

PCC2110

**DESENHO
GEOLOGIA PARA**

VOL. I – PERSPECTIVAS

EQUIPE DE PROFESSORES DE DESENHO

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPTO. DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL (PCC)**

2005

ÍNDICE:

1. PERSPECTIVA ISOMÉTRICA.....	2
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 INTRODUÇÃO.....	2
1.3 PERSPECTIVA CILÍNDRICA ORTOGONAL.....	4
1.4 TIPOS DE PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA.....	5
1.4.1 Perspectiva isométrica.....	5
1.4.2 Perspectivas dimétrica e trimétrica.....	6
1.5 ESBOÇO DE PERSPECTIVA ISOMÉTRICA.....	7
1.5.1 Método da caixa auxiliar.....	7
1.5.2 Método de construção por blocos.....	8
1.5.3 Desenho de circunferências e arcos em perspectiva isométrica.....	9
1.5.4 Desenho de curvas em perspectiva isométrica.....	10
1.6 POSIÇÕES DA PERSPECTIVA ISOMÉTRICA.....	11
1.7 EXEMPLOS DE PEÇAS EM PERSPECTIVA ISOMÉTRICA.....	12
1.8 EXERCÍCIOS.....	13
2. ESBOÇO DE PERSPECTIVAS CÔNICAS E CAVALEIRAS.....	17
2.1 Perspectiva cônica.....	17
2.2 Perspectiva cavaleira.....	19

1. PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

1.1 OBJETIVOS

- Habilitar o leitor para a leitura e construção de perspectivas isométricas;
- Capacitar o leitor a distinguir entre os diversos tipos de perspectivas, conhecendo seu processo de formação.

1.2 INTRODUÇÃO

Perspectivas de um objeto são obtidas através da projeção do objeto no plano posicionado de forma que possam ser visualizadas várias faces simultaneamente. Veja a figura 1. Os usos mais comuns para perspectivas são na ilustração de manuais do usuário e apresentações onde nem sempre o público alvo domina a técnica de representação por vistas ortográficas. Também é usada junto a uma audiência técnica quando se deseja ilustrar mais claramente algum detalhe cuja visualização é complexa e também em desenhos de montagem (perspectiva explodida).

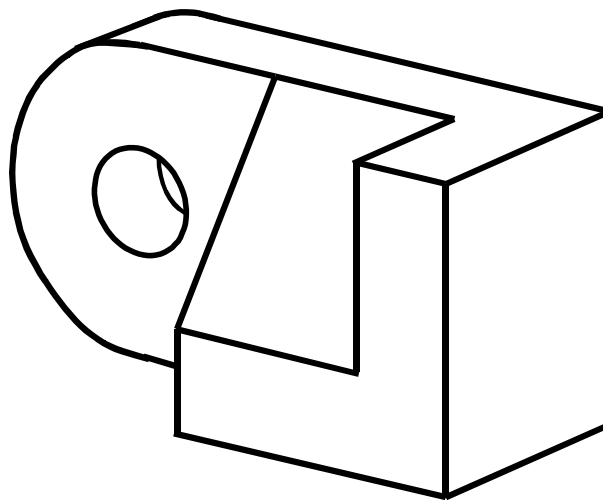


Figura 1 - Perspectiva de um objeto

Existem vários tipos de projeções que, de acordo com a posição do objeto em relação aos planos de projeção, permitem gerar as vistas ortográficas e diversos tipos de perspectivas. A figura 2 mostra um diagrama com estas relações.

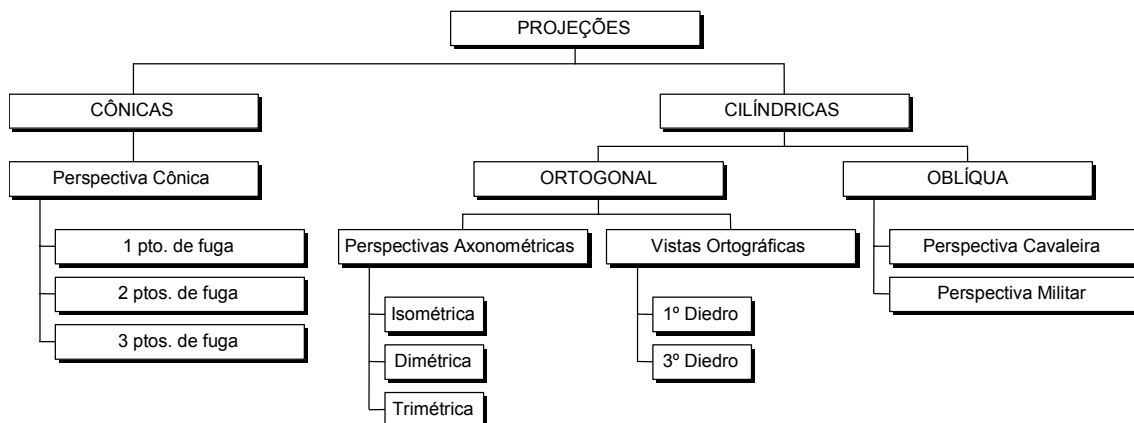


Figura 2 - Classificação das Projeções e Perspectivas

A projeção cônica é aquela em que o observador está relativamente próximo ao objeto projetado. Os raios visuais (fig. 3) partem do (ou convergem para) o observador ou centro de projeção, como se este estivesse no vértice de um cone, daí o nome deste tipo de projeção.

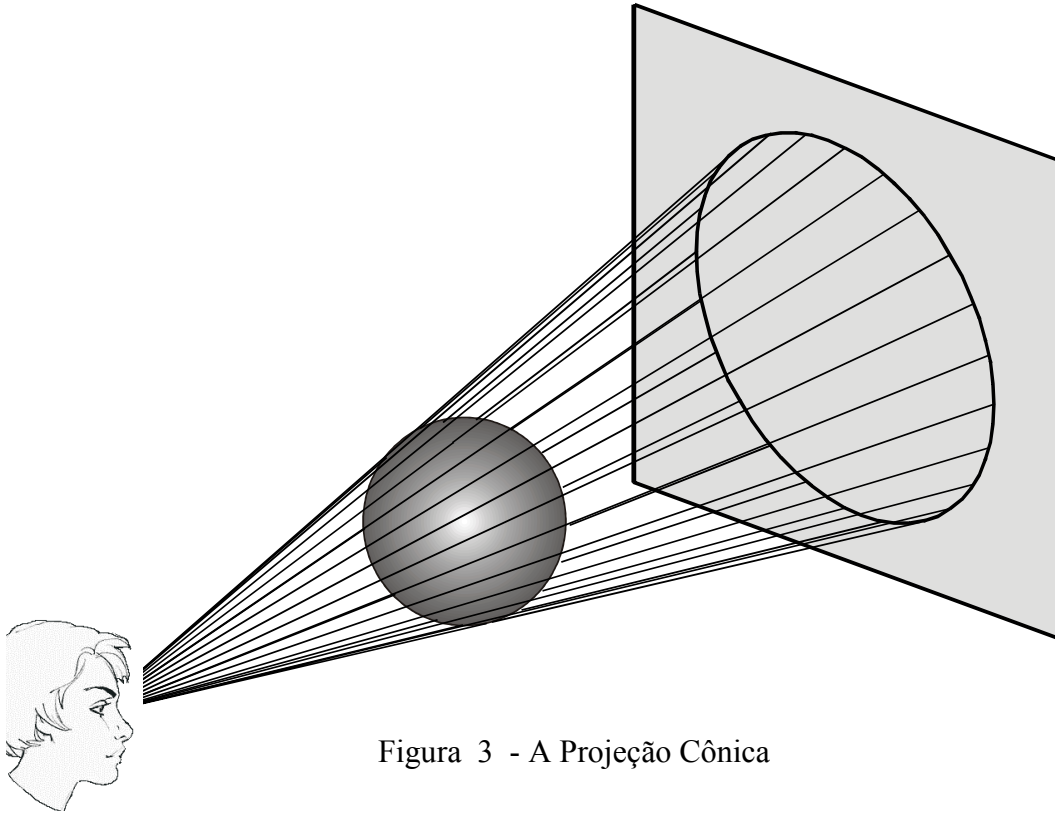


Figura 3 - A Projeção Cônica

Na projeção cilíndrica, o observador está muito longe do objeto (a rigor, infinitamente distante). Os raios projetantes são todos paralelos (figura 4).

