre si ângulos de  $120^\circ$ :



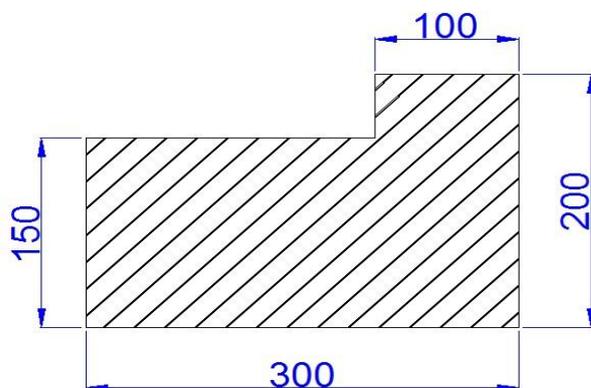
### 9- Qual a importância das hachuras?

R. As hachuras representam as partes sólidas de um objeto quando cortado por um plano de secção. As hachuras são constituídas de linhas finas, podendo ser de cor diferente do contorno, equidistantes, e traçadas a  $45^\circ$  em relação aos contornos ou aos eixos de simetria da peça.



### 10- O que são linhas de cota?

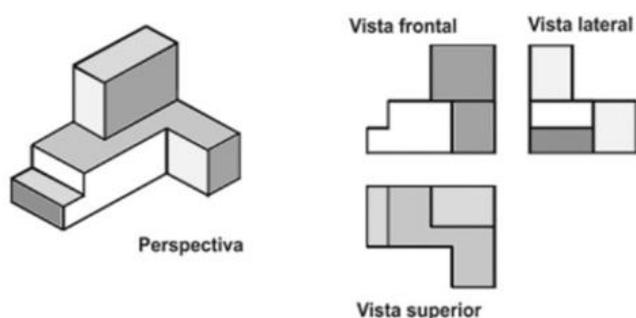
R. Linhas de cota ou de medida são utilizadas para identificar as medidas reais de um objeto real representado por um desenho.



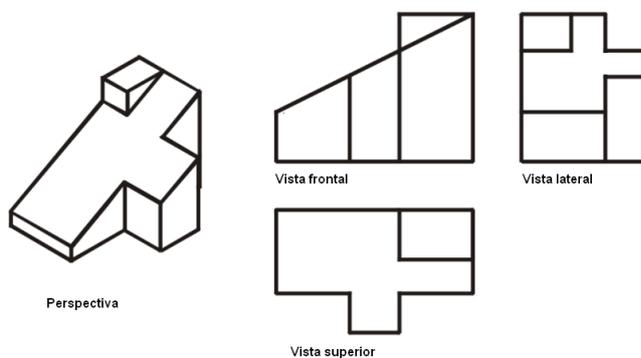
11- Preencher a tabela de escalas de desenho (medidas em cm):

DIMENSÃO DO DESENHO	ESCALA	DIMENSÃO DA PEÇA
42	1:1	42
18	1:2	36
30	5:1	6
16	2:1	8
10	1:10	100
12	1:5	60

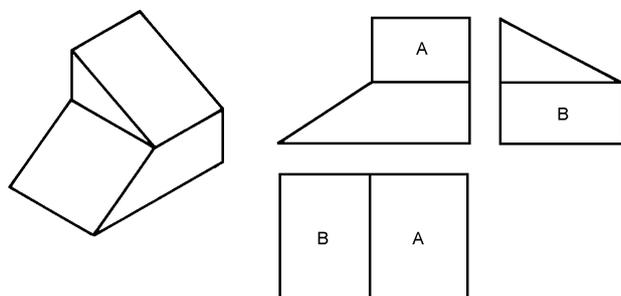
12- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.



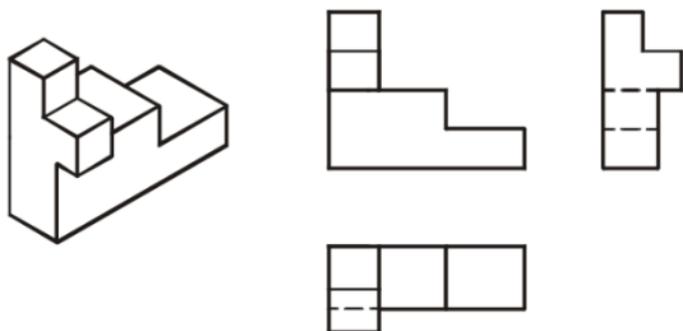
13- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.



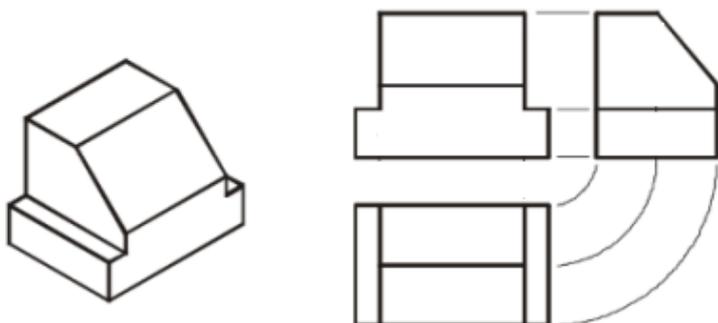
14- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.



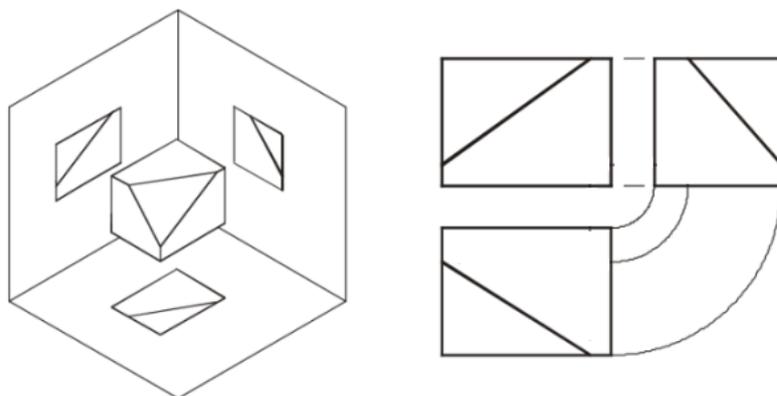
15- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.



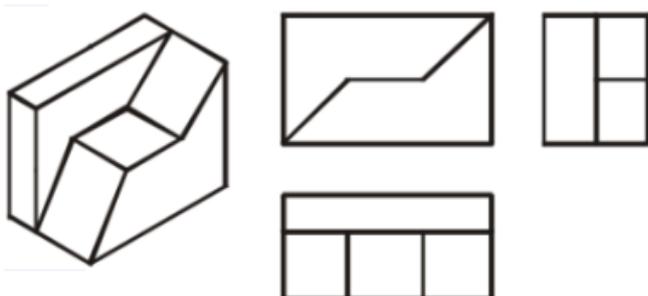
16- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.



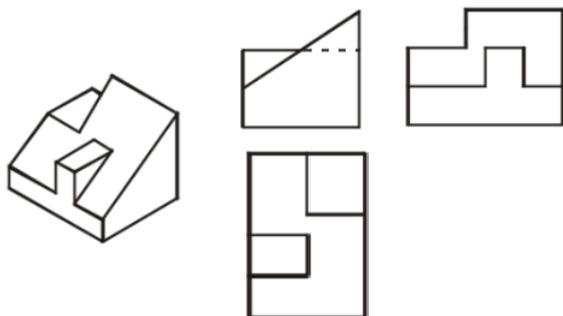
17- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.



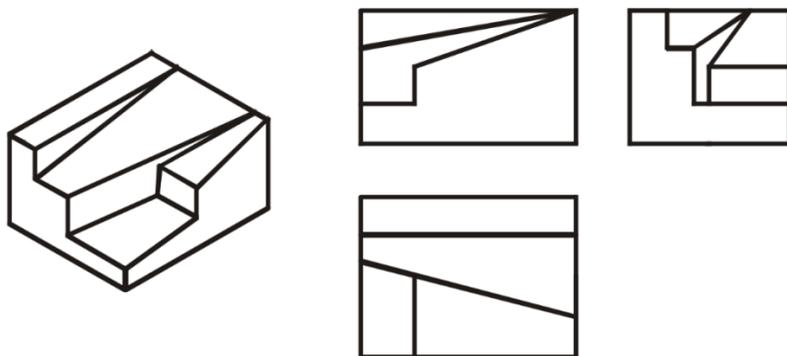
18- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.



19- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.



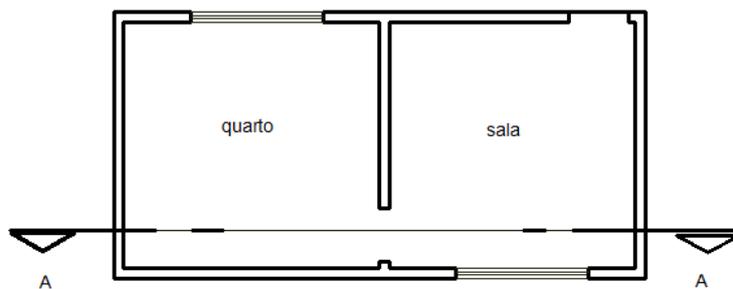
20- Desenhar a perspectiva isométrica a partir das 3 vistas ortogonais.

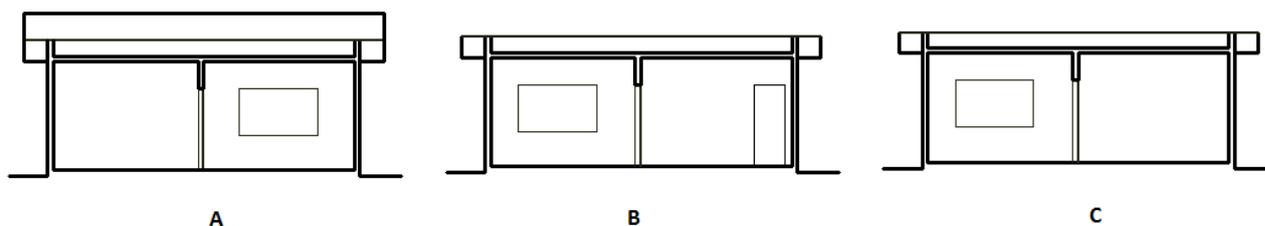


21- Qual o tamanho do papel mínimo (normatizado) para representar uma planta-baixa de uma casa na escala 1 para 50, que está posicionada dentro de um terreno de 20m por 30m de comprimento?

R. Considerando a definição de escala, a medida do desenho é obtida pela relação entre a medida real e a escala. Logo a medida do desenho que representará a largura do terreno é  $2000\text{cm}$  dividido por  $50 = 40\text{cm}$ . Da mesma forma fazemos:  $3000\text{cm}$  dividido por  $50 = 60\text{cm}$ . Logo, somente no papel A1 poderia ser representado esse terreno na escala 1 para 50.

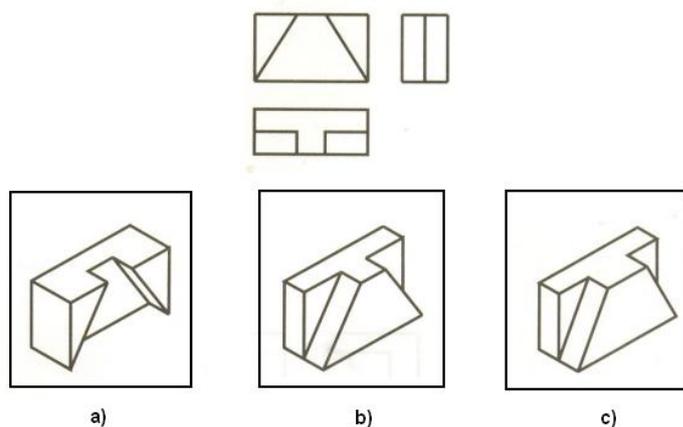
22- Assinale a opção que corresponde ao corte AA representado na figura a seguir





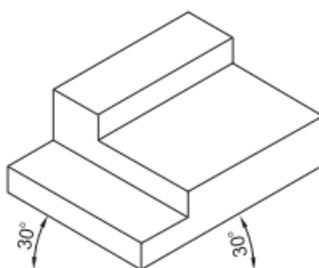
R. A resposta correta é a letra “c”.

**23- Qual das 3 representações corresponde à peça desenhada por meio das 3 vistas ortogonais?**



R. A peça representada pelas 3 vistas ortogonais está na letra “b”.

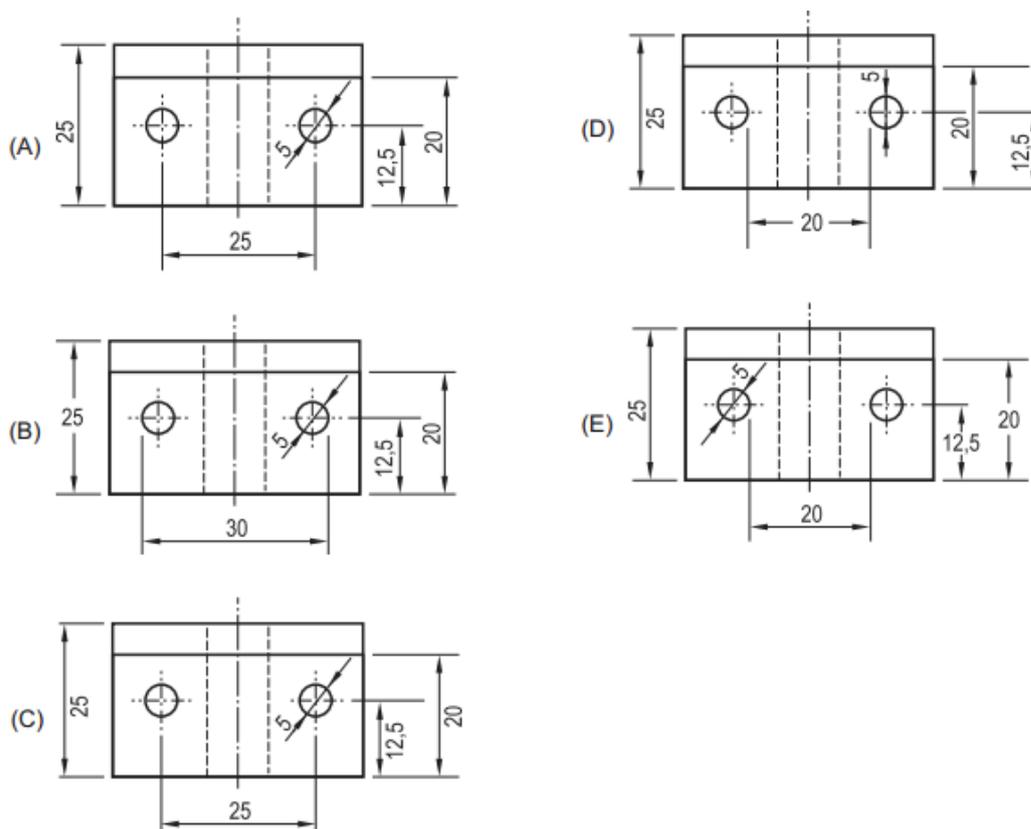
**24- Que tipo de perspectiva está representado abaixo?**



- (A) exata
- (B) bimétrica
- (C) isométrica
- (D) cavaleira a 30°
- (E) cavaleira a 45°

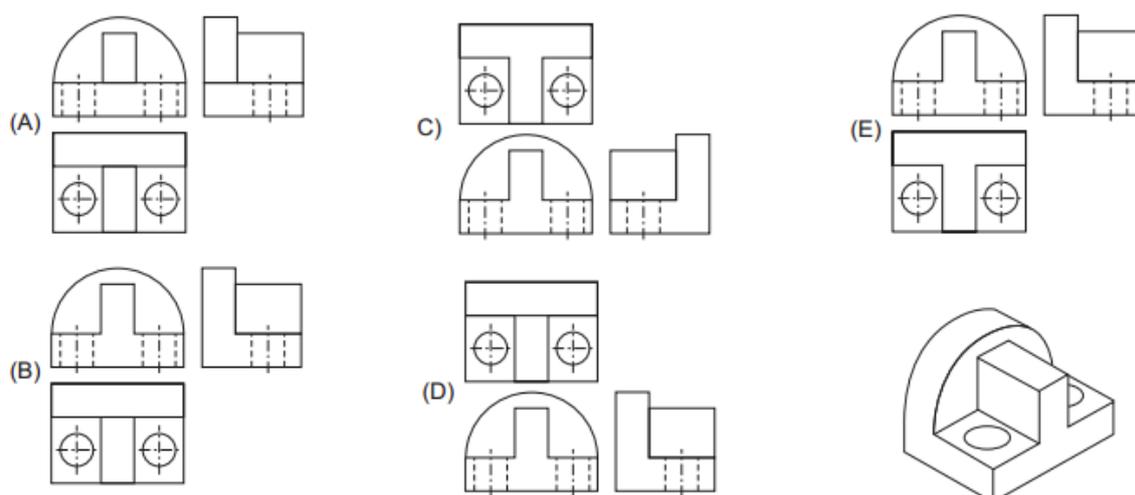
R. Esta é uma perspectiva isométrica com ângulos de 30 graus (alternativa “c”).

**25- Qual alternativa corresponde ao uso correto da norma de cotagem (NBR 10126 / 1987) ?**



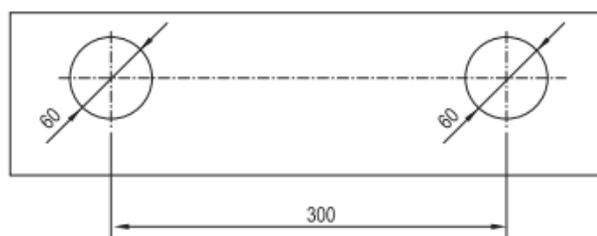
R. A representação correspondente à norma está na letra “a”.

**26- Qual alternativa corresponde à representação correta no 1º. diedro ?**



R. A representação correta está representada na alternativa “b”.

**27-A NBR 8196 / 1999 trata do uso de escalas em desenhos técnicos. Ao medir o desenho em escala representado na figura por meio de uma régua percebeu-se que a distância entre os centros dos dois furos está representada por 6cm. As cotas mostram medidas em mm.**



Segundo essa norma, esses resultados indicam que o desenho foi elaborado na escala

(A) 10:1

(B) 5:1

(C) 1:10

(D) 1:5

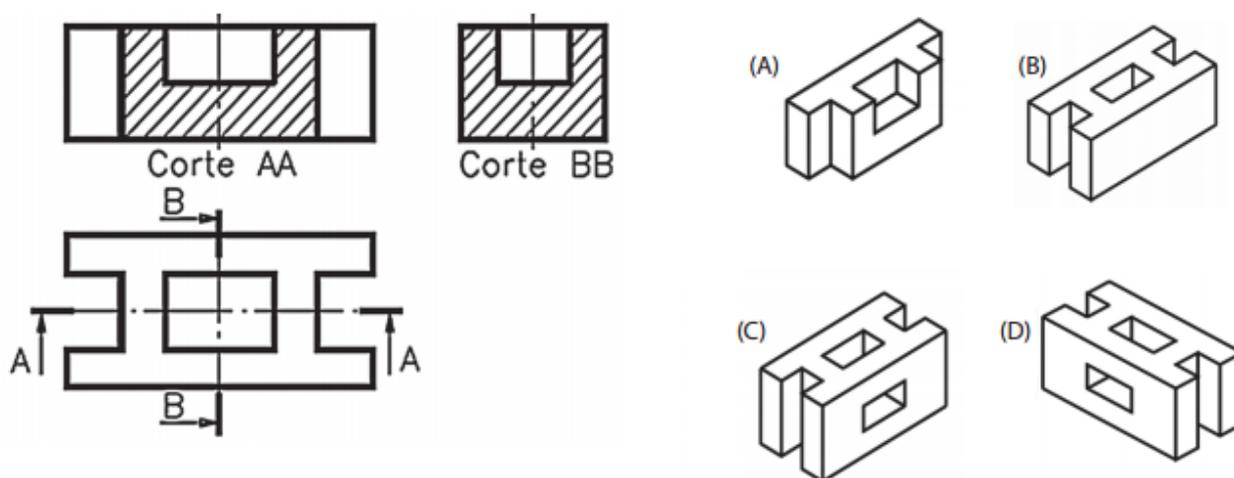
(E) 1:1

R. O desenho está representado na escala 1 para 5 ou 1:5, pois cada cm no desenho corresponde a 5cm na realidade.

**28- Um profissional de Arquitetura necessitou representar uma edificação de formato retangular em um papel formato A4. Sabe-se que essa edificação possui dimensões de 15,00m de frente por 25,00m de profundidade. O terreno foi desenhado com 30cm por 50cm. Nesse caso qual a escala utilizada?**

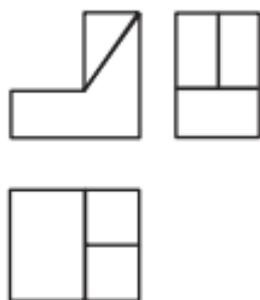
R. A escala foi de 1:50, onde cada 1cm no desenho representa 50cm no real.