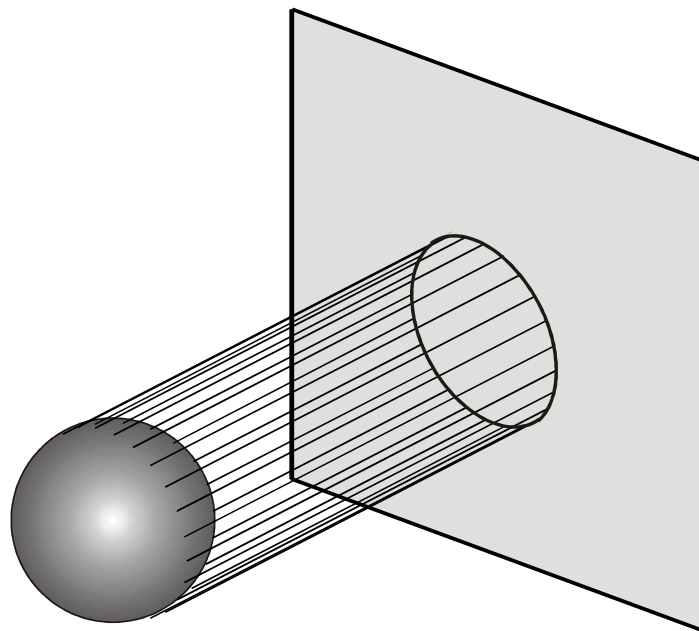


Figura 4 - A Projeção Cilíndrica

As perspectivas ilustram os objetos de maneira mais parecida como os enxergamos. Dentre os diversos tipos de perspectivas, a que mais se aproxima da visão humana é a chamada *Perspectiva Cônica ou Natural*.

A perspectiva natural é obtida através de projeção cônica enquanto as demais usam a projeção cilíndrica.

Apesar de ter o aspecto mais realístico de todas as perspectivas, a construção da perspectiva cônica pode ser bastante trabalhosa, nem sempre compensando sua execução. Sabe-se que as distorções, em relação à perspectiva natural, causadas pela projeção cilíndrica são tanto menores quanto maiores forem as distâncias entre o observador e o objeto, em relação às dimensões do próprio objeto (fig. 5). Assim, por exemplo, um objeto pequeno a uma distância média ou um objeto grande, a uma distância muito grande do observador, não sofrerão distorções incômodas na perspectiva paralela.

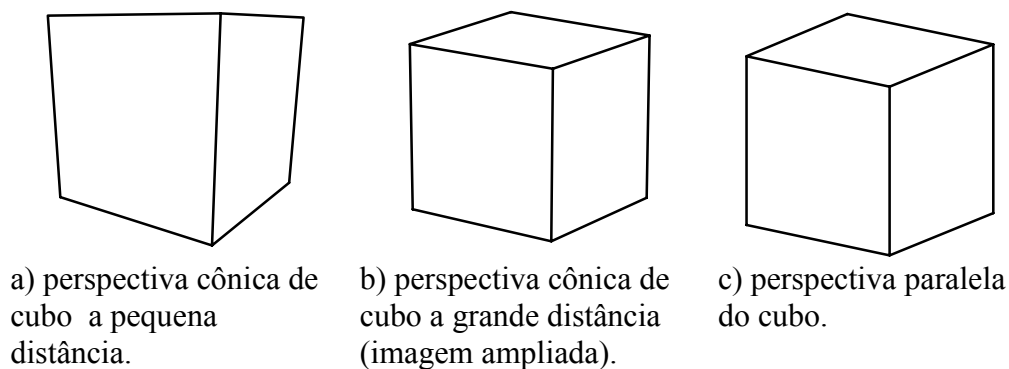


Figura 5 - Distorção da perspectiva paralela

Sendo o processo de construção de perspectivas cônicas razoavelmente complexo e trabalhoso e, levando-se em conta o mencionado no parágrafo anterior, é comum adotar-se na prática da engenharia¹ a substituição das perspectivas cônicas pelas perspectivas paralelas. Podemos citar os seguintes pontos como vantagens da adoção da perspectiva paralela sobre a cônica:

- maior facilidade de construção;
- pequena distorção na maioria dos casos;
- maior facilidade de indicação de cotas e tomada de medidas.

1.3 PERSPECTIVA CILÍNDRICA ORTOGONAL

Nesta seção estudaremos as perspectivas cilíndricas ortogonais, também chamadas perspectivas axonométricas.

Este tipo de perspectiva é obtida através da projeção cilíndrica (ou de centro impróprio), com a direção de projeção ortogonal ao quadro de projeção (fig. 6).

Para que se obtenha uma perspectiva, isto é, a sensação de tridimensionalidade, é necessário que a posição do objeto em relação ao quadro permita que três faces do

¹ Na Arquitetura, por tratar com objetos de grandes dimensões (edifícios), o uso da perspectiva cônica é mais comum pois as distorções das perspectivas paralelas, neste caso, são consideráveis.

objeto sejam visualizadas. Existem infinitas posições que respeitam esta condição, cada uma originando uma perspectiva diferente.

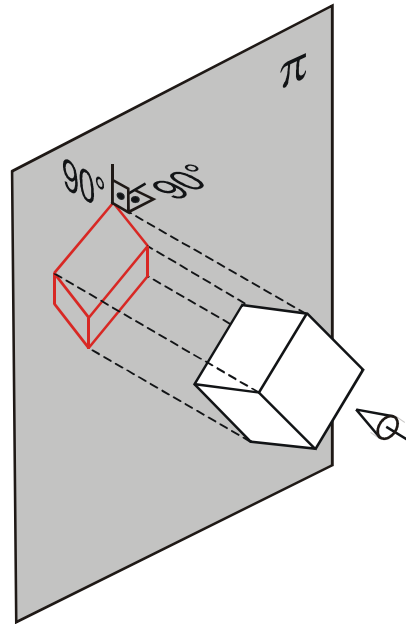


Figura 6 - Projeção cilíndrica ortogonal.

1.4 TIPOS DE PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

Todas as perspectivas obtidas por projeção cilíndrica ortogonal são denominadas axonométricas. No entanto, *dependendo da posição do objeto em relação ao quadro de projeção*, podemos classificá-las em 3 tipos principais:

- perspectiva isométrica;
- perspectiva dimétrica;
- perspectiva trimétrica;

O comprimento das projeções das arestas que compõem um objeto poderão sofrer redução em relação à medida real das arestas caso estas não sejam paralelas ao quadro de projeção no qual gerou-se a perspectiva. O encurtamento relativo à cada uma das direções principais do objeto constitui-se numa das diferenças mais importantes entre os vários tipos de perspectivas axonométricas.

1.4.1 *Perspectiva isométrica*

Quando os eixos do triedro triretângulo que determina as direções principais do objeto formam três ângulos iguais (α) com o plano de projeção, tem-se a perspectiva isométrica (fig. 7). Isto determina um *posicionamento único* e característico para geração deste tipo de perspectiva. Pode-se calcular o ângulo que estes eixos formam com o plano de projeção ($\alpha = 35^\circ 16'$).

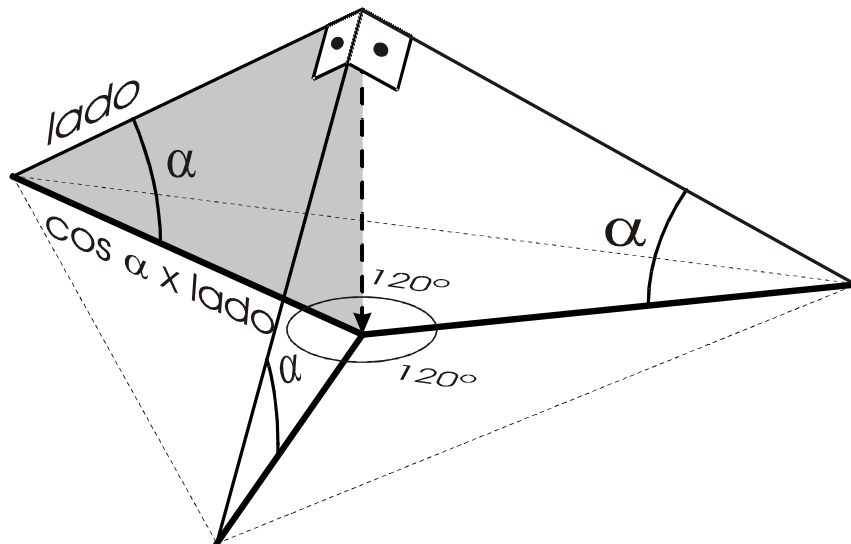


Figura 7 - Projeção do triedro triretângulo.