**29- Qual alternativa representa a correta representação da perspectiva isométrica da peça?**

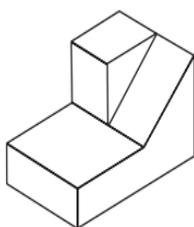


R. A representação correta é visualizada na alternativa “b”.

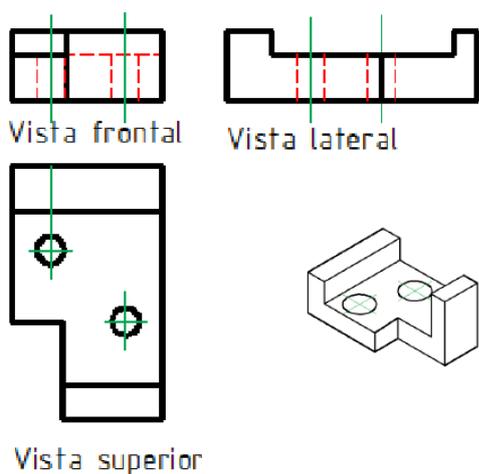
**30- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.**



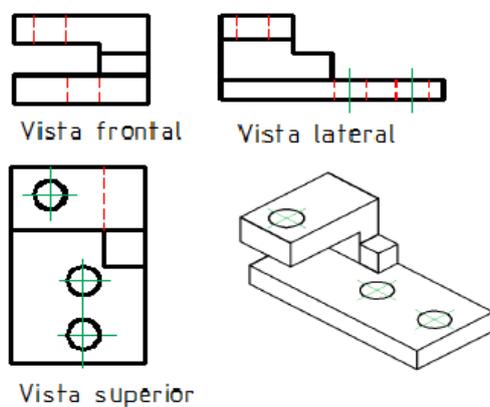
R. A perspectiva isométrica da peça é:



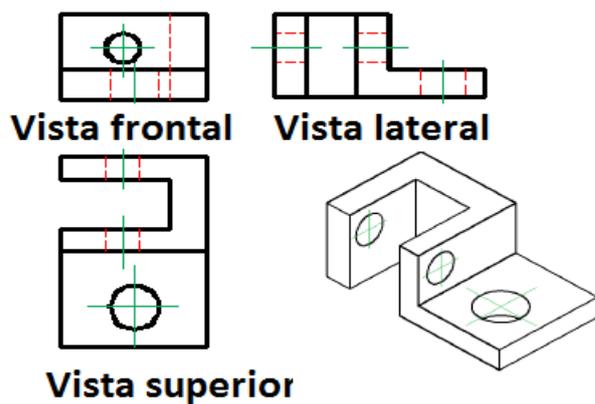
31- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



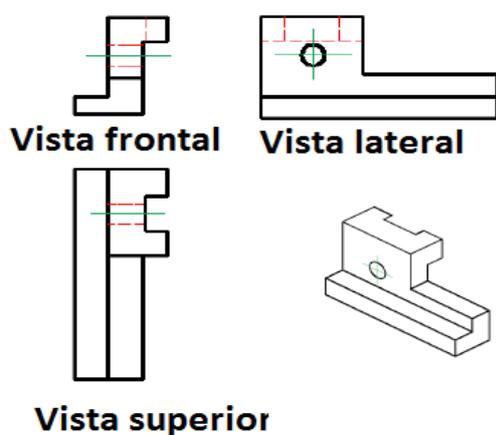
32- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



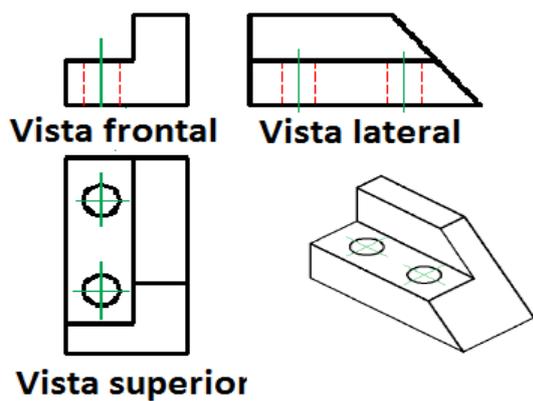
33- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



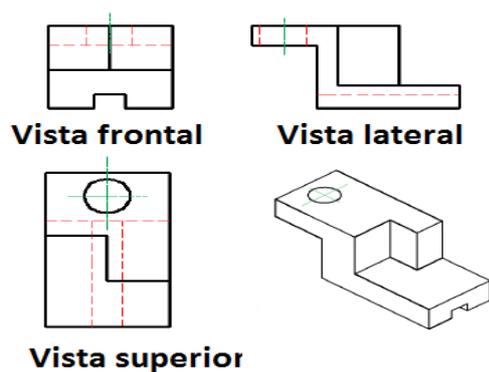
34- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



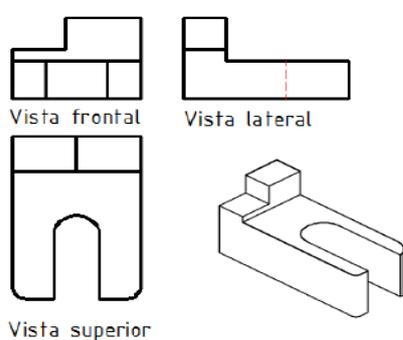
35- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



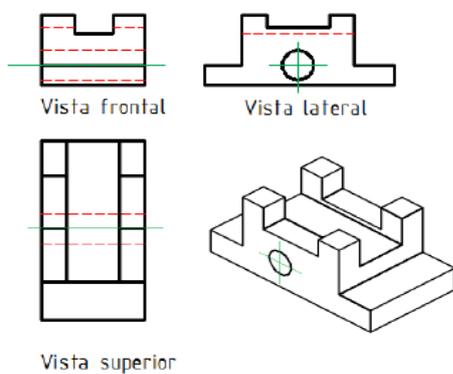
36- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



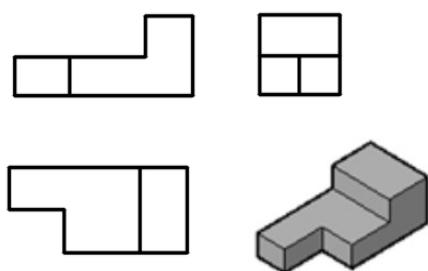
37- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



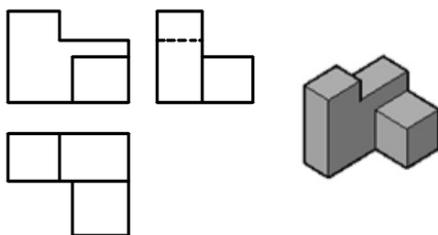
38- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



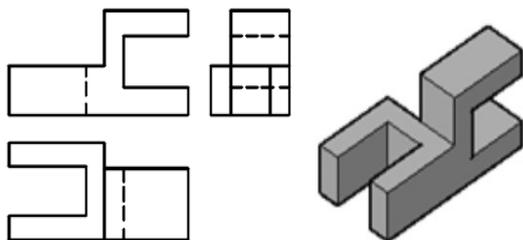
39- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



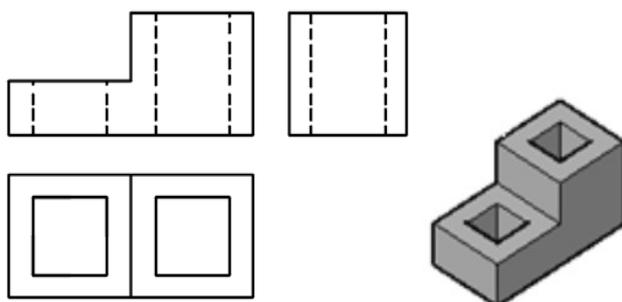
40- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



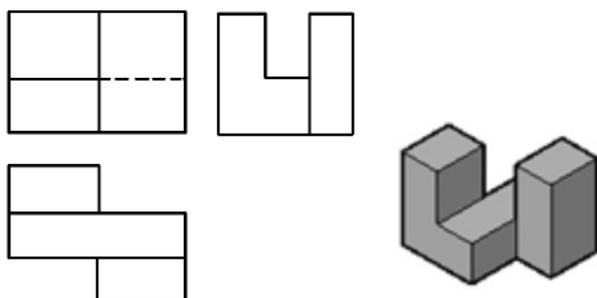
41- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



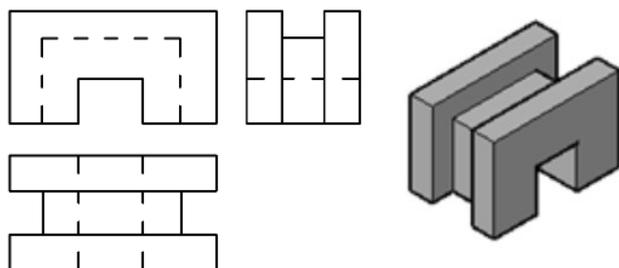
42- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



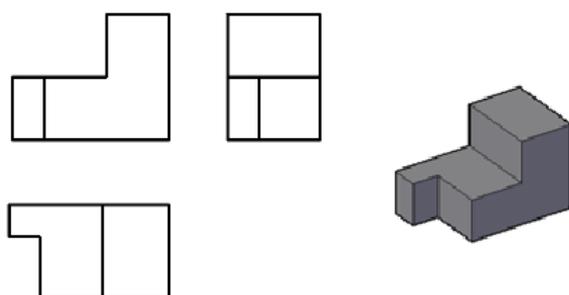
43- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



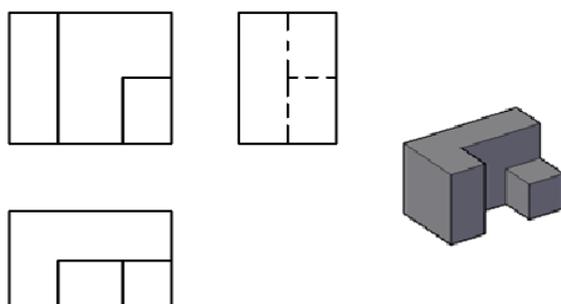
44- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



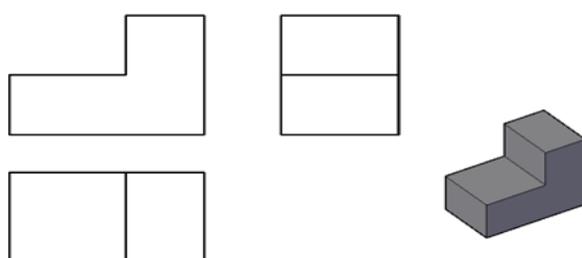
45- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



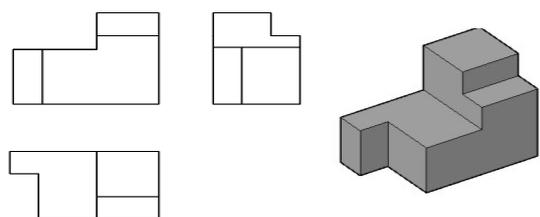
46- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



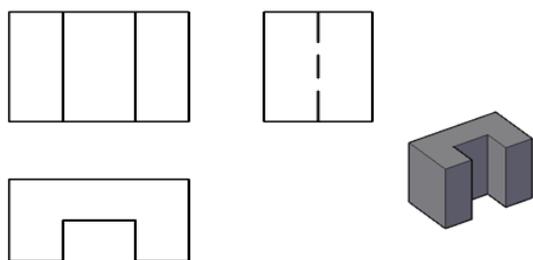
47- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



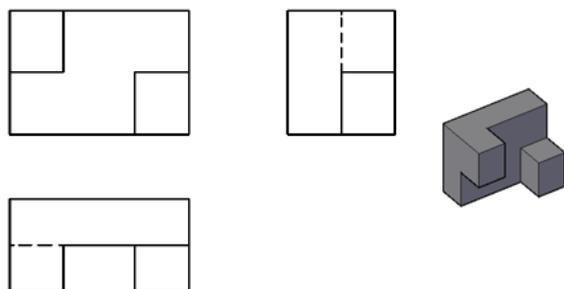
48- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



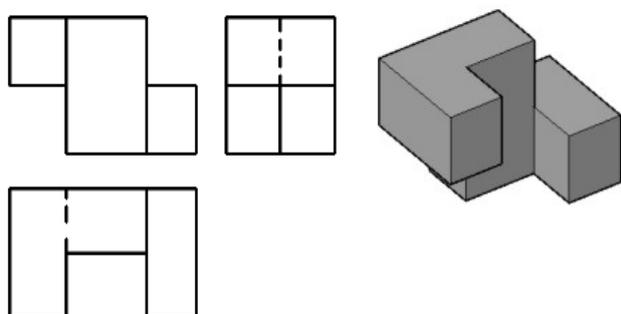
49- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



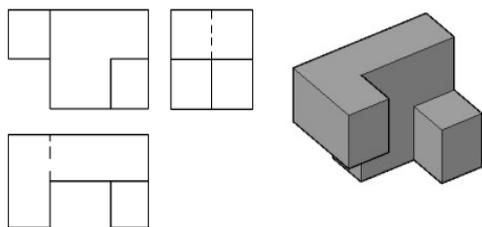
50- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



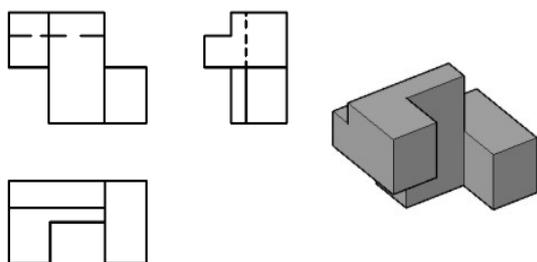
51- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



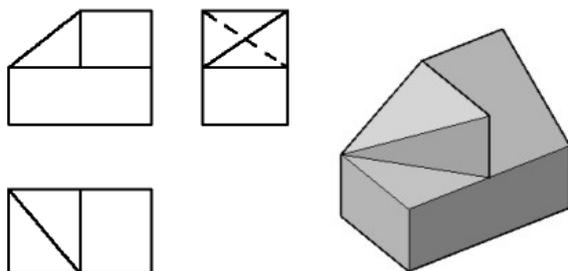
52- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



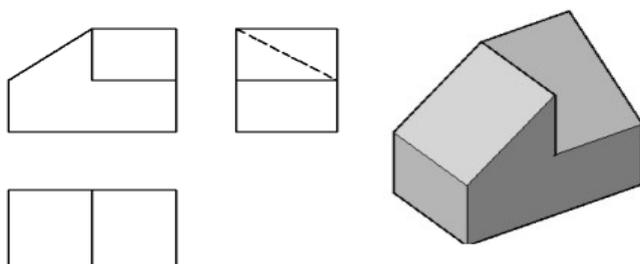
53- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



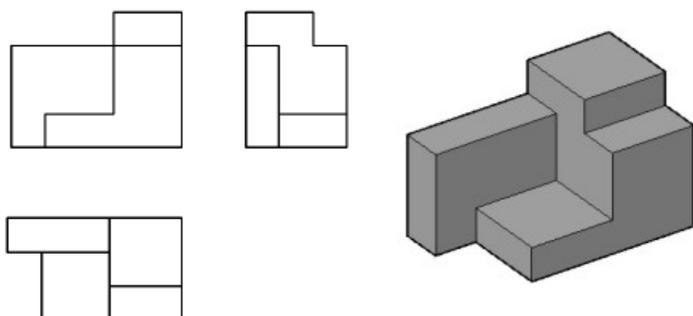
54- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



55- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



56- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



57- Quais os tamanhos de papel recomendados pela norma NBR 10.068 para desenho técnico?

R. Os principais formatos de papéis recomendados pela norma são A0, A1, A2, A3 e A4.

A1	A2	<b>Referência</b>	<b>X (mm)</b>	<b>Y (mm)</b>
		2 A0	1189	1682
		A0	841	1189
		A1	594	841
	A3	A2	420	594
		A3	297	420
	A4	A4	210	297
		A5	148	210

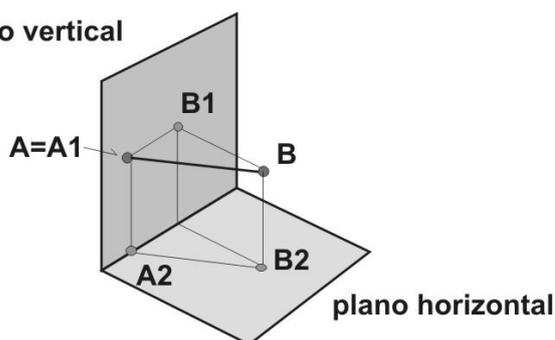
58- Complete a tabela de escalas:

Medida no desenho em cm	Escala utilizada	Medida do objeto real (cm)
15		300
12	50	
	100	400

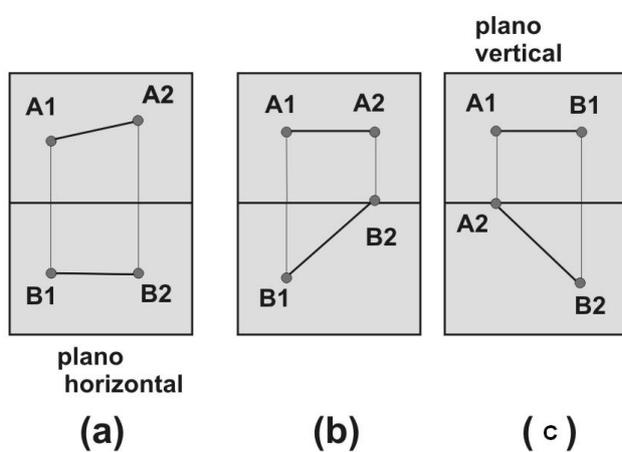
R. Na primeira linha tem-se escala 1:20, na segunda linha tem-se medida real de 600cm e na terceira linha tem-se medida no desenho de 4cm.

59- Em qual dos desenhos abaixo foi utilizada a representação em “épura” correta do segmento de reta AB?

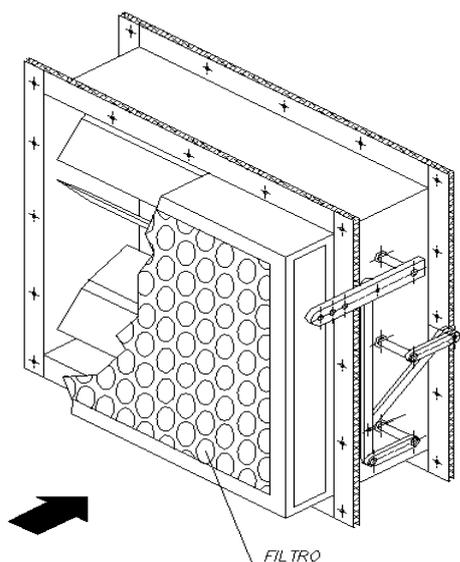
plano vertical



R. A representação correta encontra-se na letra “C”.

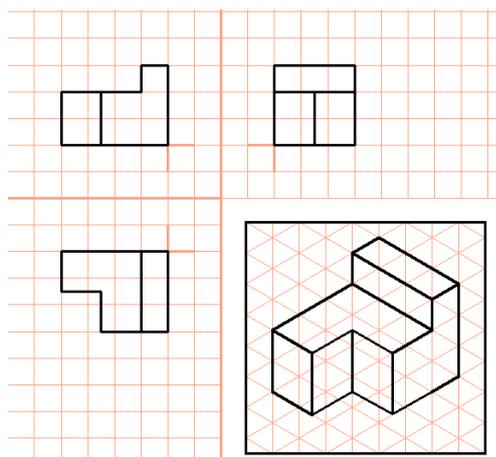


60- Descreva o que representa a ilustração abaixo:

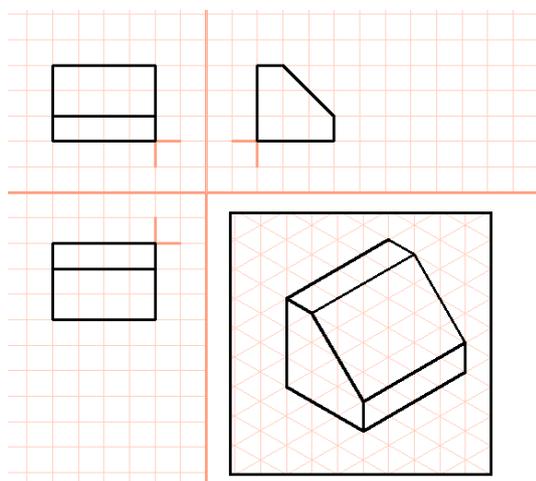


R. Esta imagem ilustra uma tomada de ar externo para renovação para ambientes climatizados. Na figura podemos observar o filtro e o sistema de fixação e de regulagem.