Nestas condições, pode-se deduzir que a perspectiva isométrica apresenta as seguintes características:

- as projeções dos três eixos formam ângulos iguais entre si (120°);
- as arestas paralelas aos eixos principais apresentam o mesmo coeficiente de redução: $k_x = k_y = k_z = \cos(\alpha = 35^\circ 16') = 0.8165$.

Por razões de simplicidade e porque o fator de redução dos três eixos é o mesmo para a isométrica, é comum executar-se a chamada ***perspectiva isométrica simplificada*** onde despreza-se o fator de redução, gerando-se uma perspectiva idêntica à exata, porém aproximadamente 22,5% maior.

1.4.2 ***Perspectivas dimétrica e trimétrica***

A perspectiva ***dimétrica*** tem este nome porque apenas dois dos eixos principais do objeto formam o mesmo ângulo com o plano de projeção. Note-se que, ao contrário da isométrica, existem *infinitas* posições do objeto em relação ao plano de projeção que satisfazem este critério.

A perspectiva ***dimétrica*** apresenta as seguintes características:

- dois eixos com o mesmo fator de redução e um eixo com fator diferente;
- dois ângulos iguais entre os eixos projetados e o 3º diferente.

Quando o objeto está numa posição qualquer em relação ao plano de projeção tem-se a perspectiva ***trimétrica***, que apresenta as seguintes características:

- cada um dos três eixos apresenta um fator de redução distinto;
- formam-se três ângulos diferentes entre os eixos projetados.

Da mesma forma que a dimétrica, existem infinitas posições para obter-se a perspectiva trimétrica.

O fato de os fatores de redução serem diferentes, aliado aos ângulos também diferentes entre os eixos, tornam a construção das perspectivas dimétrica e trimétrica muito mais difícil que a da isométrica, reduzindo sua aplicação. No entanto,

freqüentemente o aspecto destas perspectivas é mais agradável que o da isométrica, justificando seu uso em certos casos.

1.5 ESBOÇO DE PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

Devido ao fato de que os ângulos entre os eixos projetados são todos iguais na perspectiva isométrica, sua construção é grandemente facilitada pelo uso de uma folha de papel isométrico que apresenta linhas auxiliares traçadas em ângulo de 30° com a horizontal (fig. 8). Este tipo de papel é utilizado principalmente quando se está esboçando à mão-livre e pode ser adquirido em papelarias, em diversos tamanhos.

No papel isométrico, os comprimentos só podem ser medidos em direções *paralelas* aos eixos isométricos (i.e., nas direções das linhas do papel e na vertical), sendo as medidas facilmente estimadas com o auxílio da grade. A grade forma um conjunto de losangos. O comprimento da diagonal menor (vertical) dos losangos tem a mesma medida que o lado destes. Desta forma, as unidades da grade na horizontal (30° com a borda inferior do papel) são iguais às unidades na vertical (90° com a borda inferior do papel).

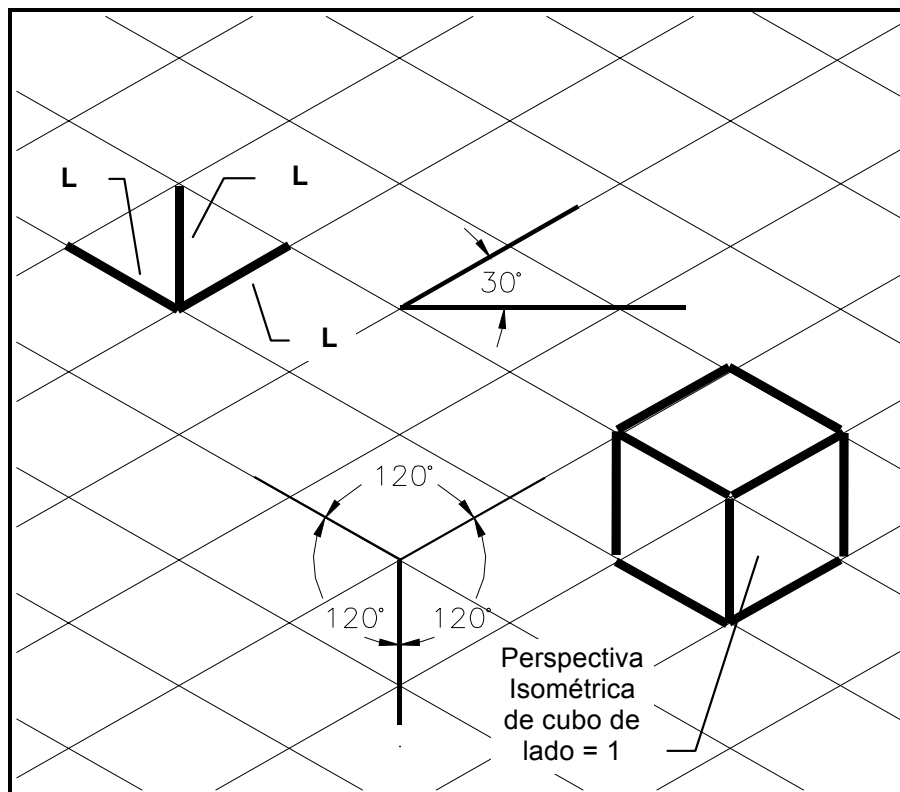


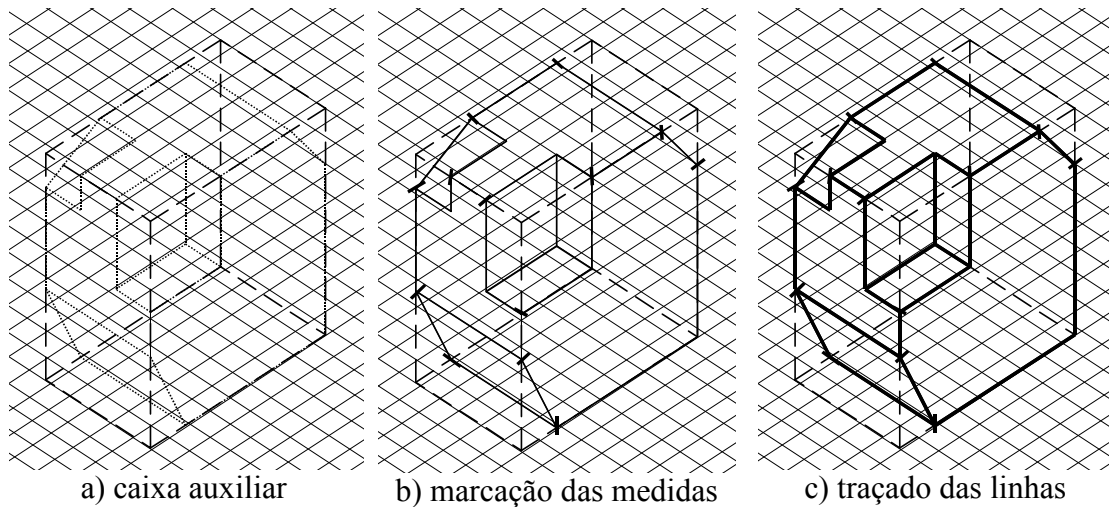
Figura 8 - O papel isométrico

Para o traçado da perspectiva isométrica, pode-se utilizar dois métodos principais: o *método da caixa auxiliar* e o da *construção por partes*. Pode-se também combinar as duas técnicas na construção do mesmo desenho.