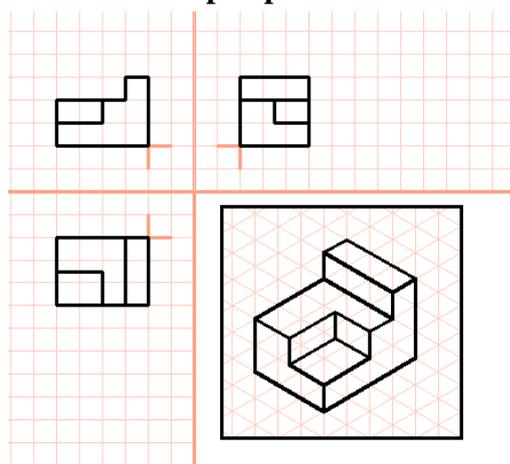
61- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



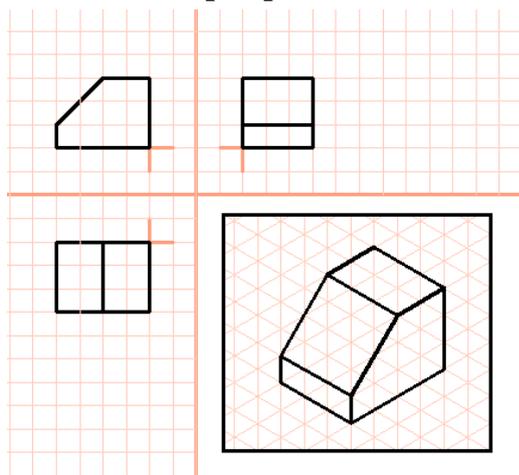
62- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



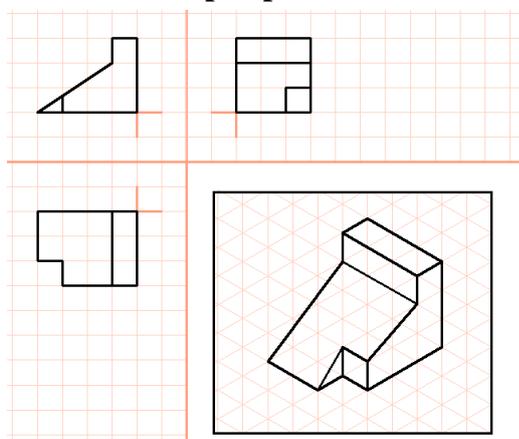
63- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



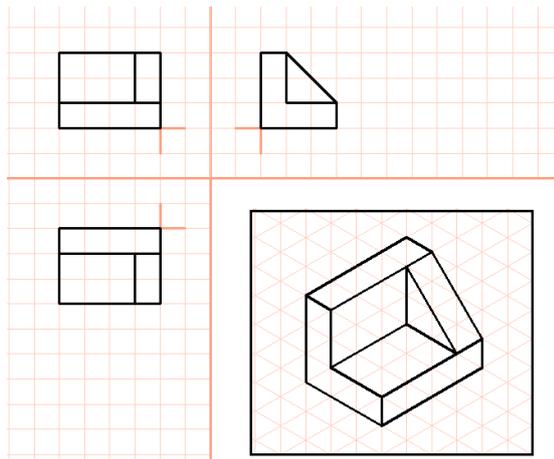
64- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



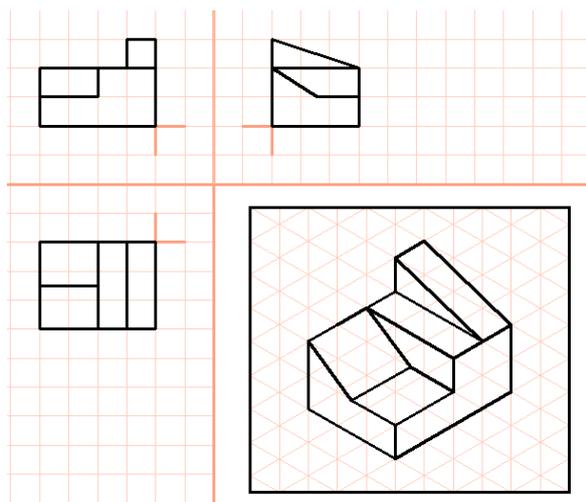
65- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



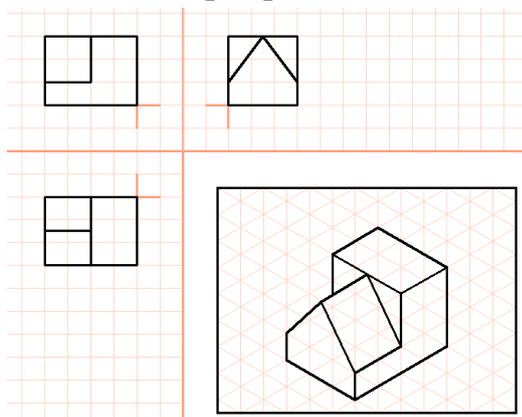
66- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



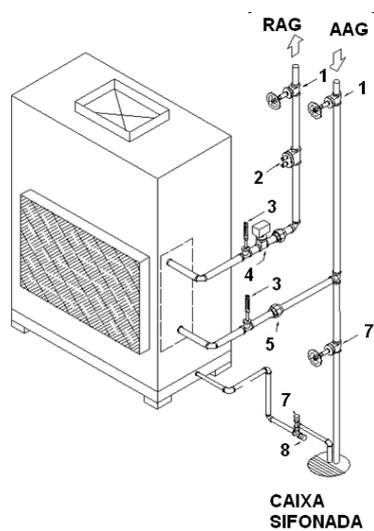
67- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.



68- Desenhe a perspectiva isométrica que representa a peça representada pelas 3 vistas.

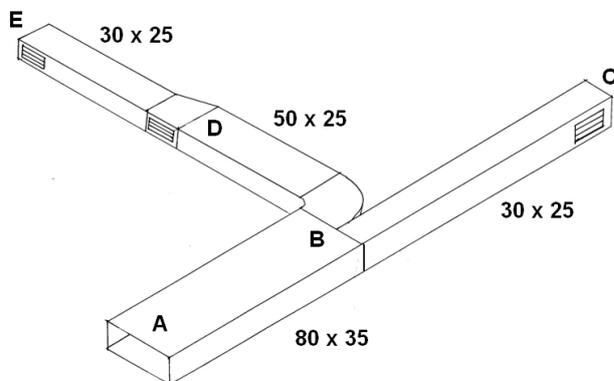


69- Descreva quais são os componentes numerados na ilustração de um fan-coil vertical.



R. Os números representam: 1=válvula de gaveta, 2=válvula balanceadora, 3= termômetro, 4= válvula de 2 vias, 5 = união, 6= tampão para enchimento inicial do sifão, 7=plug para limpeza, AAG = alimentação de água gelada, RAG = retorno de água gelada.

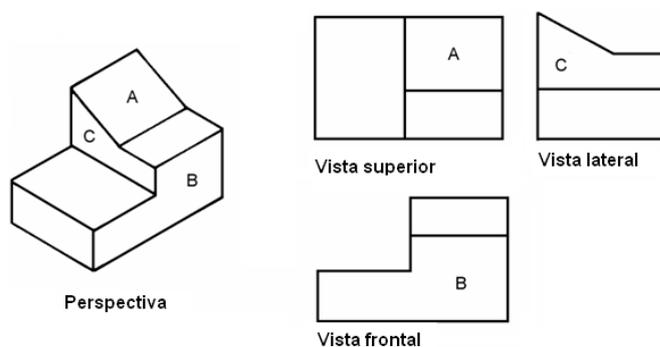
**70- Calcule a área de chapas necessária para construção dos dutos representados a seguir. Seja AB=4m, BC = 5m, BD = 3m e DE = 3m.**



Trecho	Perímetro	Área lateral
AB (80x35)	$2 * (80+35) = 230\text{cm}$	$=2,30 \times 4\text{m} = 9,20 \text{ m}^2$
BC (30x25)	$2 * (30+25) = 110\text{cm}$	$=1,10 \times 5\text{m} = 5,50 \text{ m}^2$
BD (50x25)	$2 * (50+25) = 150\text{cm}$	$= 1,50 \times 3\text{m} = 4,50 \text{ m}^2$
DE (30x25)	$2 * (30+25) = 110\text{cm}$	$= 1,10 \times 3\text{m} = 3,30 \text{ m}^2$

A área total é de 22,50m<sup>2</sup>. Normalmente se adiciona um percentual de 20% para compensar perdas no corte das chapas.

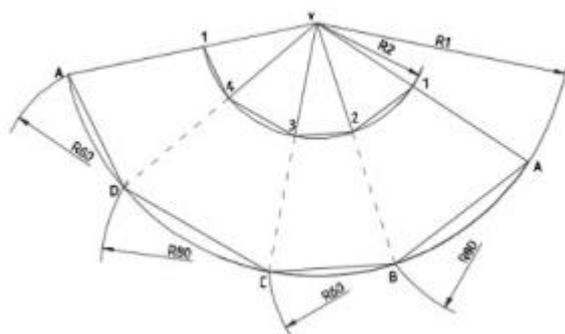
**71- Qual o erro pode ser observado na representação, considerando a norma de desenho técnico ?**



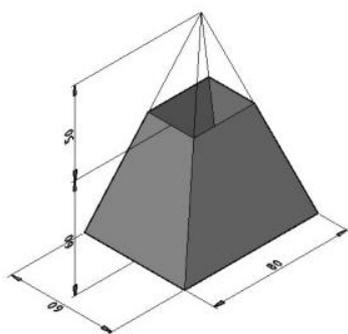
R. Apesar de desenhadas de forma corretas, as vistas estão posicionadas de forma equivocada. O correto é a representação no primeiro diedro, onde a vista superior se posiciona na parte de baixo. Sobre a vista superior deve ser representada a vista superior. A vista lateral está na posição correta.



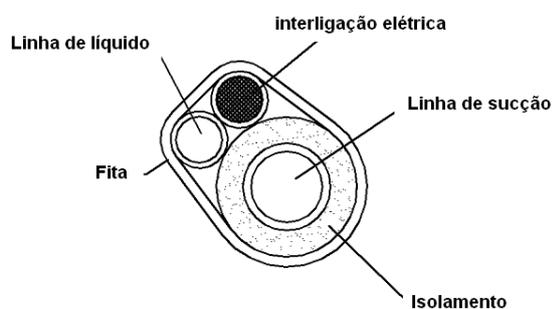
74- Qual o formato da peça representada pela planificação abaixo?



R. Esta é a planificação de um tronco de pirâmide, conforme mostrado abaixo.

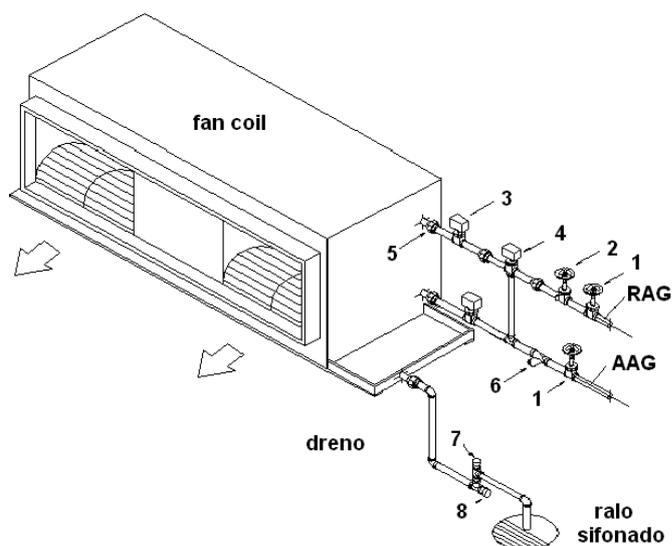


75- O que representa a ilustração abaixo?



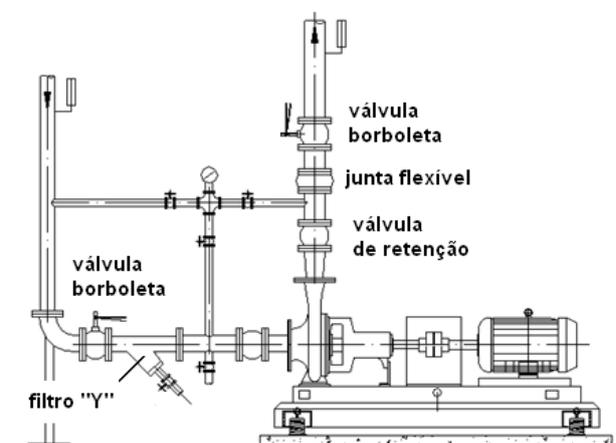
R. O desenho representa a interligação das unidades condensadora e evaporadora de um aparelho split.

76- Descreva quais são os componentes numerados na ilustração de um fan-coil.



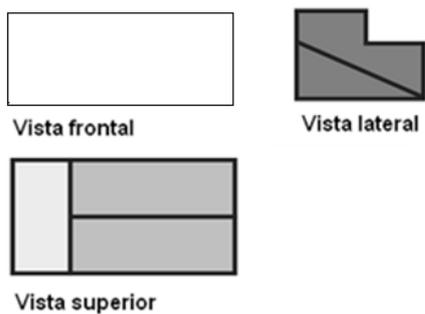
R. Na figura temos: 1 = válvula gaveta, 2 = válvula globo, 3 = ponto de medição de fluxo, 4 = válvula de 3 vias, 5 = união, 6 = filtro "Y", 7 = tampão para enchimento inicial do sifão, 8 = plug para limpeza, AAG = alimentação de água gelada, RAG = retorno de água gelada.

77- O que está representado na figura abaixo?



R. Representa a vista de uma bomba de circulação de água.

78- Complete a representação da peça.



Resposta: Analisando a vista superior e lateral é possível inferir que a representação que falta é:

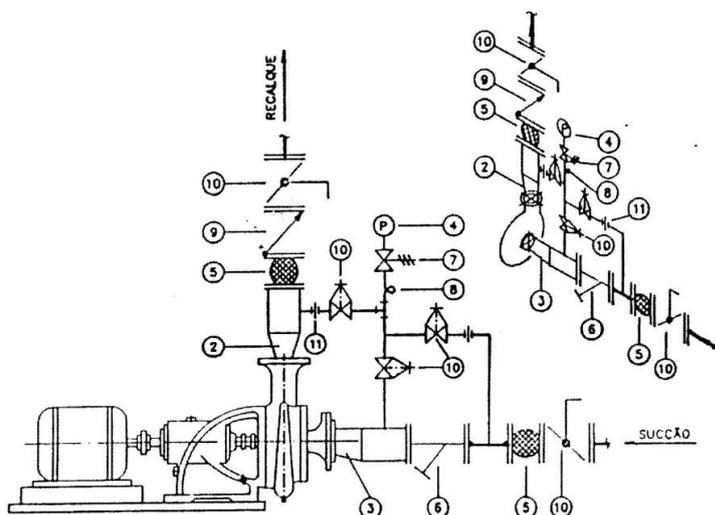


79- Qual a representação de uma válvula de gaveta, válvula de globo e válvula solenóide em desenhos de tubulações de refrigeração e climatização?

R. As representações seguem abaixo.

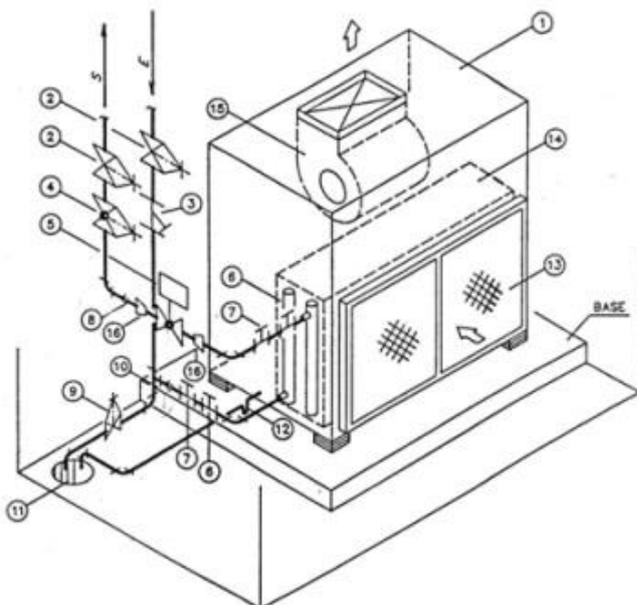


80- Qual o significado da numeração da figura?



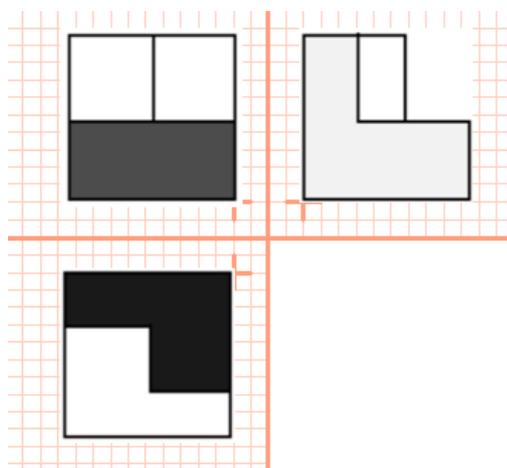
R. 1 = bomba de água, 2 = redução concêntrica, 3 = redução excêntrica, 4 = manômetro, 5 = amortecedor de vibração, 6 = filtro “Y”, 7 = válvula de purga de ar, 8 = tubo sifão, 9 = válvula de retenção, 10 = válvula borboleta, 11 = união.

**81- Qual o significado da numeração da figura ilustrada abaixo?**



R. 1 = condicionador de ar, 2 = válvula gaveta, 3 – filtro “Y”, 4 = válvula globo, 5 = válvula de 2 vias motorizada, 6 = poço para manômetro, 7 = poço para termômetro, 8 = união, 9 = válvula gaveta para drenagem, 10 = bucha de redução, 11 = ralo sifonado, 12 = drenagem, 13 = filtro de ar, 14 = serpentina de resfriamento, 15 = ventilador, 16 = redução concêntrica.