1.5.1 Método da caixa auxiliar

Neste método, útil quando o objeto a desenhar apresenta cortes ou superfícies inclinadas, desenha-se inicialmente uma caixa retangular auxiliar (em linhas fracas) que envolve, de forma compacta, totalmente o objeto (fig. 9a). A seguir marca-se, nas

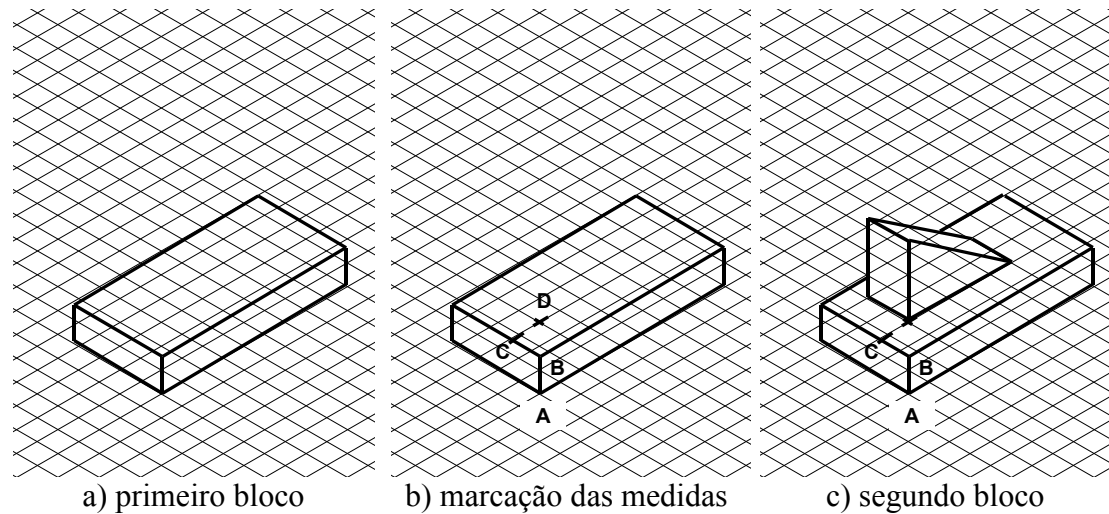
arestas da caixa, as medidas dos cortes ou superfícies do objeto, localizando-os (fig. 9b). Completa-se o desenho ligando-se os pontos marcados. As arestas paralelas aos eixos principais são desenhadas sobre ou paralelamente às linhas da grade do papel (fig. 9c).



a) caixa auxiliar b) marcação das medidas c) traçado das linhas
 Figura 9 - Método da caixa auxiliar para construção de perspectiva isométrica.

1.5.2 Método de construção por blocos

Neste método, o objeto é construído parte por parte. As partes já construídas servem de suporte às seguintes.



a) primeiro bloco b) marcação das medidas c) segundo bloco
 Figura 10 - Método de construção por blocos.

As medidas na vertical são feitas apenas sobre o eixo vertical ou paralelamente a este. As medidas horizontais só podem ser tomadas na direção dos eixos horizontais. Na peça da figura 10, constrói-se inicialmente a caixa inferior (fig. 10a). Sobre sua base superior, marcam-se os comprimentos BC e CD , medidos na direção dos dois eixos horizontais, localizando-se o ponto D (fig. 10b). A partir deste, constrói-se a parte seguinte e assim por diante (fig. 10c).

1.5.3 Desenho de circunferências e arcos em perspectiva isométrica

Circunferências projetadas cilíndricamente originam elipses nas perspectivas isométricas. A construção destas elipses pode ser simplificada pelo uso da chamada “falsa elipse” que é uma aproximação da elipse real por quatro arcos de circunferência, mais fáceis de desenhar.

A construção de uma circunferência em perspectiva inicia-se pelo traçado do *quadrado envolvente* da mesma que, em perspectiva, é um losango. Estando a circunferência em um plano paralelo aos planos principais da peça, a construção do quadrado envolvente implica em simplesmente marcar-se suas dimensões sobre (ou paralelamente) as linhas da grade (fig. 11a). Depois, marca-se as linhas de centro da circunferência (fig. 11b). O passo seguinte consiste em marcar-se os centros dos 4 arcos que, juntos, formarão a falsa elipse. Os centros dos 2 arcos maiores são justamente os vértices opostos a eles (pontos A e C da figura 11c). Os outros dois centros são determinados pela interseção de dois pares de linhas auxiliares que partem dos vértices A e C em direção ao ponto médio dos lados opostos (fig. 11c). Traça-se então os quatro arcos com centro nos pontos marcados e raio definido pela distância dos centros ao ponto médio dos lados do quadrado (fig. 11d). A figura 13 mostra a construção das circunferências em vários planos.

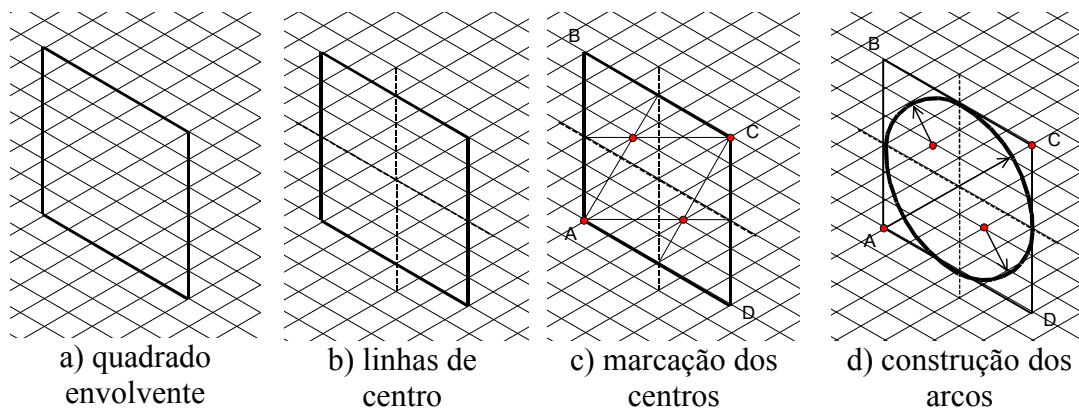


Figura 11 - Construção de circunferências em isométrica.

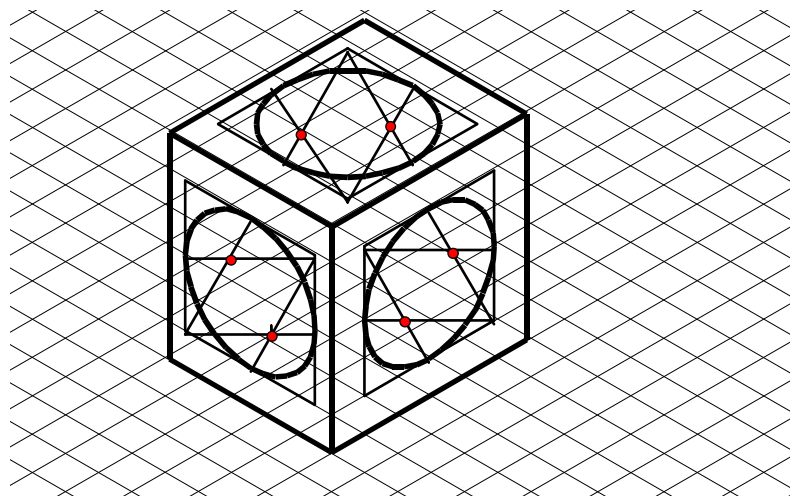


Figura 12 – Falsas elipses nas 3 posições principais

1.5.4 Desenho de curvas em perspectiva isométrica

Para traçar curvas em perspectiva isométrica, é necessário marcar vários pontos da curva na perspectiva e interpolar (à mão ou com uma curva francesa) os pontos marcados, gerando a curva. Quanto mais pontos forem marcados, maior será a precisão do desenho.

Para marcar os pontos da curva, deve-se transportar suas “coordenadas” (distâncias paralelas aos eixos principais, a partir de um ponto de referência conhecido na perspectiva) para a isométrica, como ilustra a figura 13.

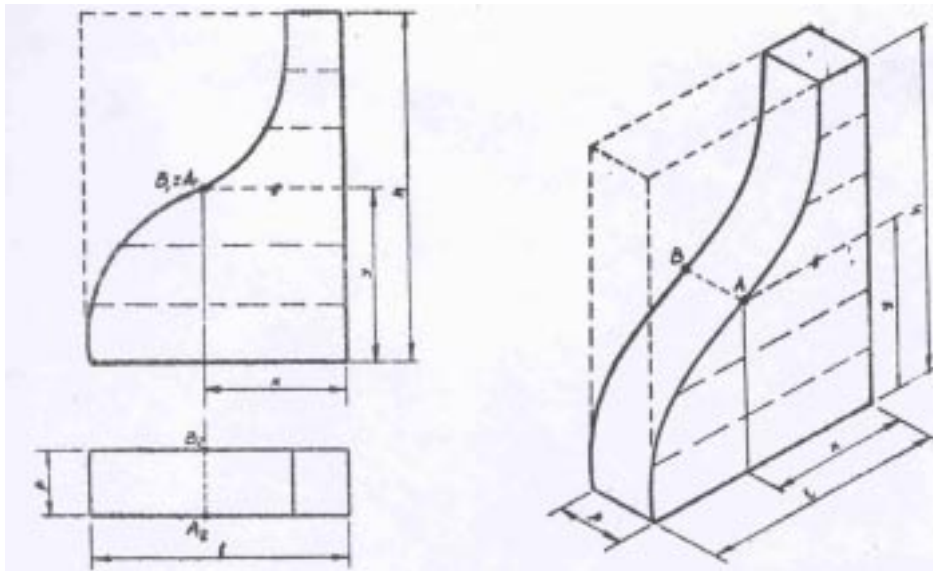
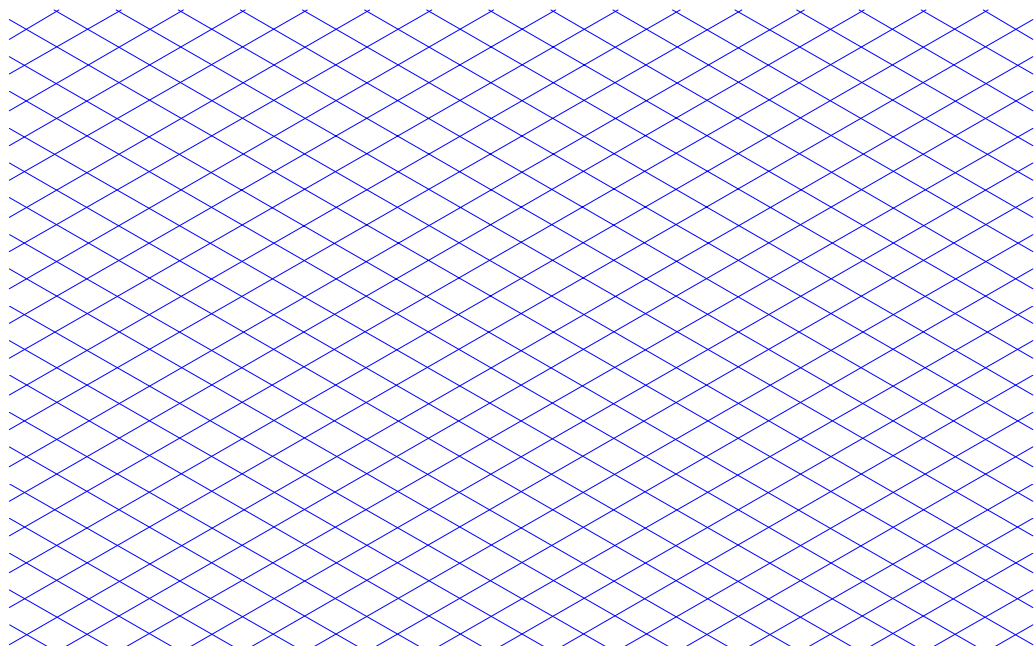


Figura 13 – Procedimento para traçar curvas em perspectiva isométrica

EXERCÍCIO 1.1: Desenhe abaixo um bloco diagrama com relevo curvo em perspectiva isométrica:



1.6 POSIÇÕES DA PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

De acordo com a posição do observador em relação ao objeto, a perspectiva isométrica pode estar em 8 posições diferentes, cada uma mostrando um conjunto distinto de três faces do objeto (fig. 14). Suas construções, porém, seguem sempre as mesmas técnicas mostradas anteriormente.

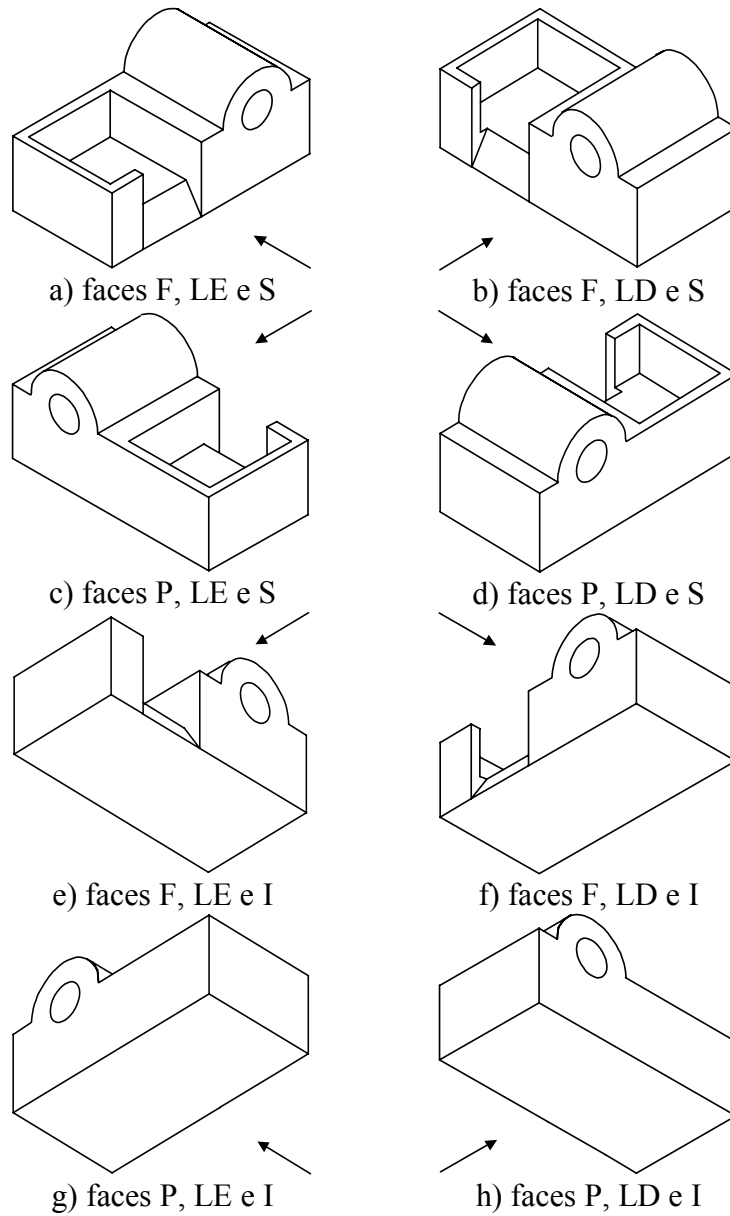
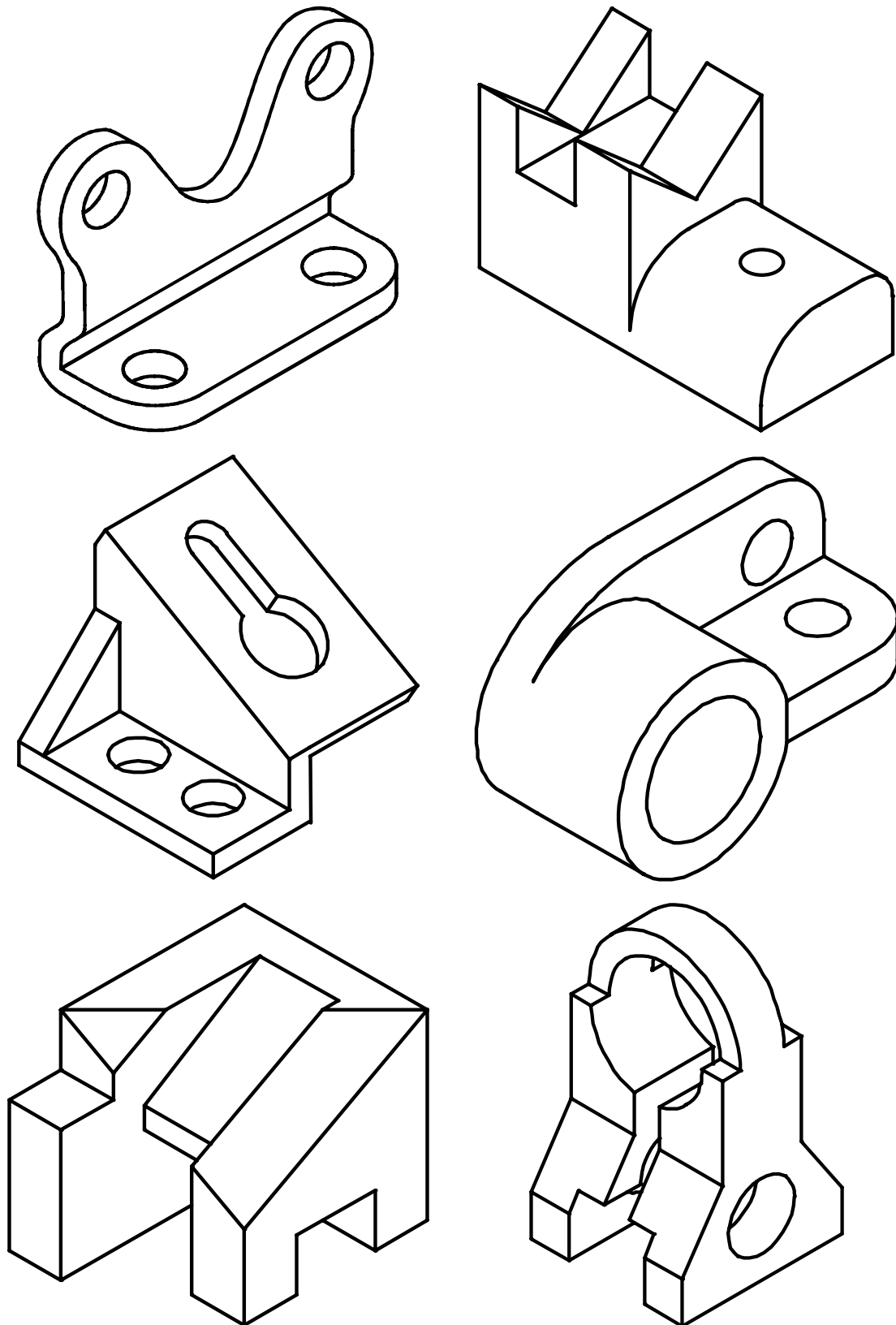


Figura 14 - As 8 posições da perspectiva isométrica de uma mesma peça.

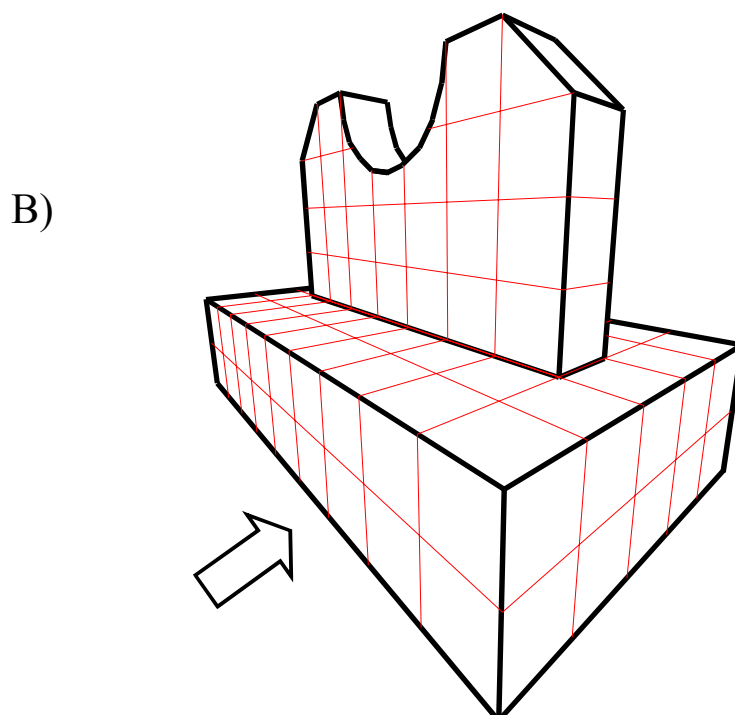
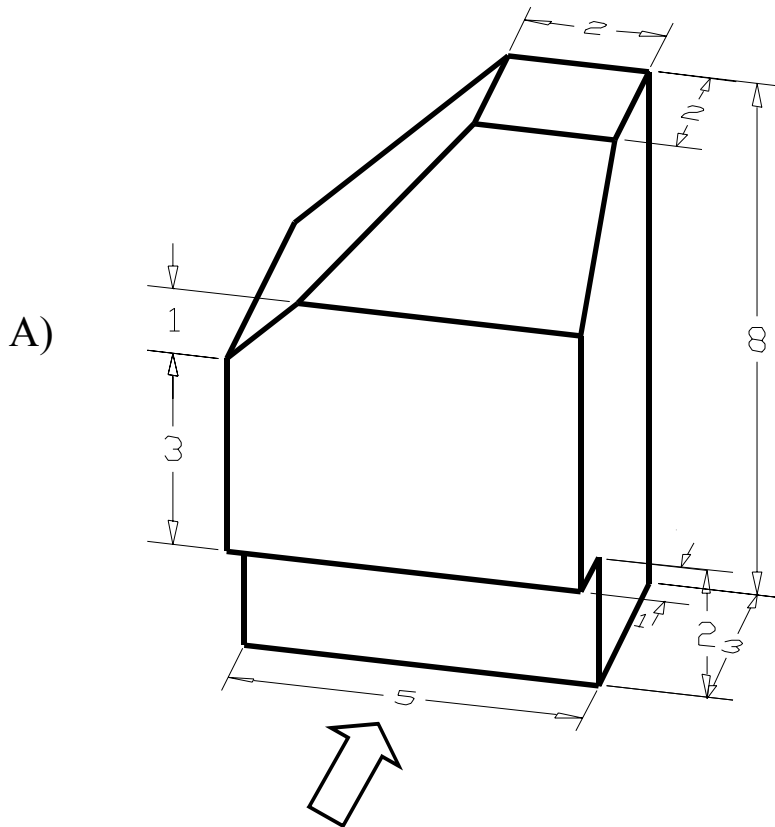
1.7 EXEMPLOS DE PEÇAS EM PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

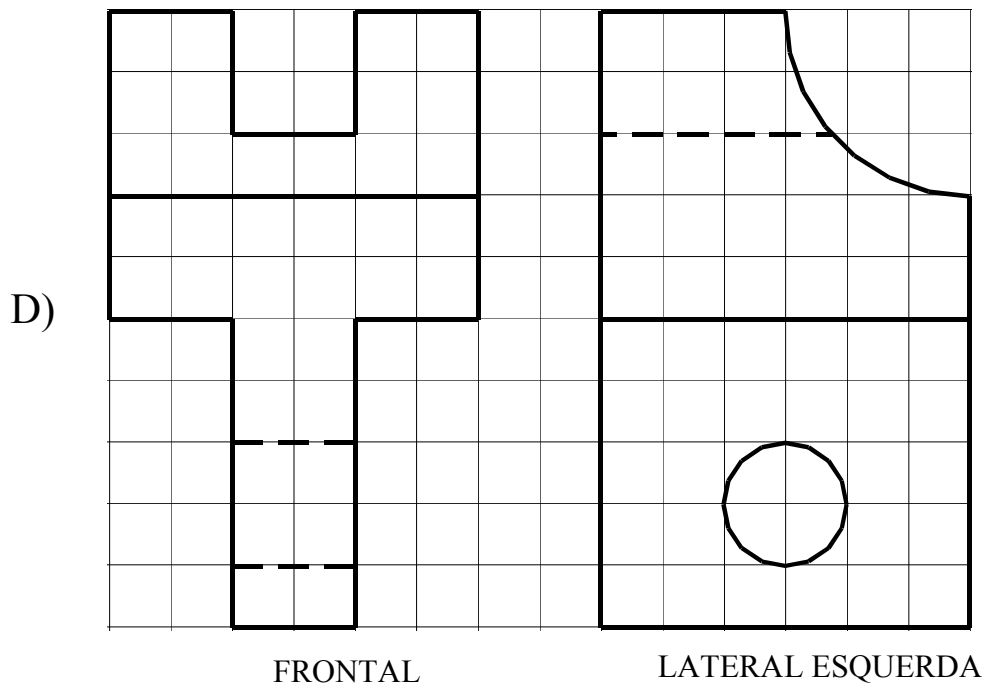
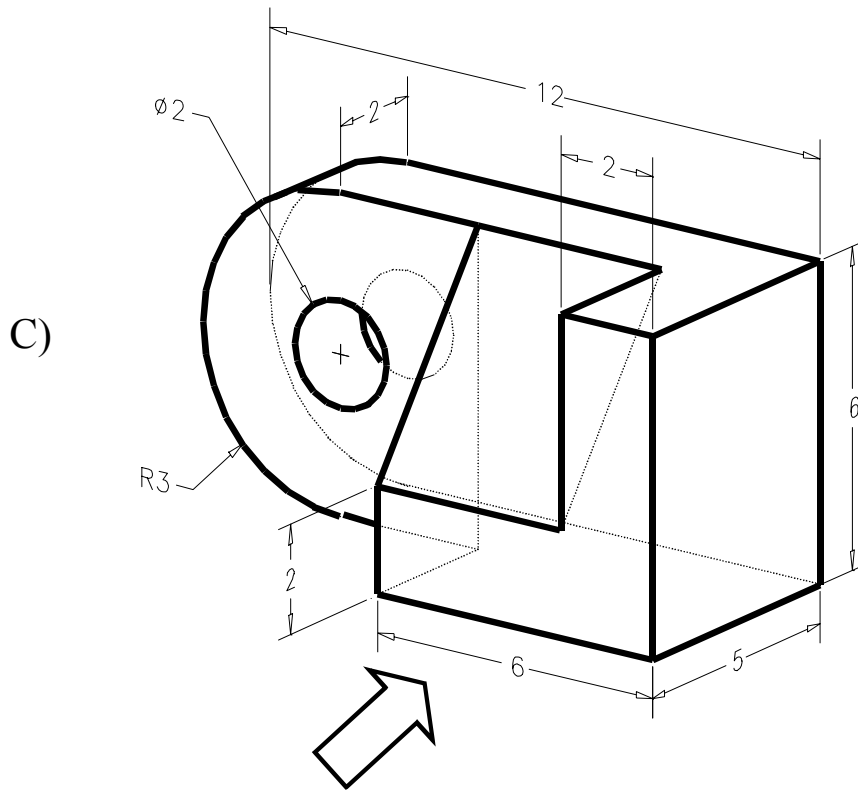
Procure identificar o ângulo dos eixos principais, confirmando que são isométricas.

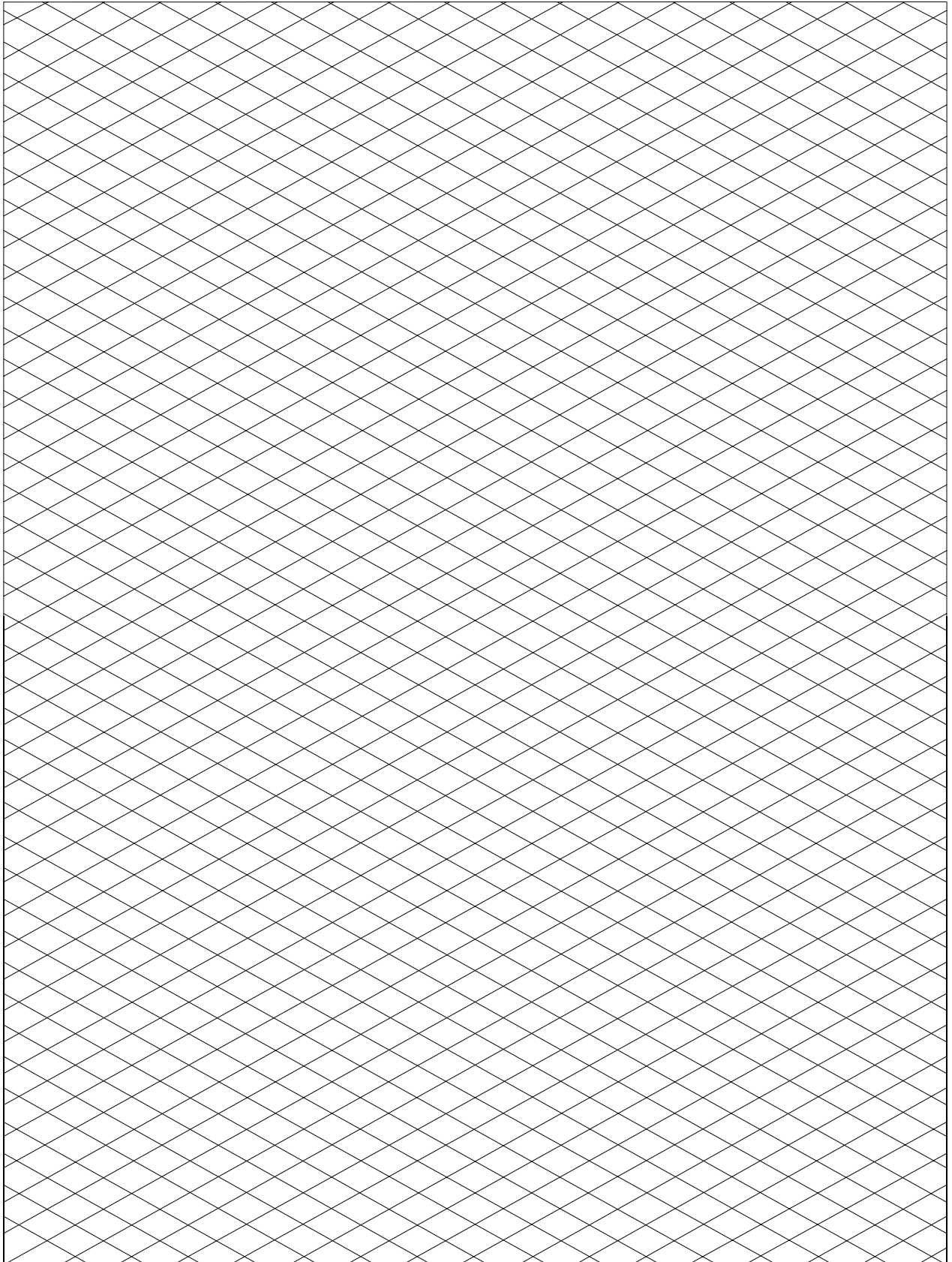


1.8 EXERCÍCIOS

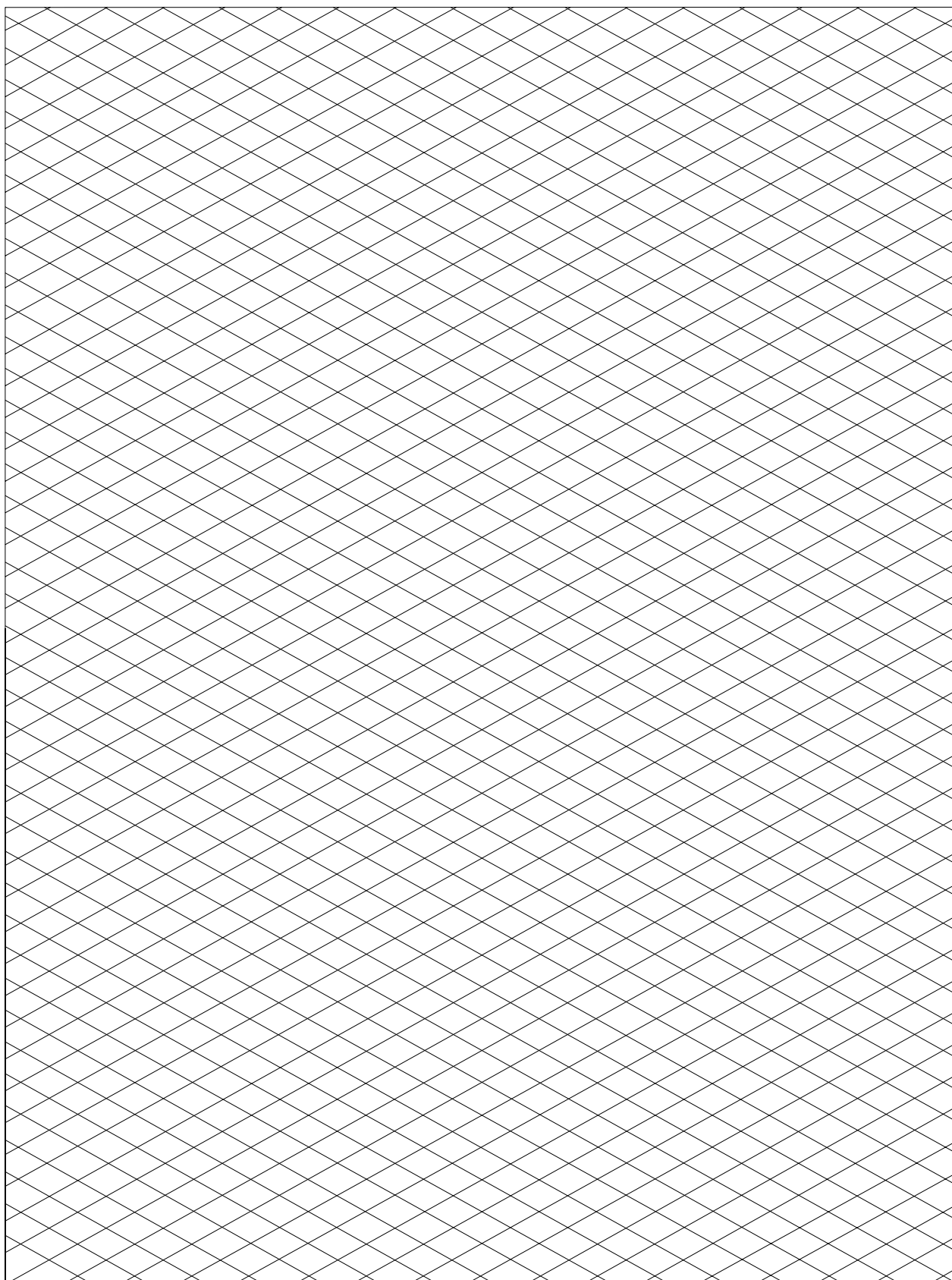
Esboçar a perspectiva **isométrica** das peças a seguir, em papel isométrico (fornecido nas páginas seguintes), **mostrando as faces frontal, lateral esquerda e superior**. A face frontal é aquela indicada pela seta.







PCC 2110	Nome: _____ N.USP: _____ Prof.: _____ Data: _____	ISO
---------------------	--	------------



PCC 2110	Nome: _____ N.USP: _____ Prof.: _____ Data: _____	ISO
---------------------	--	------------

2. ESBOÇO DE PERSPECTIVAS CÔNICAS E CAVALEIRAS

2.1 PERSPECTIVA CÔNICA

A perspectiva cônica mostra os objetos de maneira semelhante à forma como são vistos pelo olho humano, como apareceriam em uma fotografia.

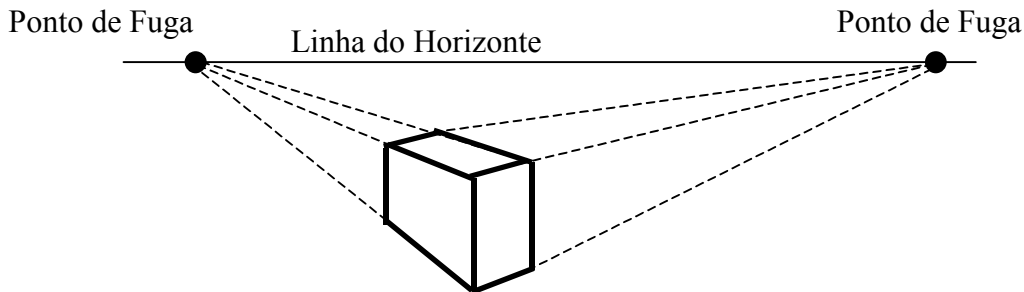


Figura 15 - Perspectiva cônica com dois pontos de fuga

Note a linha do horizonte e os dois pontos de fuga. O objeto também poderia estar na linha do horizonte, ou acima dela. Em desenhos técnicos, os objetos são colocados principalmente abaixo da linha do horizonte, como mostrado aqui. A linha do horizonte indica a altura dos olhos do observador.

PERGUNTA 2.1: O que as arestas do objeto da Fig.15 que convergem para o ponto de fuga da esquerda têm em comum? E as que convergem para o ponto de fuga da direita? E quanto às demais arestas do objeto?

PROCEDIMENTO PARA TRAÇAR A PERSPECTIVA CÔNICA*

**com dois pontos de fuga*

- a. Trace uma reta horizontal. Esta será a linha do horizonte e deve ser colocada na altura do observador;
- b. Marque os 2 pontos de fuga na linha do horizonte;
- c. Marque um ponto da base do objeto. A partir deste ponto, trace as linhas de suporte das arestas da base, convergindo para o ponto de fuga que indica sua direção;
- d. Delimite sobre as linhas de suporte o comprimento das arestas. Estes comprimentos não são reais pois a perspectiva cônica causa grande deformação;
- e. A partir dos vértices definidos na base, trace arestas verticais. Marque os comprimentos;
- f. Repita para a base superior as mesmas operações anteriores (c-d);
- g. Escureça as linhas finais.

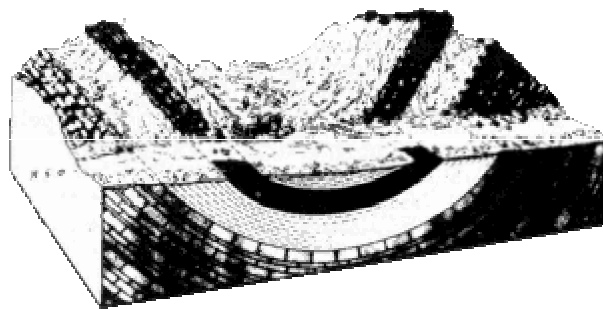


Figura 16 – Exemplo de bloco-diagrama em perspectiva cônica

EXERCÍCIO 2.1: Desenhe um bloco-diagrama simples em perspectiva cônica, indicando os pontos de fuga e linhas auxiliares.

2.2 PERSPECTIVA CAVALEIRA

Uma outra maneira simples de representar objetos tridimensionais é a perspectiva cavaleira.

A perspectiva cavaleira é prática para se traçar. Nesta perspectiva, elementos que ficam paralelos ao plano de projeção (“de frente para o observador”) aparecem em “verdadeira grandeza”, isto é, com suas medidas reais, sem distorção. Assim, por exemplo, furos circulares de um objeto posicionado convenientemente vão aparecer como circunferências e não como elipses que são mais difíceis de traçar.

Leia o procedimento para traçar perspectivas cavaleiras abaixo. Em seguida, faça os exercícios da página seguinte.

PROCEDIMENTO PARA TRAÇAR A PERSPECTIVA CAVALEIRA

Segure o objeto em sua mão.

Oriente o objeto de forma que a maioria ou todas as formas circulares estejam voltadas para você. Desta forma elas aparecerão como círculos e arcos na perspectiva cavaleira.

- a. Desenhe o retângulo envolvente da face frontal do objeto como se você estivesse desenhando uma vista frontal, isto é, sem enxergar as arestas da lateral da peça;
- b. Desenhe as linhas da lateral paralelas entre si a um ângulo conveniente (digamos 30 ou 45 graus). Escolha a profundidade que será mostrada. As linhas da profundidade podem ter tamanho real, mas três quartos ou metade do tamanho resultam em um efeito visual melhor. Desenhe o retângulo envolvente da face posterior do objeto.
- c. Escureça as linhas finais.

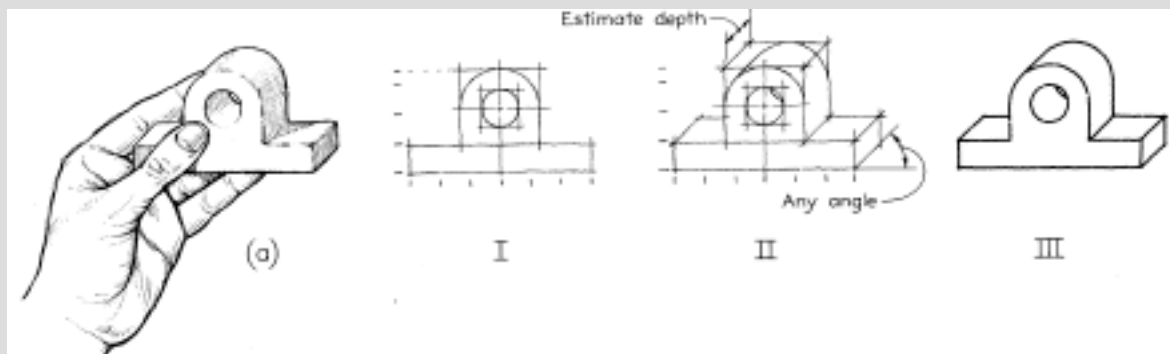


Figura 17 - Desenhando em perspectiva cavaleira

EXERCÍCIO 2.2: Desenhe um cubo com um furo de diâmetro igual à metade da aresta em perspectiva cavaleira. Procure utilizar todo o espaço disponível abaixo.

EXERCÍCIO 2.3: Redesenhe o bloco diagrama que você criou no exercício 2.1, agora em perspectiva cavaleira.