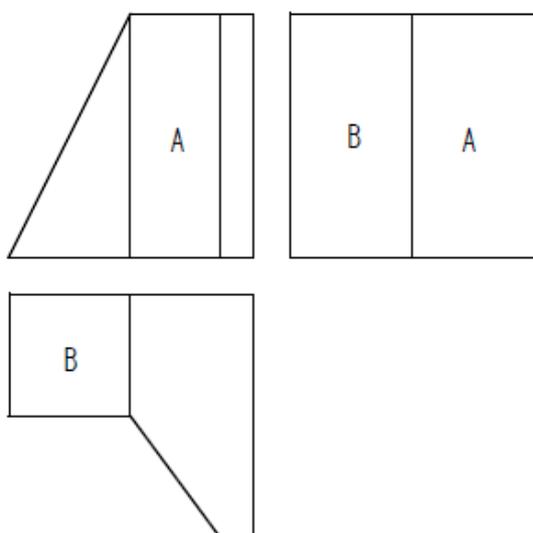
**82- Desenhe a vista isométrica da peça representada pelas vistas ortogonais.**



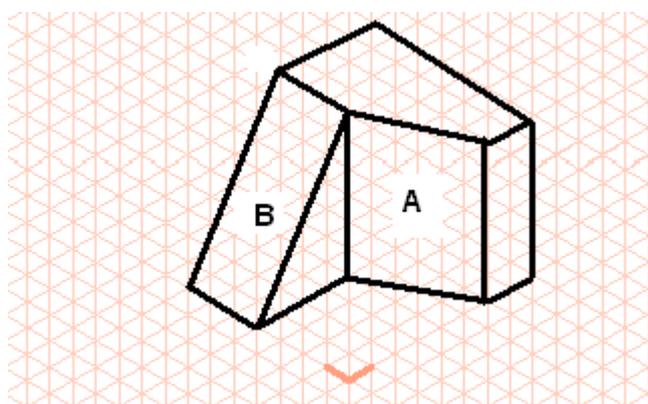
R. A perspectiva é representada abaixo:



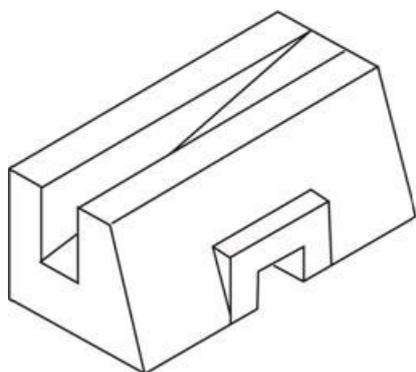
83- Elabore a perspectiva isométrica da peça representada pelas vistas ortogonais.



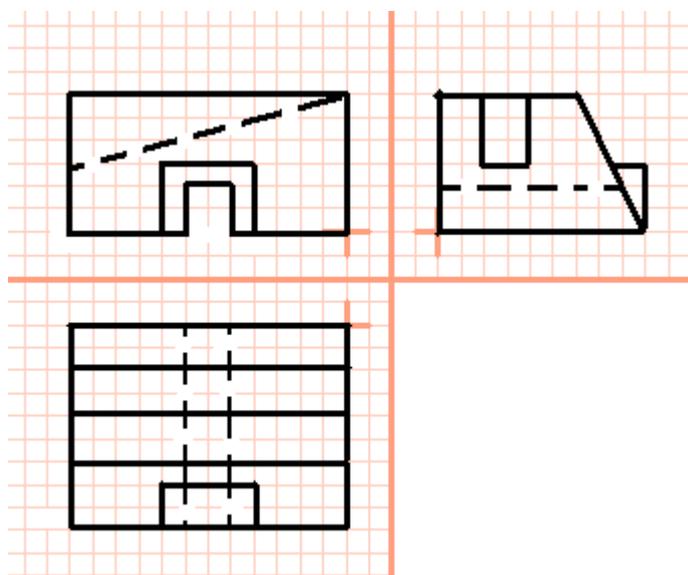
R. A peça representada pelas 3 vistas segue abaixo:



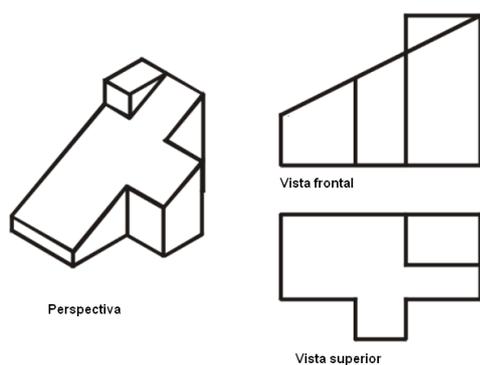
84- Elabore as 3 vistas ortogonais da peça representada abaixo.



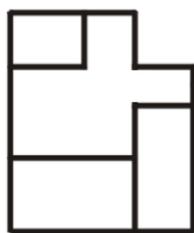
R. As vistas ortogonais estão representadas abaixo:



85- Complete a figura com a vista lateral.

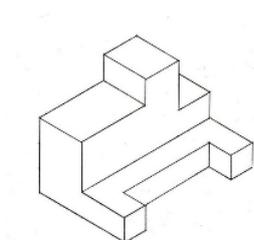


R. A vista lateral é representada a seguir:

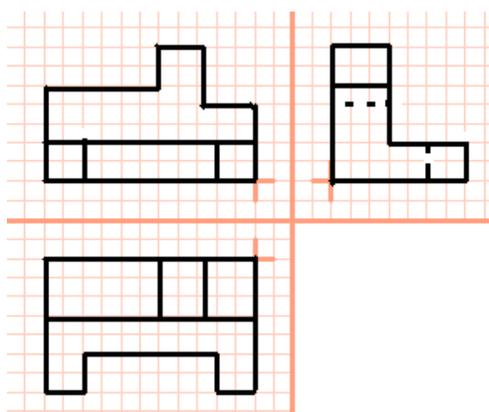


Vista lateral

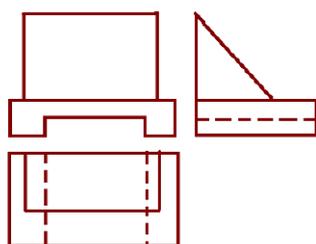
86- Desenhe as 3 vistas ortogonais da peça abaixo:



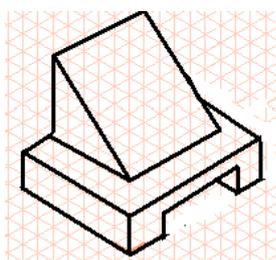
R. As vistas ortogonais estão representadas abaixo:



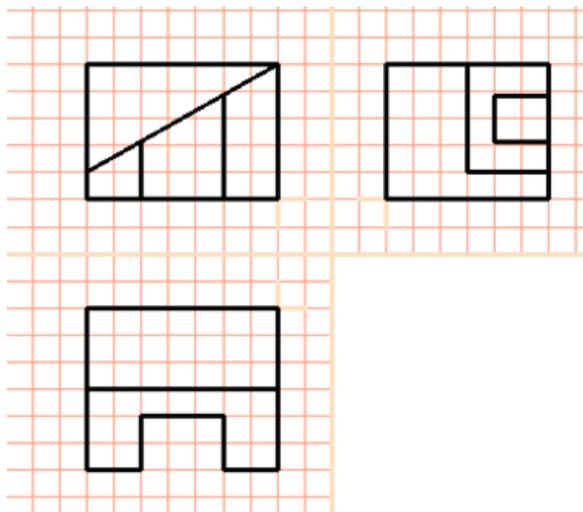
87- Desenhe a perspectiva isométrica da peça:



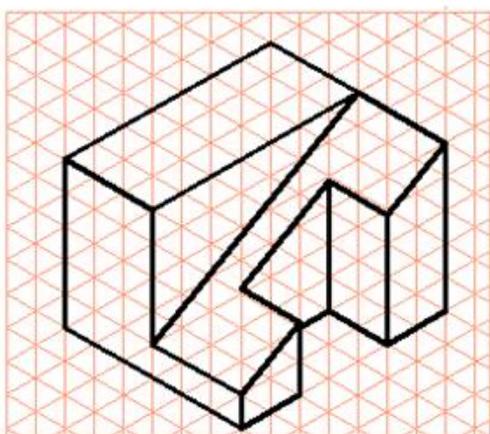
R. A vista isométrica da peça é visualizada e mostrada a seguir:



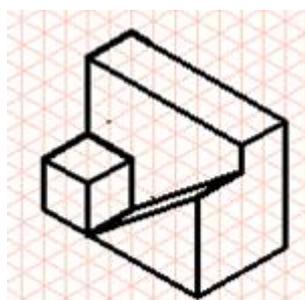
**88- Desenhe a perspectiva isométrica da peça:**



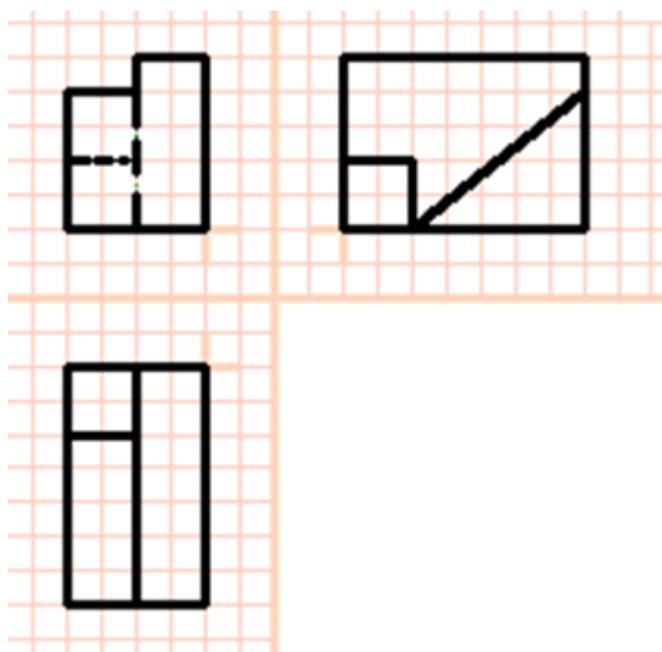
R. A perspectiva isométrica é representada abaixo:



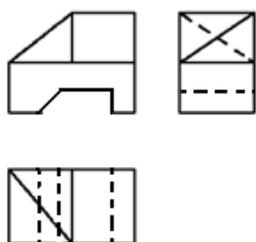
**89- Desenhe as três vistas ortogonais da peça:**



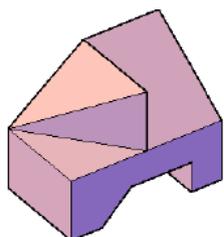
R. As vistas ortogonais são representadas abaixo:



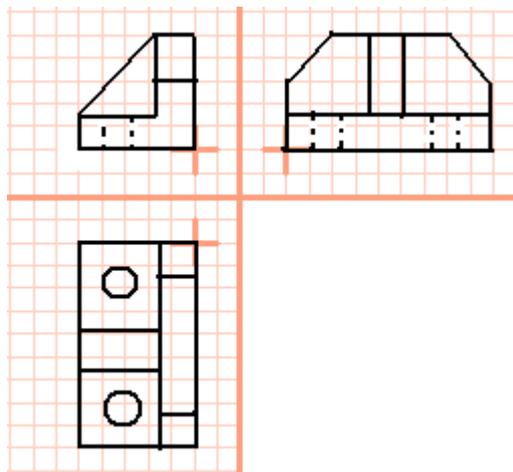
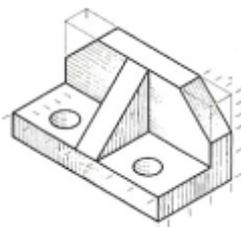
90- Desenhe a perspectiva isométrica da peça:



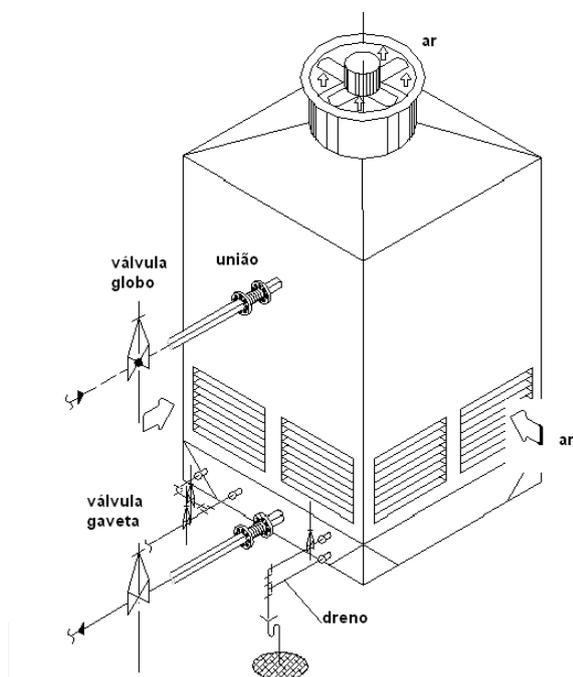
R. A perspectiva é representada a seguir:



91- Represente as vistas ortogonais das peças representadas abaixo:

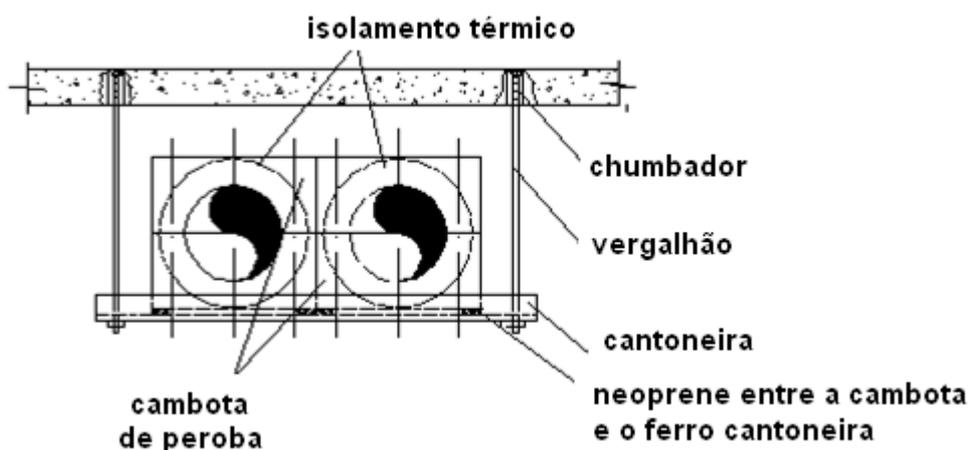


92- O que representamos na figura abaixo?



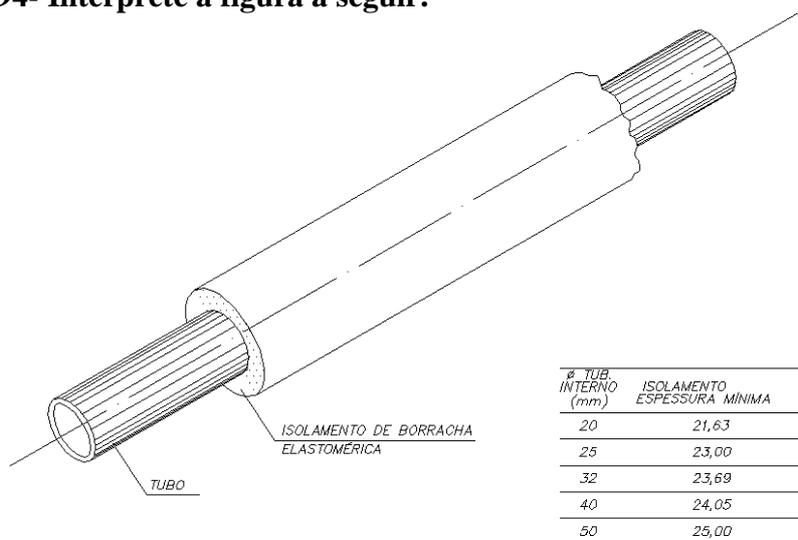
R. A figura ilustra uma torre de arrefecimento para resfriamento da água de condensação de um sistema de climatização / refrigeração.

93- Interprete a figura a seguir:



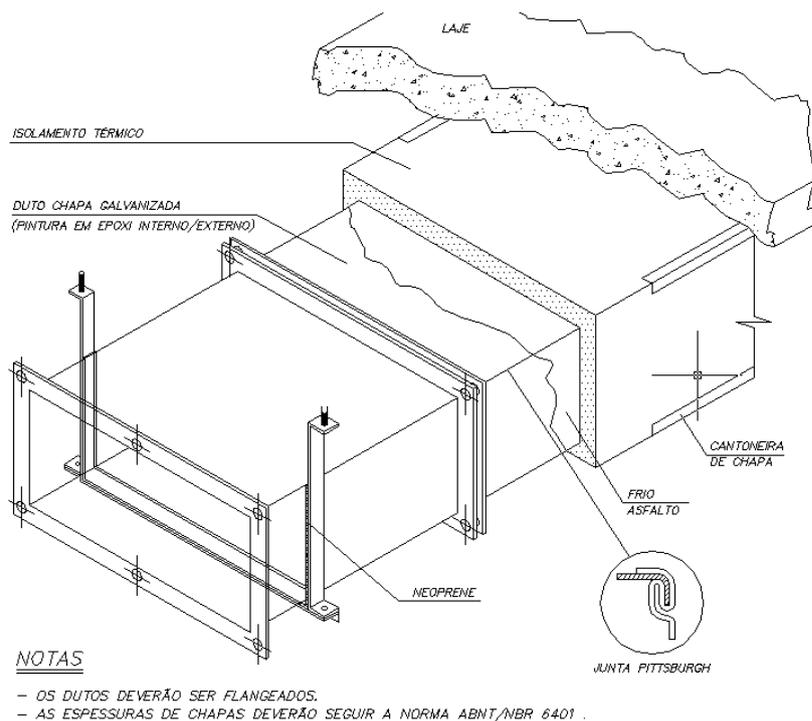
R. A figura representa um corte em uma linha de distribuição de água gelada de um sistema fan-coil chiller. A tubulação de água gelada é suportada por uma estrutura com cantoneira e chumbador. As tubulações são isoladas do ambiente.

94- Interprete a figura a seguir:



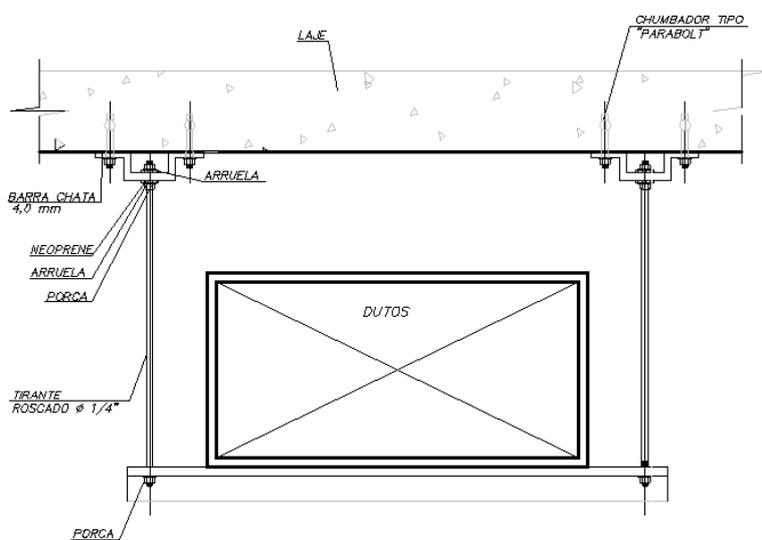
R. A figura representa uma tubulação de distribuição de água gelada de um sistema de expansão indireta. Na figura é possível visualizar o isolamento térmico de borracha elastomérica nas espessuras indicadas na tabela.

### 95- Interprete a figura:



R. Trata-se de uma ilustração de um duto de distribuição de ar climatizado com isolamento e união do tipo junta “pittsburgh”

### 96- Interprete a figura:

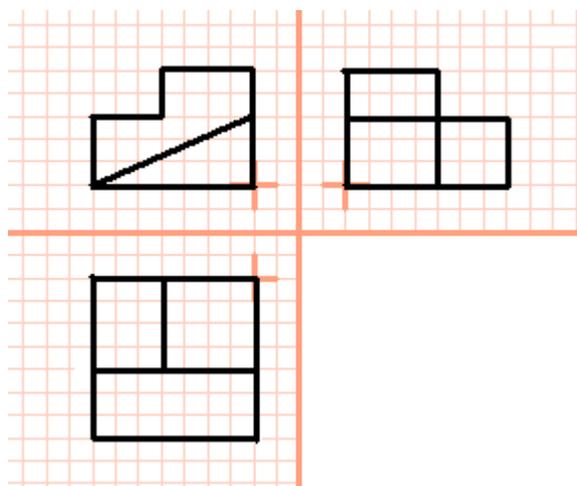


R. Trata-se de uma secção de um duto de climatização suportado por meio de tirantes e chumbadores tipo “parabolt”.

**97- Complete a tabela de escalas:**

Medida no desenho em cm	Escala utilizada	Medida do objeto real (cm)
40		2000
10	5:1	
	1:5	80

R. Na primeira linha tem se escala 1:50, na segunda linha tem-se medida real de 2cm e na terceira linha tem-se medida no desenho de 16cm.

**98- Desenhe a perspectiva isométrica da peça representada pelas vistas ortogonais.**

R. A peça é representada pela perspectiva:

