



APOSTILA DE DESENHO TÉCNICO II

**ORGANIZADORA:
GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA**

**COLABORADOR GRÁFICO:
ÁLVARO GUGLIELMIN BECKER**

The background of the page is a complex, light gray technical drawing pattern. It consists of numerous overlapping circles, arcs, and straight lines, some with arrows indicating direction or flow. The lines vary in thickness and style, including solid, dashed, and dotted lines, creating a dense and intricate geometric design.

Apostila de Desenho Técnico II

Organizadora:

Geísa Gaiger de Oliveira

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Autores:

Geísa Gaiger de Oliveira

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Alexandre Sobral de Rezende

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Clarissa Sartori Ziebell

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Cristina Alba Wildt Torrezan

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Daniel Sergio Presta García

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Paulete Fridman Schwetz

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Revisão, Diagramação e Design Gráfico:

Álvaro Guglielmin Becker

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	FOLHA DE DESENHO TÉCNICO E LINHAS	1
CAPÍTULO 2	SISTEMA DE PROJEÇÃO	16
CAPÍTULO 3	CONCORDÂNCIAS / TERMINAIS E INTERSECÇÕES GEOMÉTRICAS	34
CAPÍTULO 4	VISTAS AUXILIARES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS	43
CAPÍTULO 5	VISTAS SECCIONADAS (CORTES E SEÇÕES)	57
CAPÍTULO 6	DIMENSIONAMENTO - COTAGEM	82
CAPÍTULO 7	ESCALAS	93
CAPÍTULO 8	INTRODUÇÃO AO DESENHO SIMBÓLICO: DESENHO DE DETALHE E DE CONJUNTO - PERSPECTIVA EXPLODIDA	104
CAPÍTULO 9	DESENHO SIMBÓLICO: REBITE	109
CAPÍTULO 10	DESENHO SIMBÓLICO: ELEMENTOS DE LIGAÇÃO - PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS	117
CAPÍTULO 11	DESENHO SIMBÓLICO: CANALIZAÇÕES	132
CAPÍTULO 12	DESENHO SIMBÓLICO: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS	140

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: FOLHA DE DESENHO TÉCNICO E LINHAS

Figura 1 – Formatos derivados da série A	3
Figura 2 – Configuração na folha.....	4
Figura 3 – Posição de leitura da folha	4
Figura 4 – Dobragem da folha A0.....	5
Figura 5 – Dobragem da folha A1	5
Figura 6 – Dobragem da folha A2.....	6
Figura 7 – Dobragem da folha A3.....	6
Figura 8 – Sistema de referência por malha no sistema A3.....	7
Figura 9 – Desenho esquemático de uma marca de corte	8
Figura 10 – Exemplo básico de legenda.....	9
Figura 11 – Exemplo de legenda.....	9
Figura 12 – Exemplo de lista de itens.....	10
Figura 13 – Simbologia para método de projeção.....	10
Figura 14 – Exemplo de tabela de revisões	10

CAPÍTULO 2: SISTEMA DE PROJEÇÃO

Figura 1 – Exemplo de Sistema de Projeção.....	17
Figura 2 – Retas Projetantes Divergentes – Cone Visual	18
Figura 3 – Elementos da Projeção Cônica.....	18
Figura 4 – Perspectiva com um ponto de fuga.....	19
Figura 5 – Perspectiva com dois pontos de fuga	19
Figura 6 – Perspectiva com três pontos de fuga	19
Figura 7 – Ângulo visual nas projeções cônica e paralela	20
Figura 8 – Representação nas projeções Cônica e Paralela.....	20
Figura 9 – Retas projetantes oblíquas em relação ao plano de projeção.....	21
Figura 10 – Perspectiva Cavaleira.....	21
Figura 11 – Perspectiva Militar.....	21
Figura 12 – Projeção Paralela Ortogonal	22
Figura 13 – Perspectiva Isométrica.....	22
Figura 14 – Perspectiva Dimétrica.....	23

Figura 15 – Perspectiva Trimétrica.....	23
Figura 16 – Representação de objeto no 1° e 3° diedros	24
Figura 17 – Símbolo da projeção ortográfica no 1° e 3° Diedro.....	24
Figura 18 – Sistema de Projeção Europeu e Americano	24
Figura 19 – Desdobramento dos planos de projeção no sistema europeu e americano .	25
Figura 20 – Posicionamento de vistas ortográficas no sistema europeu e americano.....	25
Figura 21 – Projeções em planos ortogonais.....	26
Figura 22 – Vistas ortográficas principais.....	26
Figura 23 – Vistas ortográficas de objetos	27
Figura 24 – Sólido resultante.....	27
Figura 25 – Sólidos resultantes	28
Figura 26 – Escolha das vistas necessárias e suficientes do sólido	29
Figura 27 – Concepção de vista seccional	29
Figura 28 – Vistas seccionais	30
Figura 29 – Vista auxiliar paralela à face inclinada	30
Figura 30 – Desdobramento da vista auxiliar	31
Figura 31 – Construção da vista auxiliar primária	31
Figura 32 – Obtenção da verdadeira grandeza da face oblíqua	32
CAPÍTULO 3: CONCORDÂNCIAS / TERMINAIS E INTERSECÇÕES GEOMÉTRICAS	
Figura 1 – Concordâncias e terminais	35
Figura 2 – Ponto de tangência para construção dos terminais.....	36
Figura 3 – Exemplos de raios determinados e indeterminados	37
Figura 4 – Encontro de concordâncias originando um terminal.....	37
Figura 5 – Detalhe da construção dos terminais.....	37
Figura 6 – Desenho de terminais	38
Figura 7 – Diferença entre os terminais	38
Figura 8 – A haste não tangencia o cilindro	39
Figura 9 – Exemplo do uso de terminais e concordâncias	39
Figura 10 – Representações de curvaturas.....	40
Figura 11 – Intersecções geométricas entre peças cilíndricas	40
Figura 12 – Intersecções reais e imaginárias	41
Figura 13 – Intersecção entre superfícies cilíndricas.....	41
Figura 14 – Intersecção entre peça cilíndrica e prisma retangular	41

Figura 15 – Formas de representação	42
---	----

CAPÍTULO 4: VISTAS AUXILIARES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS

Figura 1 – Sistema de Projeção Cilíndrico Ortogonal.	44
---	----

Figura 2 – Planos de projeção propostos pela teoria de Gaspar Monge.....	45
--	----

Figura 3 – Planificação do sistema de projeção mongeano.....	45
--	----

Figura 4 – Vistas Ortográficas e Perspectiva de um objeto.....	46
--	----

Figura 5 – Posicionamento do novo Sistema de Referência (SR).....	47
---	----

Figura 6 – Numeração dos Vértices.....	47
--	----

Figura 7 – Linhas auxiliares perpendiculares à X'	48
---	----

Figura 8 – (a) Medição da distância do vértice 3 em relação à SR	48
--	----

Figura 8 – (b) Transporte da distância do vértice 3 para SR'.....	48
---	----

Figura 9 – Construção da Vista Auxiliar Primária para a obtenção da VG da face inclinada.....	49
---	----

Figura 10 – Vistas Ortográficas e Perspectiva de um objeto.....	50
---	----

Figura 11 – Numeração dos Vértices	50
--	----

Figura 12 – Posicionamento do novo SR para acumular a face reduzida.....	51
--	----

Figura 13 – Linhas auxiliares perpendiculares à X'	51
--	----

Figura 14 – (a) Medição da distância do vértice 3 em relação a SR.....	52
--	----

Figura 14 – (b) Transporte da distância do vértice 3 para SR'.....	52
--	----

Figura 15 – Obtenção da face oblíqua acumulada através da Mudança de SR'.....	53
---	----

Figura 16 – Posição do novo Sistema de Referência SR".....	53
--	----

Figura 17 – Linhas auxiliares perpendiculares à X"	54
--	----

Figura 18 – (a) Medição da distância do vértice 1 em relação à SR'	54
--	----

Figura 18 – (b) Transporte da distância do vértice 1 para SR"	54
---	----

Figura 19 – Construção da Vista Auxiliar Secundária para a obtenção da VG da face oblíqua.....	55
--	----

Figura 20 – Representação da face oblíqua em VG	56
---	----

CAPÍTULO 5: VISTAS SECCIONADAS (CORTES E SEÇÕES)

Figura 1 – Representação de uma mesma peça complexa, em vista e em corte	58
--	----

Figura 2 – Passos exemplificando o processo de corte de uma peça.....	59
---	----

Figura 3 – Exemplo de corte alinhado com a vista	60
--	----

Figura 4 – Exemplo de cortes alinhados com os traços dos planos de corte.....	60
---	----

Figura 5 – Exemplos de cortes identificados por letras.....	61
---	----

Figura 6 – Exceção: representação de linha não vivível em corte.....	61
Figura 7 – Hachuras genéricas – a 45° com eixos principais das peças	62
Figura 8 – Hachuras iguais em uma mesma peça e diferentes em peças diferentes	63
Figura 9 – Hachuras em direções diferentes em peça composta	63
Figura 10 – Hachura simplificada em superfície grande.....	64
Figura 11 – Hachuras em peças delgadas (de pouca espessura).....	64
Figura 12 – Hachuras enegrecidas e linha de luz	65
Figura 13 – Hachuras específicas	65
Figura 14 – Padrões de hachuras específicas constantes em normas (1).....	66
Figura 15 – Padrões de hachuras específicas constantes em normas (2).....	67
Figura 16 – Exemplo de corte total	68
Figura 17 – Exemplos de cortes parciais	68
Figura 18 – Exemplos de representação em Meio Corte e Meia Vista	69
Figura 19 – Exemplos de cortes compostos por planos paralelos.....	70
Figura 20 – Cortes compostos por planos paralelos – sem marcação de mudança de plano de corte	71
Figura 21 – Alternativa para marcação de mudança de plano de corte.....	71
Figura 22 – Corte composto por planos concorrentes	72
Figura 23 – Exemplos de cortes com elementos cortados longitudinalmente e que não são representados hachurados	73
Figura 24 – Nervuras cortadas longitudinalmente (não são hachuradas)	74
Figura 25 – Peças com elementos distribuídos simetricamente em relação ao centro....	75
Figura 26 – Nervuras cortadas longitudinalmente e transversalmente	76
Figura 27 – Exemplos de cortes e seções.....	76
Figura 28 – Exemplo de linhas que mesmo não estando em contato com o plano secante devem ser representadas em seções.....	77
Figura 29 – Exemplo de representação de seções, mostrando a variação do formato da peça (pá de hélice) ao longo de seu comprimento	77
Figura 30 – Seções rebatidas sobre o próprio eixo, alinhadas com os respectivos planos secantes	78
Figura 31 – Seções identificadas por letras.....	78
Figura 32 – Seções rebatidas sobre o próprio eixo representadas sobre a vista.....	79
Figura 33 – Seções representadas no próprio local de seccionamento, interrompendo a representação da peça	79

Figura 34 – Exemplo de representação de cortes.....	80
---	----

CAPÍTULO 6: DIMENSIONAMENTO – COTAGEM

Figura 1 – Elementos de cotagem	83
Figura 2 – Outros tipos de extremidade de linha de cota	84
Figura 3 – Aproximação centesimal	84
Figura 4 – Exemplos de símbolos utilizados em cotagem.....	84
Figura 5 – Exemplo do uso de simbologia de acabamento de superfície.....	85
Figura 6 – Posições das cotas	86
Figura 7 – Cotagem de ângulos e raios.....	86
Figura 8 – Cotagem de diâmetro, corda e arco	86
Figura 9 – Cotagem em série e em paralelo	87
Figura 10 – Cotagem de furos e chanfros.....	87
Figura 11 – Elementos equidistantes	88
Figura 12 – Cotagem para identificar posição	89
Figura 13 – Cotagem para identificar a forma.....	89
Figura 14 – Cotagem fora de escala	89
Figura 15 – Cota em peça interrompida	90
Figura 16 – Exemplo de referência de itens	90
Figura 17 – Exemplo de cotagem	91

CAPÍTULO 7: ESCALAS

Figura 1 – Exemplo de redução da realidade em escala para caber no papel.....	94
Figura 2 – Escalímetro	97
Figura 3 – Uso do escalímetro para leitura da escala 1/50	98
Figura 4 – (a) Escalímetro triangular e (b) escalímetro de bolso.....	98
Figura 5 – Dois modelos de escalímetros disponíveis no mercado	99
Figura 6 – Indicação de como usar o escalímetro em conjunto com o compasso	99
Figura 7 – Escala gráfica	100
Figura 8 – Escala gráfica aplicada a uma vista aérea. Neste caso a escala gráfica se ajusta conforme o <i>zoom</i> fornecido pelo usuário	101
Figura 9 – Construção de uma escala gráfica.....	101
Figura 10 – Exemplo de escala gráfica em mapas	102
Figura 11 – Projeto de estrada de rodagem.....	102
Figura 12 – Exemplo de escala deformada.....	102

CAPÍTULO 8: INTRODUÇÃO AO DESENHO SIMBÓLICO: DESENHO DE DETALHE E DE CONJUNTO – PERSPECTIVA EXPLODIDA

Figura 1 – Desenho de conjunto, detalhe e perspectiva explodida	105
Figura 2 – Perspectiva explodida de um banco	106
Figura 3 – Desenho comparativo da rosca de um parafuso.....	107
Figura 4 – Desenho comparativo de uma mola.....	107

CAPÍTULO 9: DESENHO SIMBÓLICO: REBITE

Figura 1 – Partes de um rebite	110
Figura 2 – Dois tipos básicos de rebites	110
Figura 3 – Excesso de material necessário para a formação da segunda cabeça do rebite.....	112
Figura 4 – Rebitagem manual.....	112
Figura 5 – Rebitadeira	113
Figura 6 – Exemplo de Aplicação.....	115

CAPÍTULO 10: DESENHO SIMBÓLICO: ELEMENTOS DE LIGAÇÃO – PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS

Figura 1 – Partes de um parafuso.....	118
Figura 2 – Tipos de cabeças de parafusos.....	119
Figura 3 – Tipos de fendas em parafusos	119
Figura 4 – Tipos de parafusos rosqueados	120
Figura 5 – Exemplo de tipos de extremidades de parafusos	120
Figura 6 – Rosca externa e denominações.....	121
Figura 7 – Rosca interna	122
Figura 8 – Exemplo de detalhamento de perfis de rosca	122
Figura 9 – Representação de crista e raiz de um parafuso parcialmente rosqueado.....	123
Figura 10 – Representação de crista e raiz na vista inferior do parafuso	123
Figura 11 – Representação dos furos rosqueados e lisos	124
Figura 12 – Representação de parafuso rosqueado em furo rosqueado	125
Figura 13 – Representação em vista de cabeças de parafusos.....	125
Figura 14 – Representação em vista de porca hexagonal e porca cega/chapéu.....	126
Figura 15 – Arruela plana e de pressão.....	126
Figura 16 – Pote e tampa com rosca	127
Figura 17 – Conjunto de parafuso e porca.....	127
Figura 18 – Pote e tampa em corte.....	127

Figura 19 – Parafuso e furo com rosca	127
Figura 20 – Desenho de conjunto.....	128
Figura 21 – Diferença entre polígono inscrito e polígono circunscrito	128
Figura 22 – Porca sem e com os cantos desbastados	129
CAPÍTULO 11: DESENHO SIMBÓLICO: CANALIZAÇÕES	
Figura 1 – Perspectiva de uma canalização	133
Figura 2 – Formas de representação de uma canalização	134
Figura 3 – Representação dos dispositivos em sua forma Real.....	134
Figura 4 – Representação dos dispositivos usuais em sua forma Convencional.....	135
Figura 5 – (a) Perspectiva Real de uma canalização e (b) Representação da canalização através de Vistas Ortográficas	137
Figura 6 – Projeto de Canalizações em Perspectiva Isométrica com representação real	138
Figura 7 – Projeto de Canalizações em Estereograma	139
CAPÍTULO 12: DESENHO SIMBÓLICO: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS	
Figura 1 – Esquema de funcionamento de um circuito monofásico com uma lâmpada e um interruptor	141
Figura 2 – Representações unifilar e multifilar.....	142
Figura 3 – Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais.....	143
Figura 4 – Definição do centro geométrico para 1, 2 e 4 pontos de luz.....	144
Figura 5 – Exemplo de planta baixa de instalações elétricas.....	145
Figura 6 – Sequência de simbologia dos fios condutores	146
Figura 7 – Orientação da simbologia dos fios condutores.....	146
Figura 8 – Conexão aos pontos de luz	147
Figura 9 – Exemplo de circuito com interruptor e lâmpada	147
Figura 10 – Exemplo de circuito tipo hotel	148

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1: FOLHA DE DESENHO TÉCNICO E LINHAS

Quadro 1 – Divisões das malhas.....	7
Quadro 2 – Largura das linhas.....	12
Quadro 3 – Tipos de linhas.....	13
Quadro 4 – Hierarquia das linhas.....	14

CAPÍTULO 6: DIMENSIONAMENTO – COTAGEM

Quadro 1 – Símbolos indicadores de rugosidade de superfícies.....	85
---	----

CAPÍTULO 11: DESENHO SIMBÓLICO: CANALIZAÇÕES

Quadro 1 – Principais tipos de junção e sua representação.....	136
--	-----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1: FOLHA DE DESENHO TÉCNICO E LINHAS

Tabela 1 – Dimensão de folhas.....	2
Tabela 2 – Margens de folhas da série A	3

CAPÍTULO 7: ESCALAS

Tabela 1 – Escalas sugeridas para desenho técnico	95
Tabela 2 – Principais escalas utilizadas. Os quadros em cinza indicam as escalas encontradas em um escalímetro padrão	96

CAPÍTULO 9: DESENHO SIMBÓLICO: REBITE

Tabela 1 – Denominações dos rebites	111
Tabela 2 - Símbolo para furo	113
Tabela 3 - Símbolo para parafuso ou rebite.....	114
Tabela 4 - Símbolo para furo em ordem de montagem.....	114
Tabela 5 - Símbolo para parafuso ou rebite em ordem de montagem	115

FOLHA DE DESENHO TÉCNICO E LINHAS

GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA

1	INTRODUÇÃO	2
2	DIMENSÕES DAS FOLHAS	2
3	MARGENS.....	3
4	CONFIGURAÇÃO DAS FOLHAS	3
5	POSIÇÃO DE LEITURA DA FOLHA.....	4
6	DOBRAGEM.....	5
7	SISTEMA DE REFERÊNCIA POR MALHAS.....	6
8	LEGENDA.....	8
9	MARCAS DE REVISÃO (TABELA DE REVISÕES).....	10
10	NORMAS.....	11
11	TIPOS DE LINHAS	11
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

1 INTRODUÇÃO

O Desenho Técnico é uma ferramenta que pode ser utilizada não só para apresentar resultados, como também para soluções gráficas que, muitas vezes, substituem cálculos complicados (RIBEIRO et al. 2013).

Independente da forma como ele será executado (a mão livre, instrumentado ou utilizando ferramentas computacionais) deve-se ter em mente que o DT segue uma linguagem técnica universal padronizada, o que permite que quem interprete um desenho entenda com a maior precisão possível as informações que o projetista desejava transmitir. Cabe ressaltar que cada país adota regras próprias, que podem diferenciar em alguns aspectos das adotadas internacionalmente. Essa padronização se deu através das normas técnicas que viabilizaram que essa linguagem fosse universal.

Neste capítulo serão abordados: tamanho de papel, dobragem, margens, tipos de linhas e suas espessuras, normas e escala.

2 DIMENSÕES DAS FOLHAS

As normas brasileiras (NBR) adotam a sequência “A” de folhas, partindo da folha A0, com área de aproximadamente 1,0 m² e reduzindo a dimensão de cada folha na medida em que se avança sequencialmente (A1, A2, ...). Cada folha na sequência possui dimensão igual a metade da folha anterior – por exemplo, a folha A1 possui a metade da área da folha A0, a folha A2 possui a metade da área da folha A1 e, assim por diante, conforme a Figura 1.

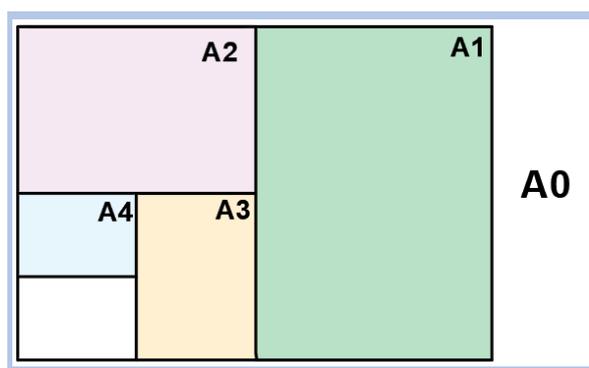
A Tabela 1 apresenta as dimensões das folhas da série A:

Tabela 1 – Dimensão de folhas

FOLHA	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)
A0	841	1189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297

A Figura 1 ilustra a sequência de divisão das folhas da série A utilizadas em DT:

Figura 1 – Formatos derivados da série A



3 MARGENS

Segundo a NBR 16752 (2020), cada tamanho de folha possui determinadas dimensões para suas margens, conforme a Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Margens de folhas da série A

FORMATO	ESQUERDA (mm)	DIREITA (mm)	Largura da linha de margem
A0	20	10	1,0
A1	20	10	1,0
A2	20	10	0,7
A3	20	10	0,7
A4	20	10	0,7

4 CONFIGURAÇÃO DAS FOLHAS

Convencionalmente existem posições determinadas nas folhas de desenho para que sejam expressos cada tipo de conteúdo.

O selo/legenda deve ser posicionado na região inferior direita da folha, com dimensões tais que mesmo com a folha dobrada a legenda possa ser integralmente observada, tendo largura máxima de 178 mm. A altura máxima usual é de 100 mm.

A região acima da legenda até uma altura de 297 mm (altura visível quando a folha está dobrada) normalmente é reservada para marcas de revisão, convenções, observações, carimbos de aprovação e/ou de liberação de órgãos públicos ou outros, não sendo, portanto, uma região da folha adequada para a apresentação do desenho propriamente dito.

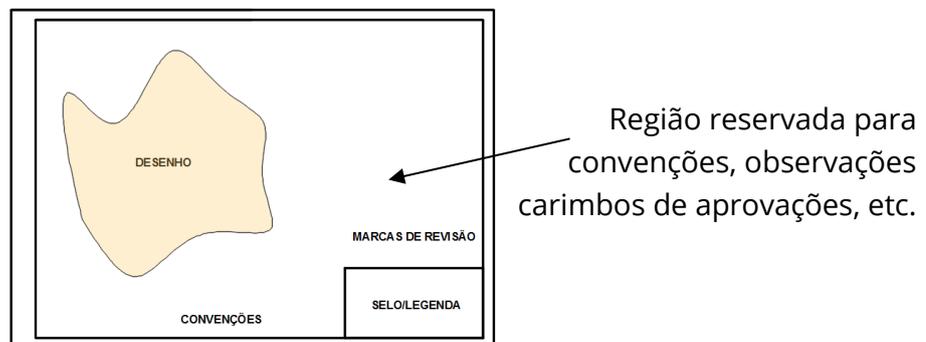
Muitos projetos exigem uma tabela anexa além da tabela das convenções, como uma tabela de materiais a serem utilizados, quantidades, tipos de tubulações, cores de fios elétrico, etc. Essas tabelas devem estar preferencialmente na mesma folha do desenho a que elas se referem, para facilitar a visualização dos elementos, e podem ficar em qualquer parte utilizável da folha, sendo que o mais comum é que fiquem próximas às margens.

A região inferior da folha, à esquerda da legenda, também se constitui em região usualmente utilizada para a colocação de convenções, podendo, entretanto, ser também utilizada para a apresentação do desenho principal.

O restante da folha destina-se à apresentação do desenho propriamente dito.

Na Figura 2 são apresentadas as diversas regiões da folha de desenho (A3 até A0) e a posição de cada um dos elementos que compõem as mesmas.

Figura 2 - Configuração na folha



5 POSIÇÃO DE LEITURA DA FOLHA

Como regra geral na representação e leitura de desenhos deve se observar que os mesmos possam ser lidos de baixo para cima ou da esquerda para direita (Figura 3). As posições inversas a estas são consideradas "de cabeça para baixo". São aceitas posições intermediárias às recomendadas ou próximas a essas com pequenas inclinações.

Figura 3 - Posição de leitura da folha



6 DOBRAGEM

As recomendações de dobragem de folhas são fornecidas pela norma NBR 16.752 que apresenta procedimentos para que as folhas sejam dobradas de forma que as mesmas fiquem com dimensões, após dobradas com dimensões similares das folhas tamanho A4.

Esta padronização se faz necessária para arquivamento destas cópias, pois os arquivos e as pastas possuem dimensões padronizadas.

As Figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam as marcas de dobragem de cada folha conforme orientação da norma.

Figura 4 - Dobragem da folha A0

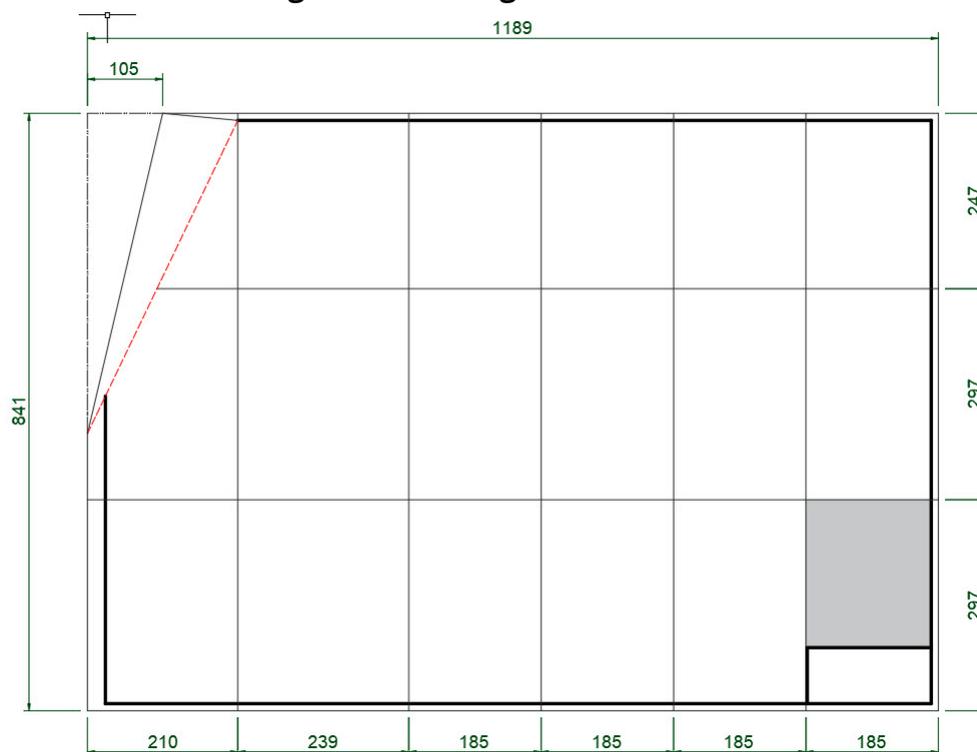


Figura 5 - Dobragem da folha A1

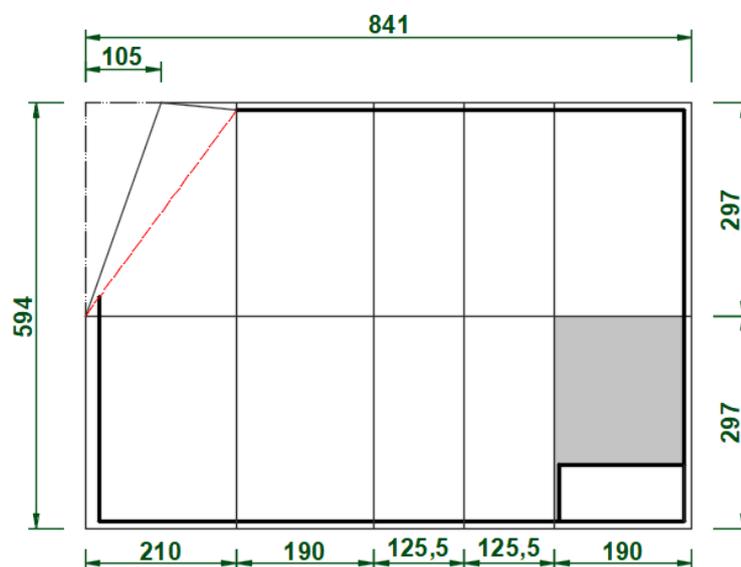
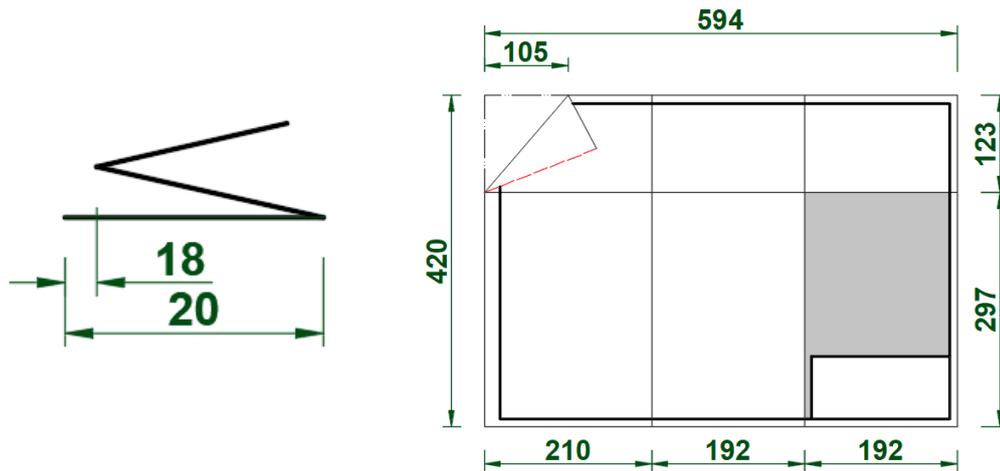


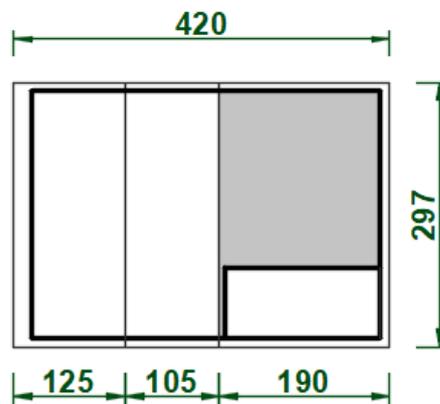
Figura 6 - Dobragem da folha A2



ATENÇÃO

Nesse caso específico, a dobra avança 2mm da margem esquerda da folha para poder fechar em 210 mm que é a largura de uma A4.

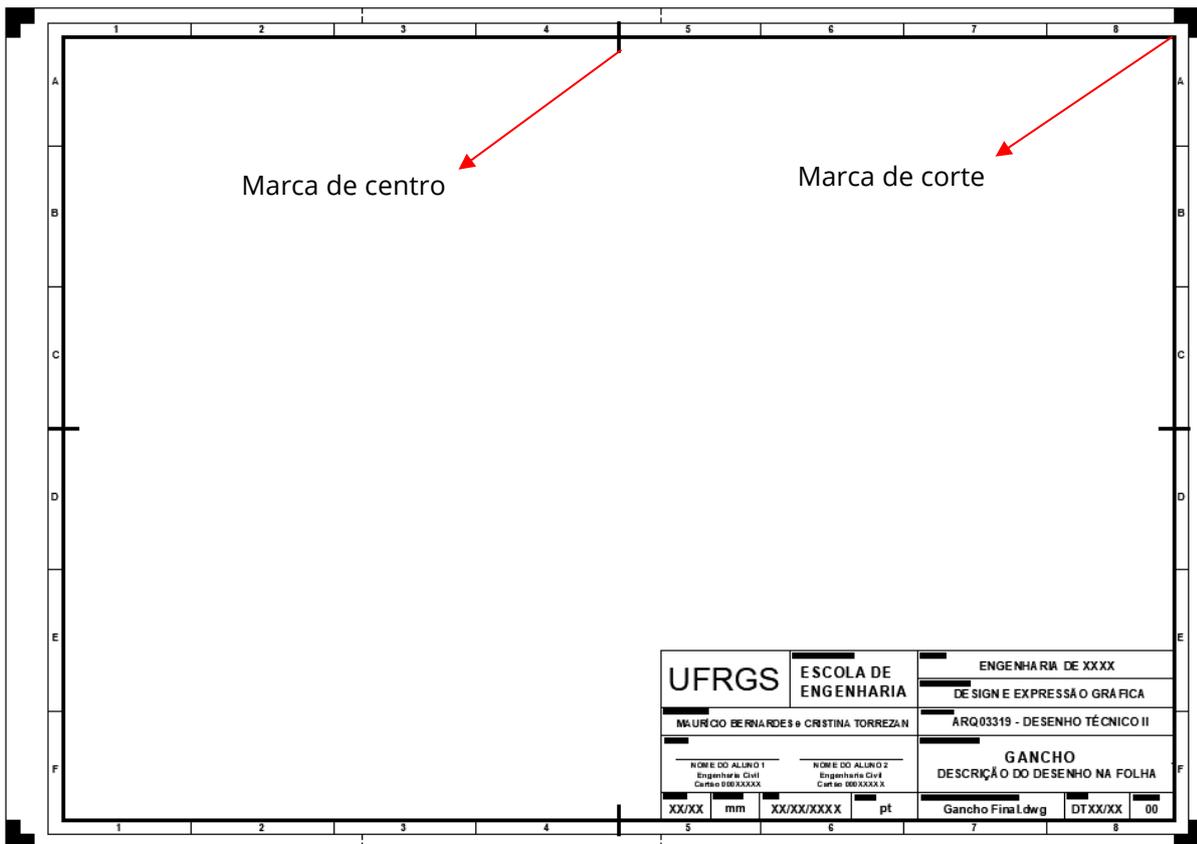
Figura 7 - Dobragem da folha A3



7 SISTEMA DE REFERÊNCIA POR MALHAS

Segundo a NBR 16.752, a folha de desenho deve ser dividida em campos compreendidos na margem adjacente ao quadro para facilitar a localização de algumas informações conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Sistema de referência por malha no sistema A3



Os campos individuais horizontais devem ser numerados da esquerda para direita e os campos individuais verticais devem utilizar letras de cima para baixo.

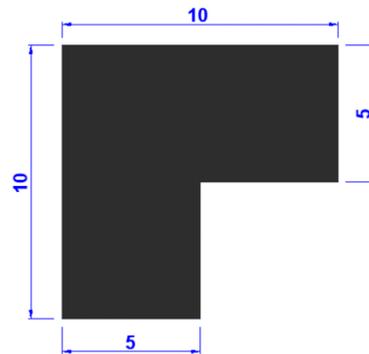
Cada campo individual deve ter 5 mm de largura e 50 mm de comprimento a partir dos eixos de simetria da folha de desenho. O número de campos vai depender do tamanho da folha (ver Quadro 1). O sistema deve ser desenhado em linha contínua estreita de 0.35 mm de largura.

Quadro 1 – Divisões das malhas

Designação	A0	A1	A2	A3	A4
Lado maior	24	16	12	8	6
Lado menor	16	12	8	6	4

As marcas de corte, manual ou automático, devem ser dispostas nas extremidades das margens nos quatro cantos da folha. Na Figura 9 é apresentado o desenho de uma marca de corte com as respectivas medidas.

Figura 9 - Desenho esquemático de uma marca de corte



8 LEGENDA

Segundo a NBR 16.752, a legenda de um desenho técnico deve conter algumas informações básicas. Seu tamanho deve ser de 180 mm de base com altura variável. Abaixo é apresentado uma lista de informações que devem constar da legenda:

- Título do projeto;
- Conteúdo da folha;
- Proprietário legal e/ou empresa;
- Número de identificação;
- Nome do responsável pelo conteúdo;
- Projetista/desenhista;
- Data de emissão;
- Escala;
- Número ou indicação sequencial de folhas (prancha);
- Unidade utilizada no desenho.

O local em que cada uma destas informações deve ser posicionada dentro da legenda pode ser escolhido pelo projetista, devendo sempre procurar destacar mais as informações de maior relevância. O número da prancha deve ser posicionado sempre no extremo inferior direito da legenda conforme Figura 10. É usual numerar as pranchas informando o número da mesma e o número total de pranchas do projeto. Exemplo X/Y onde X é o número da prancha e Y o número total de pranchas do projeto.

Figura 10 - Exemplo básico de legenda

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA			
DISCIPLINA DE DESENHO TÉCNICO II			
REGISTRO GLOBO: PEÇAS EM VISTA			
_____ Responsável:		_____ Responsável:	
ESCALA: 1/20	UNIDADE: CM	DATA:	PRANCHA: 1/6

A Figura 11 apresenta outro exemplo de legenda.

Figura 11 - Exemplo de legenda

UFRGS		ESCOLA / FACULDADE ESCOLA DE ENGENHARIA		CURSOS ENGENHARIA DE XXXX		
		DEPARTAMENTO DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA				
PROFESSORES NOME DO PROFESSOR				DISCIPLINA ARQ03319 - DESENHO TÉCNICO II		
ALUNOS _____ NOME DO ALUNO 1 Engenharia Civil Cartão 000XXXXX				PROJETO/DESENHO POLIA DE ANDAIME DESCRIÇÃO DO DESENHO NA FOLHA		
_____ NOME DO ALUNO 2 Engenharia Civil Cartão 000XXXXX						
ESCALA XX/XX	UNIDADES mm	DATA XX/XX/XXXX	IDIOMA pt	NOME DO ARQUIVO ELETRÔNICO POLIA Final.dwg	FOLHA DTXX/XX	REVISÃO 00

A escala do desenho quando for única vai indicada no selo conforme mostrado na Figura 8. Quando, em uma mesma prancha, tiver mais de uma escala, no selo coloca-se "**escala indicada**" e as escalas são colocadas logo abaixo dos desenhos

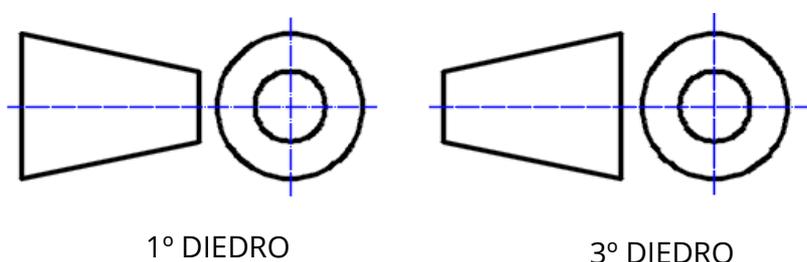
Quando o projeto necessita de mais informações (lista de itens e materiais, tabela de revisão, referências gerais, instruções, explicações), as mesmas são colocadas logo acima da legenda. A legenda apresenta informações pertinentes ao projeto. Na Figura 12 é apresentado um exemplo de lista de itens bastante utilizada nos projetos de Desenho Técnico.

Figura 12 – Exemplo de lista de itens

Nº	Qtd.	Nome	Material

Na Figura 13 é apresentada a simbologia para indicação do método de projeção quando for necessária a sua inserção na legenda.

Figura 13 – Simbologia para método de projeção



9 MARCAS DE REVISÃO (TABELA DE REVISÕES)

Conforme a NBR 10582, a tábua de revisão é utilizada para registrar correções, alterações e/ou acréscimos feitos no desenho. Busca registrar com clareza as informações referentes ao que foi alterado de uma versão do desenho para outra. Deve conter, segundo a referida norma:

- Designação da revisão (numeração das revisões);
- Número do lugar onde a correção foi feita (nem sempre é usado);
- Informação do assunto da revisão;
- Assinatura do responsável pela revisão;
- Data da revisão.

A tabela de revisão é posicionada sobre a legenda, possuindo o formato representado na Figura 14. É preenchida de baixo para cima, ou seja, a primeira revisão é registrada na linha inferior da tábua, a segunda na linha acima desta e assim por diante. Este preenchimento de baixo para cima se deve ao fato de não ser possível deixar espaço pré-estabelecido por não poder prever quantas revisões serão necessárias.

Figura 14 – Exemplo de tabela de revisões

Desig.	Nº	Descrição	Verificação	Data

10 NORMAS

Os elementos fundamentais do desenho são as linhas, que representam superfícies, arestas, contornos de objetos, e o texto que complementa os objetos, sob forma de símbolos, dimensões e observações. Os métodos de realização de desenho são basicamente três: desenho a mão livre, desenho com instrumentos e desenho assistido por computador.

Apesar das diferenças entre os métodos de realização o desenho técnico, existem normas e convenções que visam padronizar a linguagem gráfica de maneira a facilitar sua interpretação. No Brasil há uma série de normas, as quais regem a linguagem do desenho técnico em seus mais diversos parâmetros. Abaixo estão relacionadas algumas dessas normas:

- NBR 10.068 Folha de desenho – leiaute e dimensões.
- NBR 10.126 Contagem em desenho técnico.
- NBR 6.492 Representação de projetos de arquitetura.
- NBR 16.861 Desenho Técnico – Requisitos para representação de linhas e escrita.
- NBR 16.752 Desenho técnico – Requisitos para representação em folha de desenho.

Face à sistemática da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), as normas devem sofrer revisões periodicamente. Este processo pode fazer com que algumas normas percam a validade e fiquem algum tempo sem serem substituídas. A recomendação da ABNT para estes casos é que, na ausência de Norma Brasileira, sejam adotadas normas universais ou normas consagradas de outros países. Entende-se que as Normas Brasileiras descontinuadas podem ser adotadas como referência para o assunto.

Conforme os títulos das normas, elas fixam os mais diversos parâmetros para a execução de desenhos técnicos. Estas convenções devem ser obedecidas na execução de um bom desenho e para a correta compreensão deste.

11 TIPOS DE LINHAS

A NBR 16.861 fixa os tipos e o escalonamento de larguras de linhas para uso em desenhos técnicos e documentos semelhantes.

O uso incorreto das linhas acarreta problemas de entendimento do projeto e consequentemente de produção.

Pode-se fazer uma comparação do desenho com um texto, pois ambos servem para transmissão de informações, e pequenas imprecisões podem afetar muito a informação neles contida. É comum que uma simples vírgula possa alterar o sentido da frase; o mesmo acontece com o desenho, com o uso equivocado do tipo de linha ou sua espessura podendo alterar a interpretação do desenho.

11.1 Largura das linhas

A regra geral de utilização de espessura de linhas é de utilizar linhas largas para detalhes reais visíveis e linha estreita para linhas imaginárias (eixos, alinhamentos...). Linhas reais não visíveis podem ser representadas com linha larga, estreita ou extralarga, mas essa escolha deve ser feita no início do desenho e mantida até o final, pois não se pode alterar a espessura de linhas para representar a mesma informação, sob risco de causar falta de clareza ao transmitir a informação.

A norma estipula que existe a linha estreita, a linha larga e a extralarga. A relação entre as larguras das linhas deve ser 1-2-4.

As larguras das linhas devem ser escolhidas conforme o tipo, dimensão, escala e densidade de linhas no desenho, de acordo com o seguinte escalonamento: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1,00; 1,4 e 2,00 mm.

As larguras de traço 0,13 e 0,18mm são utilizadas para originais em que a reprodução se faz em escala natural. **Não são recomendadas para reproduções que pelo seu processo necessitem redução.**

Para diferentes vistas de uma peça, desenhadas na mesma escala, as larguras das linhas devem ser conservadas. No Quadro 2 são apresentadas as recomendações da norma para espessura das linhas observando as especificidades de cada setor.

Quadro 2 – Largura das linhas

Designação do grupo de linhas	LARGURA DE LINHA			Recomendação de largura de linhas para símbolos gráficos
	Extralarga	Larga	Estreita	
0,25	0,50	0,25	0,13	0,18
0,35	0,70	0,35	0,18	0,25
0,50	1,00	0,50	0,25	0,35
0,70	1,40	0,70	0,35	0,50
1,00	2,00	1,00	0,50	0,70

(Fonte: NBR 16.861)

11.2 Espaçamento entre linhas

O espaçamento mínimo entre linhas paralelas (inclusive a representação de hachuras) não deve ser menor que duas vezes a largura da linha mais larga, entretanto recomenda-se que esta distância não seja menor que 0,70 mm no desenho impresso.

11.3 Tipos de linhas

Os tipos de linhas e sua utilização seguem a orientação da NBR 16.861 conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Tipos de linhas

LINHA	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÃO GERAL
	Contínua larga	<ul style="list-style-type: none"> • Contornos visíveis e contorno de seções ou cortes. • Contornos visíveis de elementos em corte quando utilizada hachura.
	Contínua estreita	<ul style="list-style-type: none"> • Linha de intersecção imaginária. • Linha de cotas, extensão e auxiliares. • Linhas de referência e chamada. <ul style="list-style-type: none"> • Linha de limite em detalhe. • Linhas de centro curtas e hachuras.
	Contínua extralarga	<ul style="list-style-type: none"> • Contorno visíveis, de seções ou cortes quando não usa hachura. • Linhas de importância especial.
	Contínua estreita a mão livre	<ul style="list-style-type: none"> • Limite de encurtamento. • Limite de vistas parciais ou interrompidas, cortes ou seções. <ul style="list-style-type: none"> • Linha de ruptura em detalhe.
	Contínua estreita em zig-zague	<ul style="list-style-type: none"> • Linha de interrupção. • Limite de encurtamento ou vista. • Limite de vista parcial ou interrompida, cortes e seções.
	Tracejada larga	<ul style="list-style-type: none"> • Contornos não visíveis. • Arestas não visíveis.
	Tracejada estreita	<ul style="list-style-type: none"> • Contorno e arestas não visíveis.
	Traço - ponto estreita	<ul style="list-style-type: none"> • Linhas de centro e simetria. <ul style="list-style-type: none"> • Linhas de eixo. • Linhas neutras.
	Traço - ponto estreita, larga nas extremidades e mudança de direção	<ul style="list-style-type: none"> • Posição de plano de corte
	Traço - ponto larga	<ul style="list-style-type: none"> • Marcações de plano de corte. • Contornos visíveis de partes situadas em frente ao plano de corte.
	Traço longo - ponto duplo larga	<ul style="list-style-type: none"> • Contornos não visíveis de partes situadas em frente ao plano de corte.
	Pontilhada	<ul style="list-style-type: none"> • Contorno de partes não incluídas no projeto.
	Traço - ponto extralarga	<ul style="list-style-type: none"> • Linhas ou superfícies com indicação especial • Limite de bateria, área estágio e outros.

11.4 Hierarquia das linhas

Quando houver sobreposição de linhas, deve ser seguida a hierarquia apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 – Hierarquia das linhas

Nível hierárquico	Tipo de linha
1	Contínua larga e extralarga – arestas e contornos visíveis
2	Tracejada estreita e larga – arestas e contornos não visíveis
3	Traço longo e ponto estreita – linhas de orientação de corte e seções
4	Traço longo e ponto estreita – linhas de centro
5	Traço longo e ponto duplo estreita – linhas centroidais
6	Contínua estreita – linha de cota e de extensão

11.5 Cores das linhas

As linhas devem ser monocromáticas no padrão preto e fundo branco. Caso se use outras cores, devem ser indicados os seus significado no espaço para informações complementares na folha de desenho.

11.6 Escrita

A escrita deve ser clara, uniforme e legível. A NBR 16.861 apresenta uma série de considerações sobre a escrita que cabe uma leitura mais detalhada.

Para usuários do CAD, a norma recomenda o uso da fonte **ISOCPEUR** por seguir as características mencionadas na norma. Deve-se criar os estilos com os tamanhos das linhas contínuas que se está utilizando no projeto. Exemplo: ISOCEPEUR 0.35; ISOCPEUR 0.70 e ISOCPEUR 0.18 (ver Quadro 3).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIN 842 **Technical drawings; Folding to filing size.** 1981.

GIESECKE, F.E., et al. **Technical Drawing with Engineering Graphics.** Ed. Prentice Hill. 14ª edição, 2012.

MORAIS, S. **Desenho Técnico Básico – 3,** Ed. Porto. Porto, Portugal. 26ª edição. 2017.

NBR 16.861 **Desenho Técnico – Requisitos para representação de linhas e escrita.** 2020.

NBR 16.752 **Desenho Técnico – Requisitos para apresentação em folha de desenho.** 2020

RIBEIRO, A.C., PERES, M.P., IZIDORO, N. **Curso de Desenho Técnico e Autocad.** Ed. Pearson, São Paulo, Brasil 2013.

SILVA, A. et al. **Desenho Técnico Moderno.** Ed. LTC. Rio de Janeiro. 2014.

VEIGA DA CUNHA, L. **Desenho Técnico.** Fundação Calouste Gulbenkian. 14ª edição, 2008.

SISTEMA DE PROJEÇÃO

CRISTINA ALBA WILDT TORREZZAN

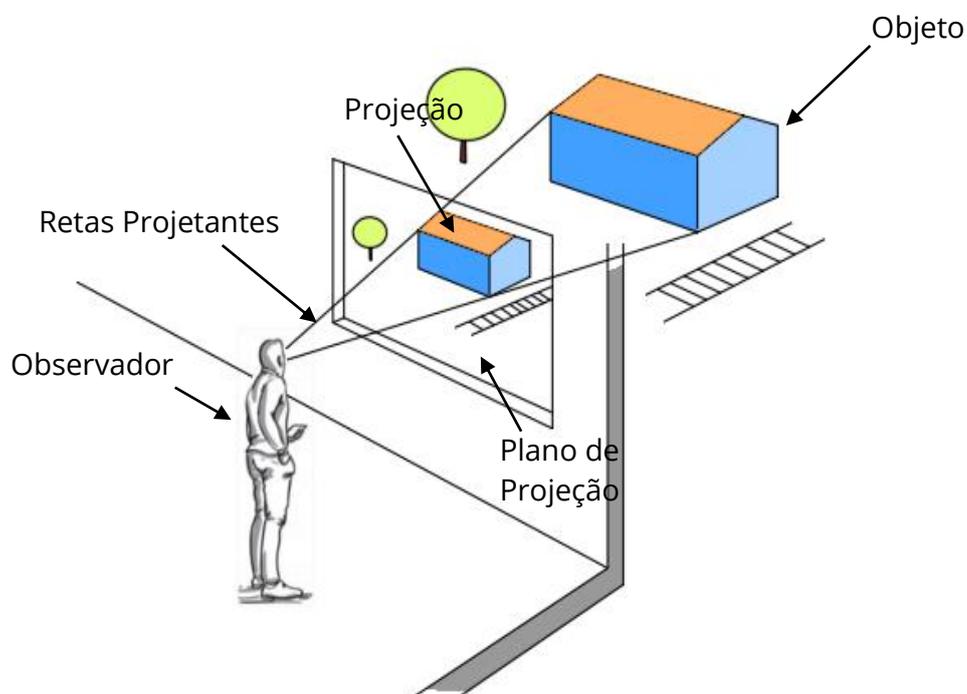
1	INTRODUÇÃO	17
2	PROJEÇÃO CÔNICA	18
3	PROJEÇÃO PARALELA OU CILÍNDRICA.....	20
4	VISTAS COMUNS.....	26
5	VISTAS SECCIONAIS.....	29
6	VISTAS AUXILIARES.....	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O termo sistema é conceituado como o “conjunto metódico de princípios interdependentes, sobre os quais se estabelece uma doutrina, uma crença ou uma teoria” (Michaelis, 2020). Por sua vez, a palavra projeção significa o “ato ou efeito de projetar-se” (Michaelis, 2020). Dessa forma, no contexto de desenho técnico, pode-se entender por sistema de projeção o conjunto de elementos que, através de procedimentos específicos, constituem a projeção bidimensional de objetos.

Imagine que você está olhando pela janela e enxergando a casa do vizinho do outro lado da calçada. Se você desenhar a referida casa no vidro da janela, estará realizando uma projeção, pois efetuará a representação da edificação em uma superfície plana (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo de Sistema de Projeção



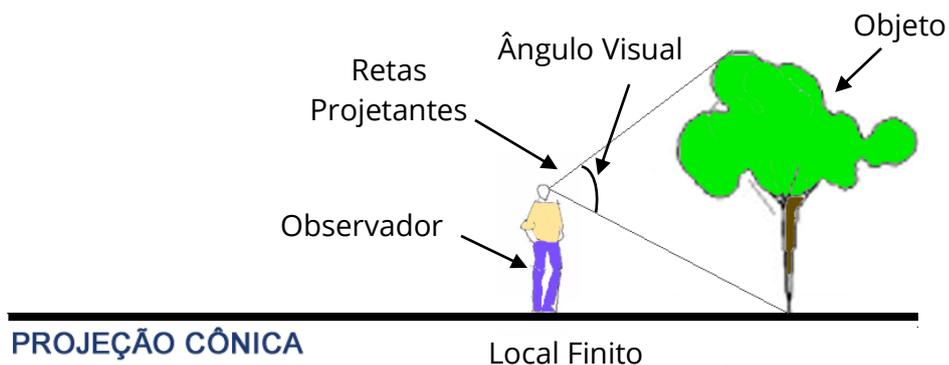
Fonte: Adaptado de Montenegro, 1983, p. 20.

A visualização de um filme na tela do cinema é outro exemplo de projeção. A sombra de um prédio na calçada também, assim como o desenho de um objeto no papel. O que todos esses exemplos possuem em comum são os elementos de projeção envolvidos: objeto, retas projetantes e plano de projeção. No entanto, dependendo da posição do observador, diferentes tipos de projeção serão constituídos, originando distintos desenhos, como a perspectiva (apresenta as três dimensões do objeto em apenas uma vista) e as vistas ortográficas (exibe duas dimensões do objeto em cada vista), conforme será abordado nos itens a seguir.

2 PROJEÇÃO CÔNICA

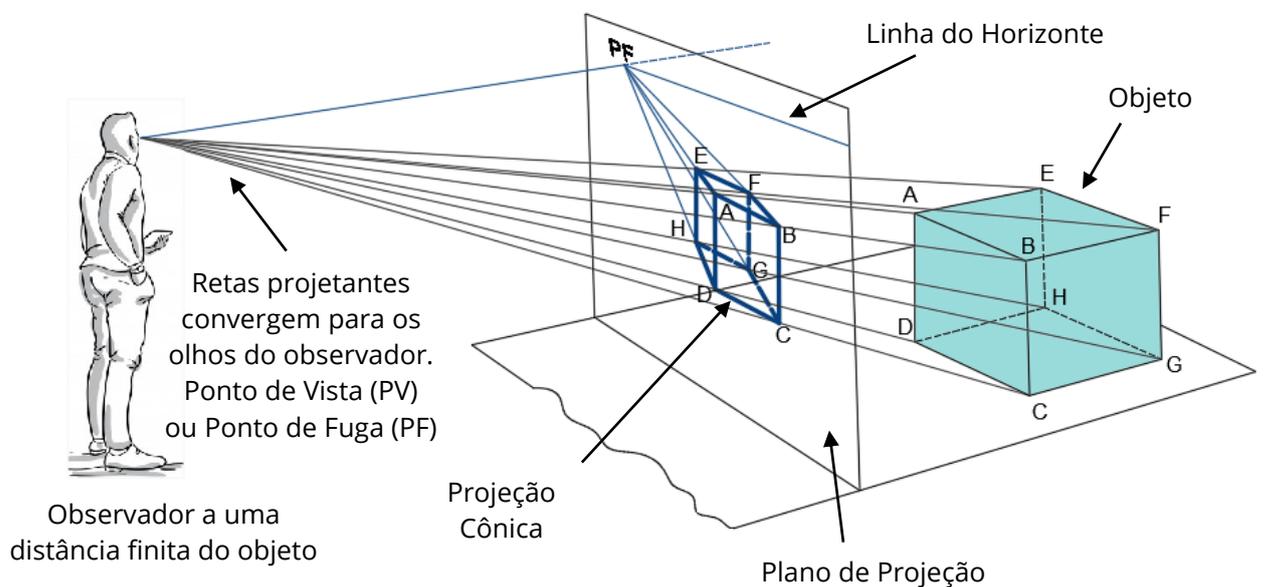
Na projeção cônica, o observador localiza-se em algum local finito, ou seja, que se possa calcular. Considera-se que as retas projetantes partem dos olhos desse observador, divergindo em direção ao objeto visualizado (Figuras 2 e 3).

Figura 2 - Retas Projetantes Divergentes - Cone Visual



Fonte: A Autora, 2020.

Figura 3 - Elementos da Projeção Cônica



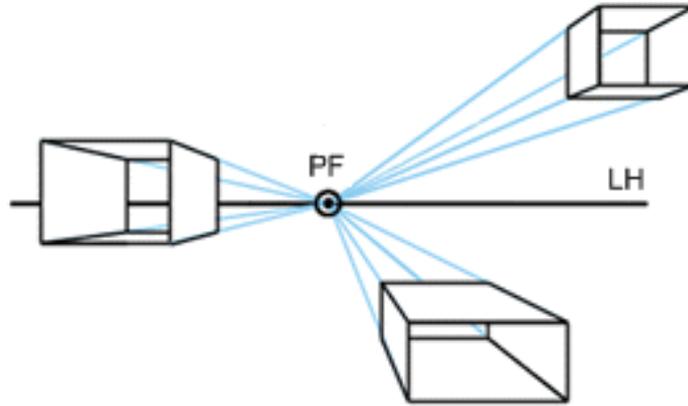
PERSPECTIVA CÔNICA

Fonte: Adaptado de Geisecke, 2002, p. 157.

Como consequência dessa projeção, tem-se a perspectiva cônica (PC), conforme demonstrado na Figura 3. Sua principal característica é o ponto de fuga. Desse modo, verifica-se que, nas perspectivas cônicas, as retas que, no objeto, são paralelas entre si, aparecerão no desenho convergindo para um mesmo ponto – o ponto de fuga, com

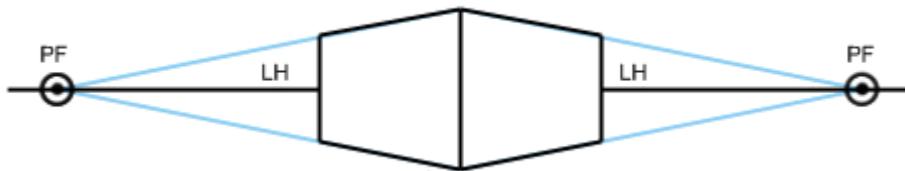
exceção apenas das retas que estiverem posicionadas paralelas ao plano de projeção – estas continuarão paralelas na PC. A perspectiva poderá ser de um, dois ou mais pontos de fuga (Figuras 4, 5 e 6).

Figura 4 - Perspectiva com um ponto de fuga



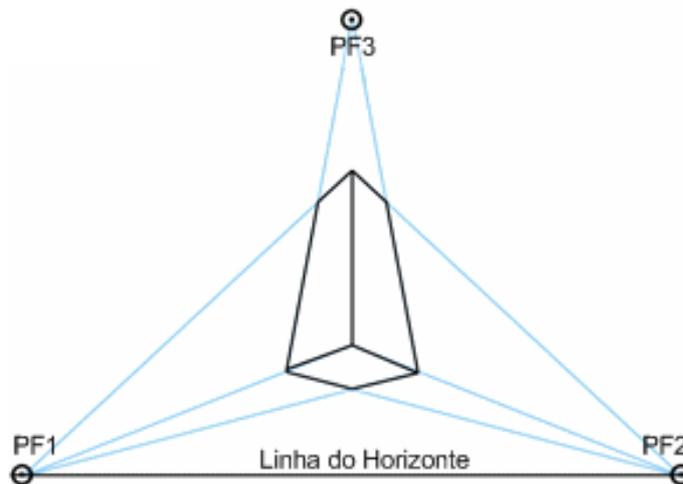
Fonte: Adaptado de Gouveia, 2020.

Figura 5 - Perspectiva com dois pontos de fuga



Fonte: Adaptado de Gouveia, 2020.

Figura 6 - Perspectiva com três pontos de fuga

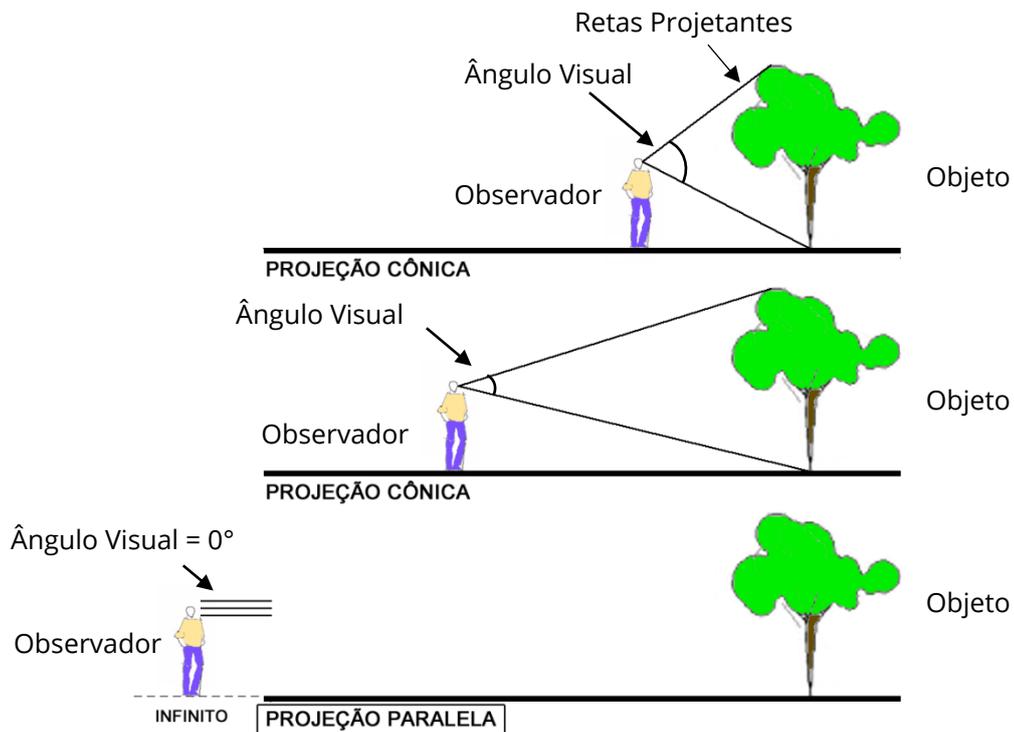


Fonte: Adaptado de Gouveia, 2020.

3 PROJEÇÃO PARALELA OU CILÍNDRICA

A projeção paralela ou cilíndrica é originária de uma situação imaginária. Idealiza-se que o observador está tão longe do objeto (tendendo ao infinito), que o ângulo entre as retas projetantes se constitui em 0° (Figura 7).

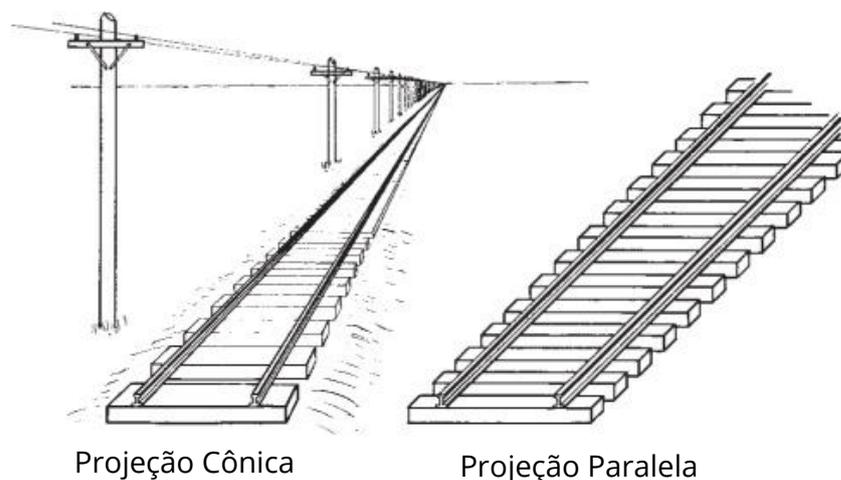
Figura 7 - Ângulo visual nas projeções cônica e paralela



Fonte: A Autora, 2020.

O desenho resultante desse método de representação é diferente da imagem percebida pelo olho humano ao visualizar os objetos (Figura 8).

Figura 8 - Representação nas projeções Cônica e Paralela



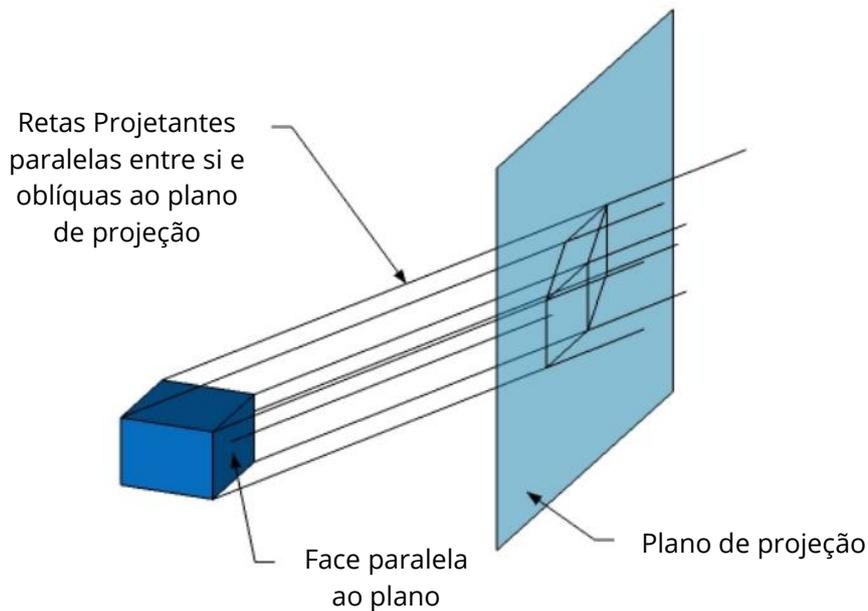
Fonte: Adaptado de Goodman (2018)

No entanto, ele fornece maior precisão, pois todas as linhas que forem paralelas entre si no objeto também serão projetadas paralelas no desenho. Dependendo da posição do observador em relação ao objeto, a projeção paralela pode ser Ortogonal ou Oblíqua.

3.1 Projeção paralela oblíqua

A projeção paralela oblíqua ocorre quando o observador, localizado no infinito, está oblíquo em relação ao objeto, visualizando mais de uma face da peça ao mesmo tempo. Por esse motivo, as retas projetantes também se projetam oblíquas (Figura 9).

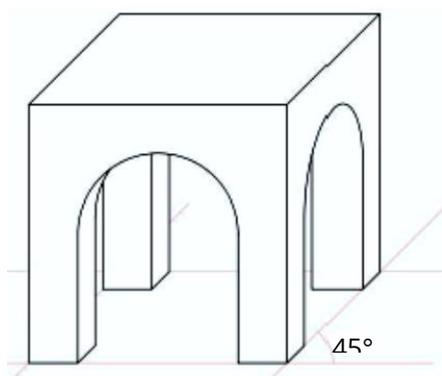
Figura 9 – Retas projetantes oblíquas em relação ao plano de projeção



Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

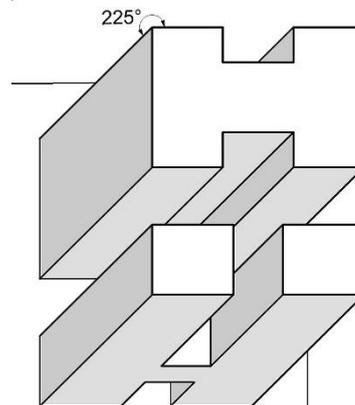
Como consequência desta projeção, têm-se dois tipos de perspectiva: (i) a cavaleira (observador paralelo à face frontal do objeto) e (ii) a militar (observador paralelo à face superior).

Figura 10 – Perspectiva Cavaleira



Fonte: Júnior e Machado, 2020.

Figura 11 – Perspectiva Militar

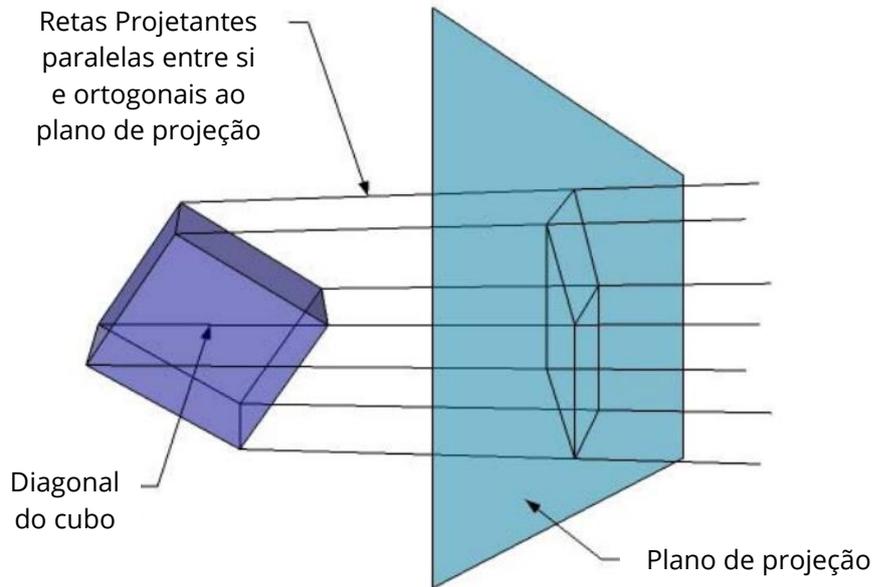


Fonte: Carcassi, 2012.

3.2 Projeção paralela ortogonal

A projeção paralela ortogonal caracteriza-se pelo observador localizar-se perpendicular ao objeto. Desse modo, as retas projetantes também incidem com um ângulo de 90° no plano de projeção (Figura 12).

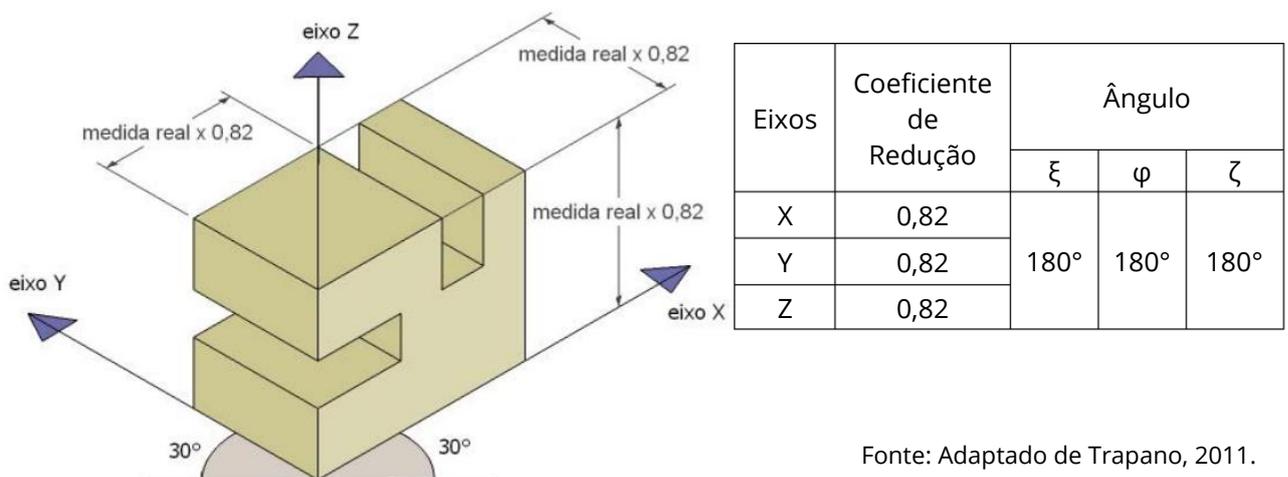
Figura 12 - Projeção Paralela Ortogonal



Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

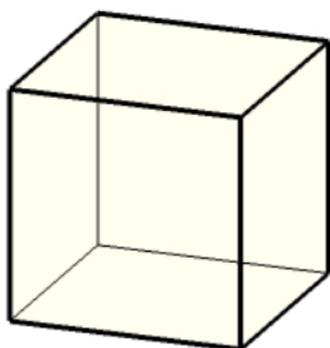
Como consequência da projeção paralela ortogonal tem-se as **perspectivas axonométricas (PA)** e as **vistas ortográficas (VO)**. As PA dividem-se em: isométrica, dimétrica e trimétrica (Figuras 13, 14 e 15). Todas possuem coeficientes de redução. No entanto, a isométrica é a única que possui a mesma redução nos três eixos (X, Y e Z), de modo a normalmente ser desenhada em verdadeira grandeza.

Figura 13 - Perspectiva Isométrica



Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

Figura 14 – Perspectiva Dimétrica

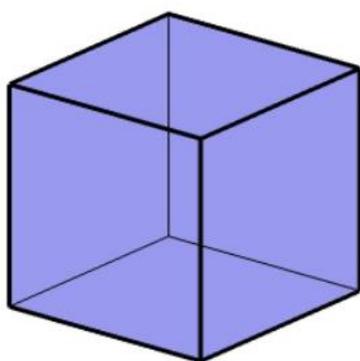


Eixos	Coeficiente de Redução	Ângulo		
		ξ	φ	ζ
X	0,943	131°25'	97°10'	131°25'
Y	0,471			
Z	0,943			

Os coeficientes de redução variam de acordo com os ângulos utilizados no desenho.

Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

Figura 15 – Perspectiva Trimétrica



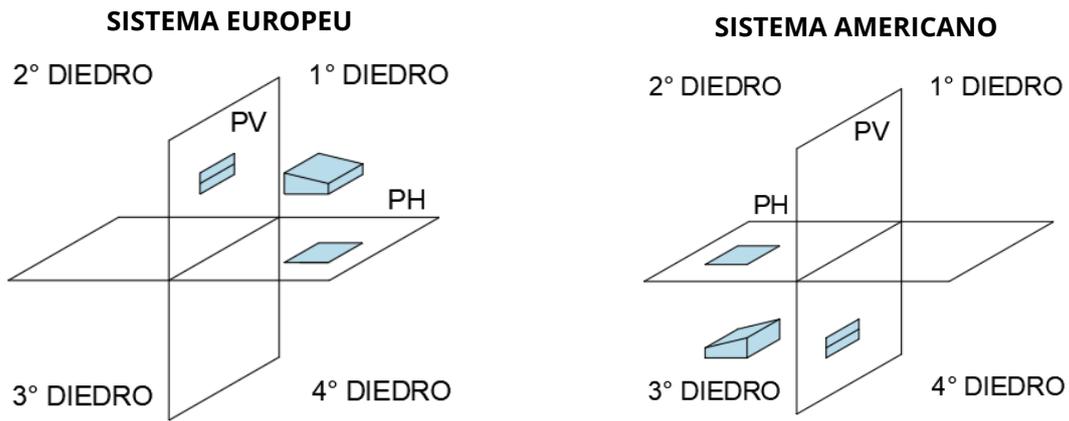
Eixos	Coeficiente de Redução	Ângulo		
		ξ	φ	ζ
X	0,811	114°46'	114°46'	114°46'
Y	0,695			
Z	0,927			

Os coeficientes de redução variam de acordo com os ângulos utilizados no desenho.

Fonte: Adaptado de Trapano, 2011.

As vistas ortográficas são representações técnicas, em duas dimensões, que apresentam, com precisão, todos os elementos constituintes de um determinado objeto. Esse método, originário da geometria descritiva, apoiou a construção de produtos em série durante a revolução industrial, justamente pela sua precisão possibilitar a reprodução fiel de artefatos. Dessa forma, para a elaboração das vistas ortográficas, considera-se que o observador se posiciona bem em frente a cada face do objeto, representando-a em um plano de projeção (PP) através de projetantes ortogonais. Por sua vez, o PP pode localizar-se depois do objeto (Sistema Europeu – representação no 1º diedro) ou antes do objeto (Sistema Americano – representação no 3º Diedro) (Figuras 16, 17 e 18).

Figura 16 - Representação de objeto no 1° e 3° diedros

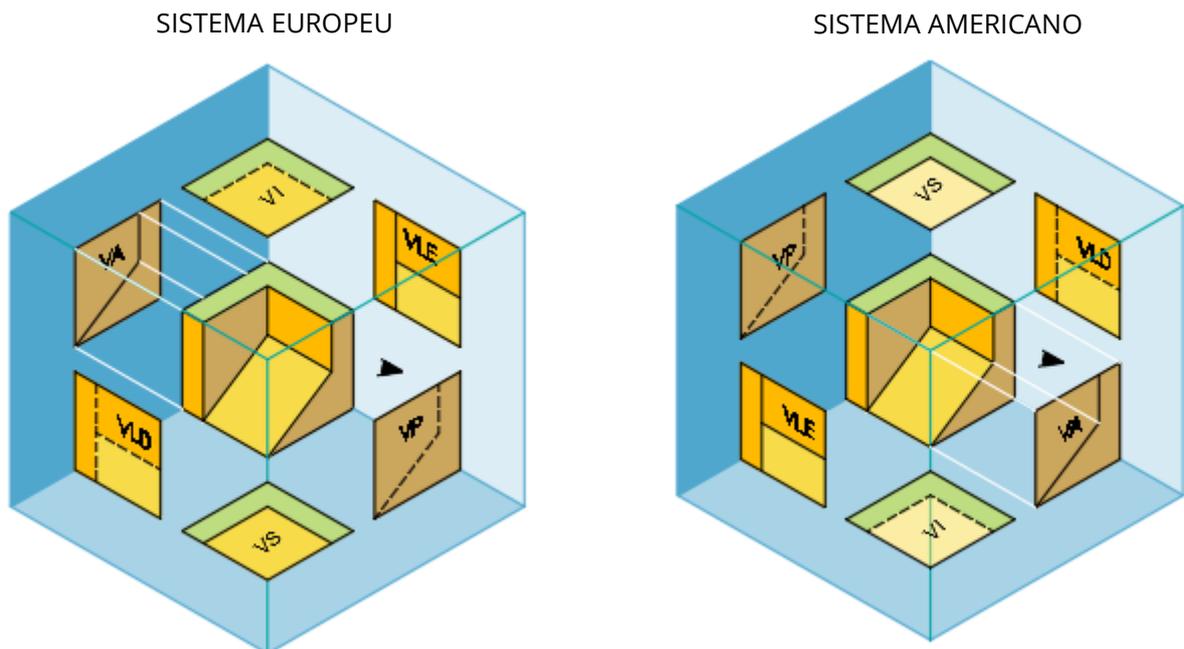


Fonte: a Autora, 2020.

Figura 17 - Símbolo da projeção ortográfica no 1° e 3° Diedro



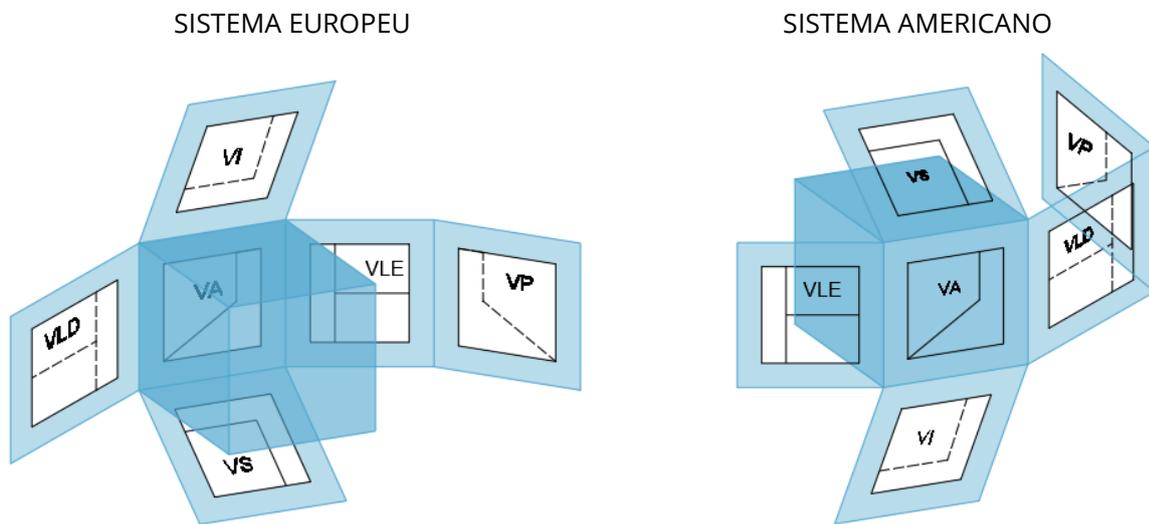
Figura 18 - Sistema de Projeção Europeu e Americano



Fonte: Baseado em dibujotecnico.com.

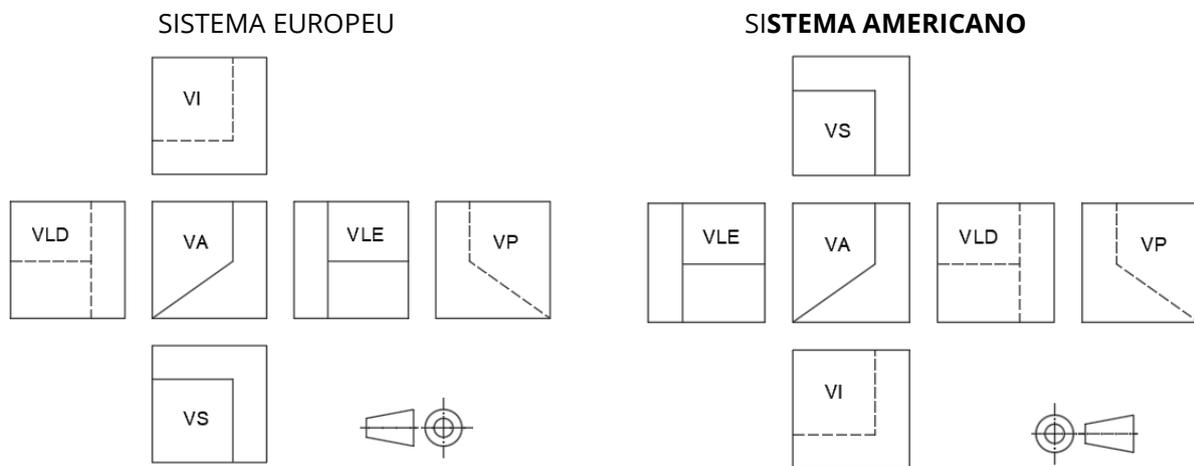
O desdobramento dos planos de projeção, em cada um dos sistemas, gera vistas ortográficas posicionadas de forma diferenciada, conforme pode ser observado nas Figuras 19 e 20.

Figura 19 – Desdobramento dos planos de projeção no sistema europeu e americano



Fonte: Baseado em dibujotecnico.com.

Figura 20 – Posicionamento de vistas ortográficas no sistema europeu e americano



Fonte: Baseado em dibujotecnico.com.

No entanto, a única diferença entre os dois sistemas é a posição entre os pares de Vistas Ortográficas. As vistas são **exatamente** iguais. **Não** há inversão ou troca de visibilidade. No Brasil, aborda-se o sistema europeu. No caso de, por algum motivo, utilizar-se a representação no sistema americano, o desenho deverá, necessariamente, ser acompanhado do símbolo de identificação desse sistema.

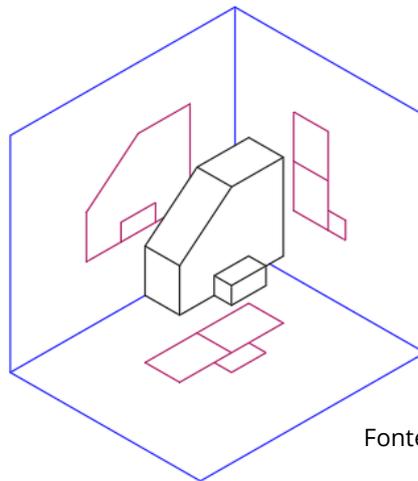
Nota-se ainda que as arestas do objeto que o observador não consegue visualizar em determinada posição (devido a ficarem escondidas) são representadas em linha tracejada, sendo denominadas “linhas não visíveis”.

A Norma Técnica Brasileira que aborda as Vistas Ortográficas é a NBR 10647. Dependendo das suas especificidades, são classificadas em vistas comuns, vistas seccionais e vistas auxiliares, abordadas a seguir.

4 VISTAS COMUNS

As vistas comuns são aquelas obtidas a partir da projeção de um objeto sobre planos de projeção, ortogonais entre si, que circunscvem o mesmo. O espaço tridimensional permite posicionar três planos ortogonais entre si (X, Y ou X, Z ou Y, Z).

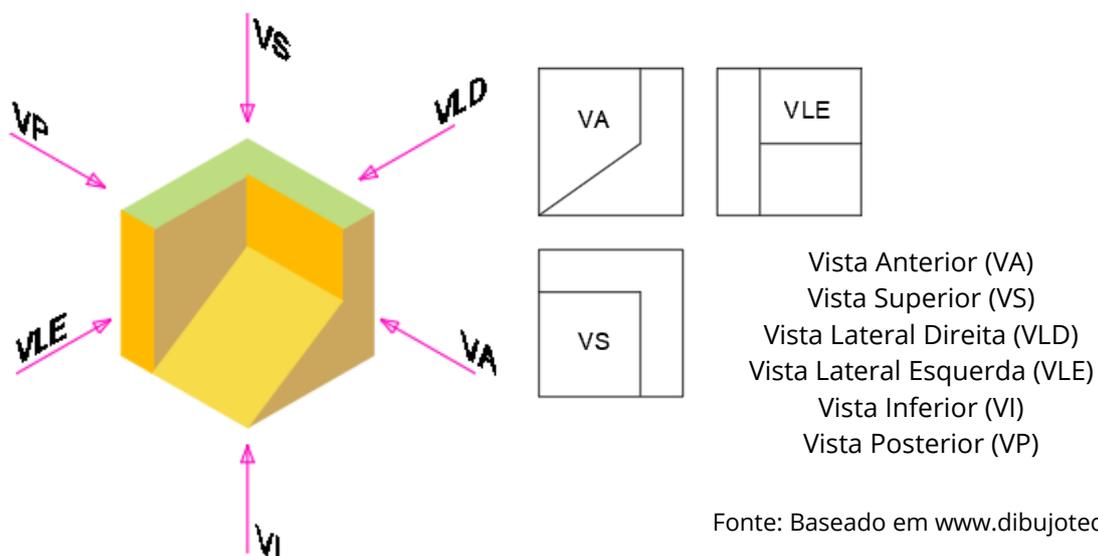
Figura 21 - Projeções em planos ortogonais



Fonte: A autora, 2020.

Cada objeto possui seis vistas ortográficas comuns. No entanto, como as vistas denominadas opostas (superior/inferior, lateral direita/esquerda, posterior/frontal) possuem (dependendo da complexidade do objeto) informações muito parecidas, normalmente utiliza-se três vistas para representar um sólido: vista frontal, superior e lateral esquerda (Figura 22).

Figura 22 - Vistas ortográficas principais.

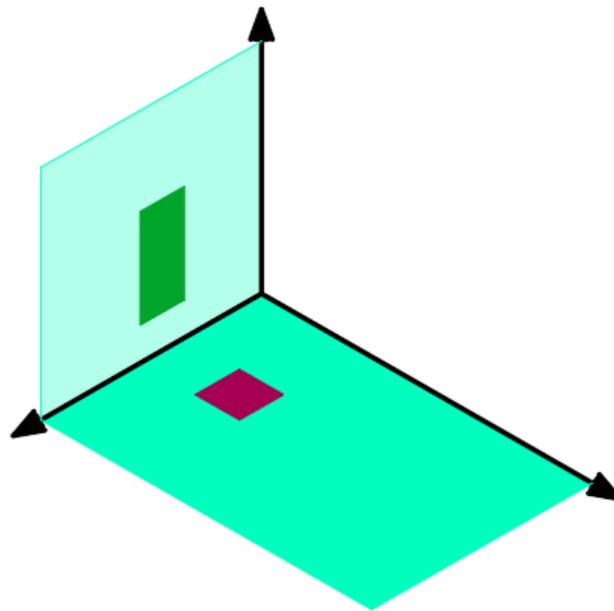


Fonte: Baseado em www.dibujotecnico.com.

Portanto, verifica-se que, para representar um objeto, é recomendado, na maioria dos casos, o uso de três vistas ortográficas. Esse número irá aumentar proporcionalmente à complexidade da forma do sólido abordado.

Uma quantidade menor que três vistas, em alguns casos, poderá demonstrar-se insuficiente para representar, com precisão, o sólido correspondente, pois possivelmente permitirá múltiplas interpretações, conforme demonstrado nas Figuras 23, 24 e 25. Para melhor entender essa questão, analise a Figura 23. Qual sólido está representado pelas duas vistas ortográficas (superior e frontal)?

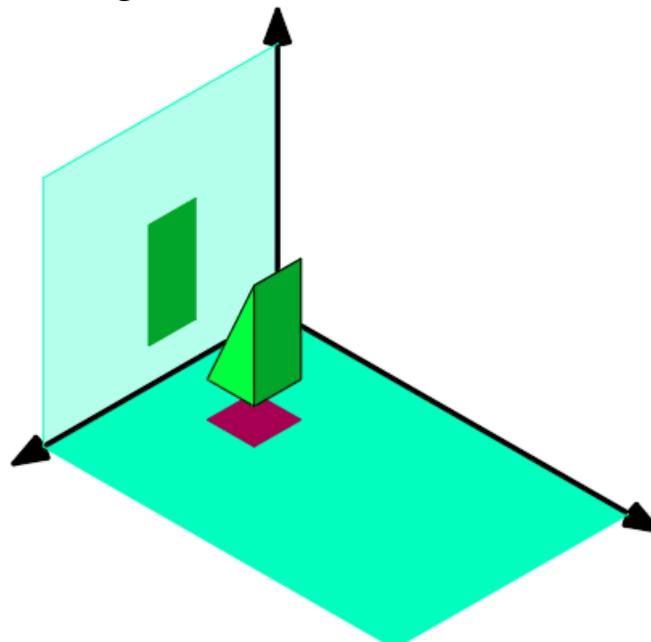
Figura 23 – Vistas ortográficas de objetos



Fonte: A autora, 2020.

O resultado pode ser visualizado na Figura 24.

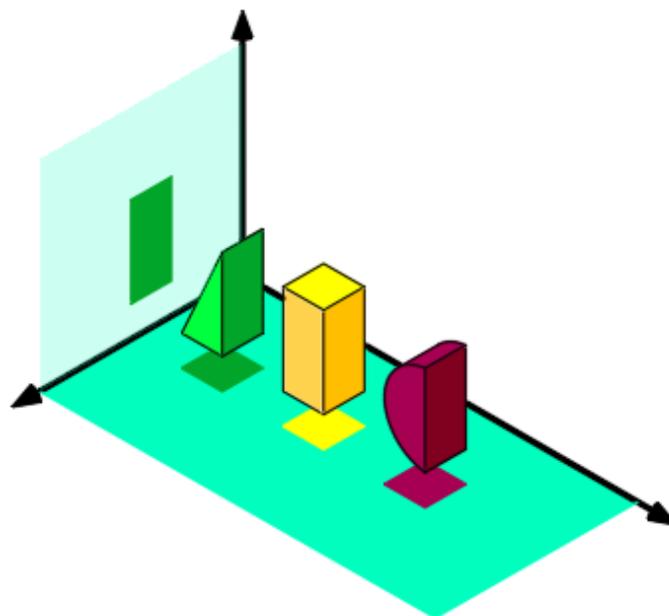
Figura 24 – Sólido resultante



Fonte: A autora, 2020.

Mas outros sólidos também poderiam ser representados pelas mesmas vistas, como exposto na Figura 25. Logo, para não gerar confusões ou imprecisões, a representação da terceira vista, normalmente, torna-se fundamental.

Figura 25 – Sólidos resultantes



Fonte: A autora, 2020.

4.1 Escolha das vistas

A vista mais importante de uma peça deve ser utilizada como vista frontal ou principal. Nesse sentido, **primeiramente** identifica-se a **vista mais relevante** levando-se em consideração:

- A melhor posição do objeto em relação aos planos de projeção, estando a peça na sua posição de trabalho: a que possuir maior distância horizontal e/ou fornecer mais informações.
- Quando duas vistas opostas (anterior e posterior) forem iguais, adota-se como vista anterior a que tiver a vista lateral esquerda mais característica.

Nota-se que, uma vez definida a vista frontal, ficam automaticamente determinadas as vistas laterais esquerda e direita (VLE e VLD), bem como a vista superior (VS), posterior (VP) e inferior (VI).

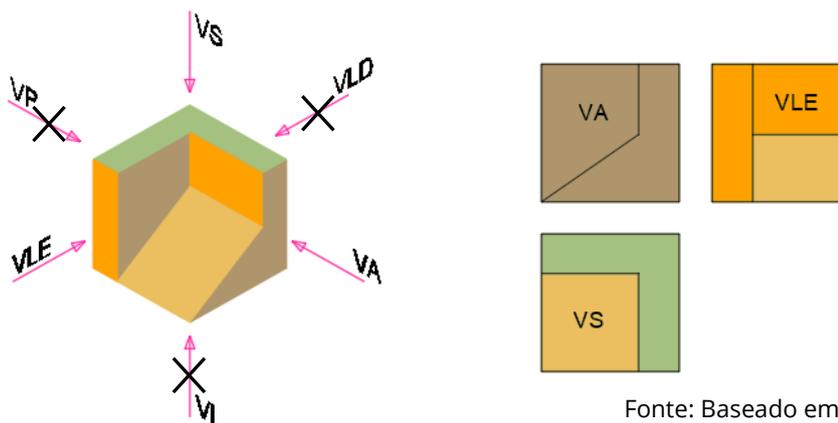
O próximo passo é analisar quais das 6 vistas ortográficas são necessárias e suficientes para representar o objeto de modo inequívoco.

Para solucionar essa questão é preciso verificar os seguintes critérios:

- Necessariamente a vista frontal está automaticamente selecionada;
- Examina-se cada dupla de vistas opostas para verificar se ambas são necessárias à perfeita representação do objeto. Caso estejam repetindo a maioria das informações, elimina-se a menos representativa. Se as duas apresentarem o mesmo número de elementos, mantem-se a mais habitual. Outro fator de preferência é aquela que possui mais arestas visíveis.

Aplicando esses critérios ao sólido a seguir, por exemplo, verifica-se que as faces A e D são as mais significativas, pois apresentam um número maior de informações sobre o objeto. Qualquer uma delas poderia ser a principal, porém, neste caso, adota-se a face A como frontal, pois dessa forma é possível visualizar, na perspectiva, a vista lateral esquerda (habitual). A seguir, analisando cada dupla de vista oposta, conclui-se que estão exibindo as mesmas informações. Então, opta-se por utilizar as habituais, até mesmo porque são as que contém mais arestas visíveis (Figura 26).

Figura 26 – Escolha das vistas necessárias e suficientes do sólido



Fonte: Baseado em www.dibujo.com.

5 VISTAS SECCIONAIS

Alguns sólidos são tão complexos internamente que apenas as vistas ortográficas comuns não são suficientes para representá-los na íntegra, com precisão. Nesses casos torna-se necessário a realização de cortes, ou seja, idealiza-se a interseção de um ou mais planos secantes sobre o sólido em estudo. Dessa forma, elimina-se o volume resultante situado entre o observador e o plano de corte e representa-se a vista ortográfica da porção restante, denominada **vista seccional** (Figuras 27 e 28).

Figura 27 – Concepção de vista seccional

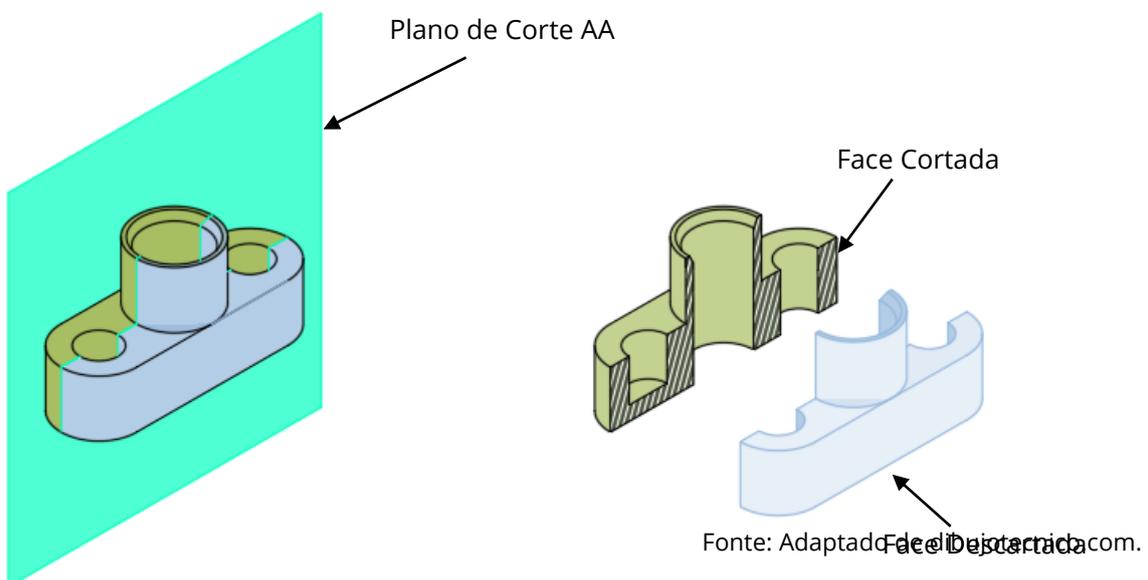
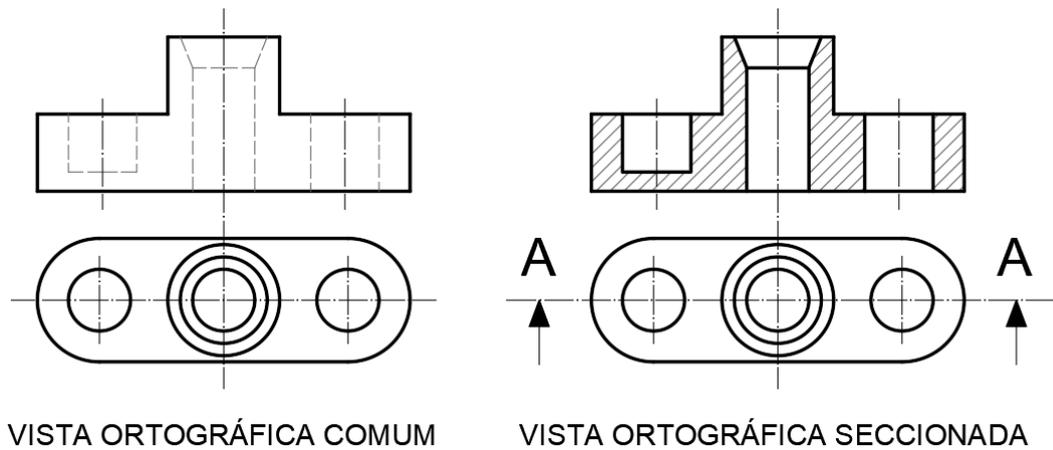


Figura 28 – Vistas seccionais



Fonte: Adaptado de dibujotecnico.com.

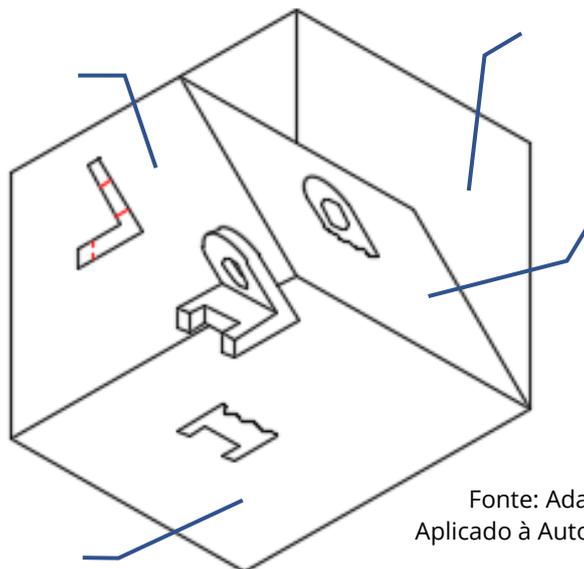
Dessa forma, através das vistas seccionais, torna-se possível expor, com exatidão, os detalhes internos dos sólidos. Por consequência, algumas arestas anteriormente não visíveis nas vistas comuns (tracejadas), tornam-se visíveis (linhas contínuas), uma vez que passam a ser observadas na vista seccional.

6 VISTAS AUXILIARES

Alguns objetos possuem uma ou mais faces inclinadas ou oblíquas de modo a não se encontrarem paralelas a nenhum dos planos comuns de projeção. Quando isso ocorre, por consequência, nenhuma das seis vistas ortográficas comuns apresentará a projeção em verdadeira grandeza (medida real) dessas faces. Nesses casos, torna-se necessária a utilização de um ou mais planos auxiliares de projeção, até obter a VG dessas faces.

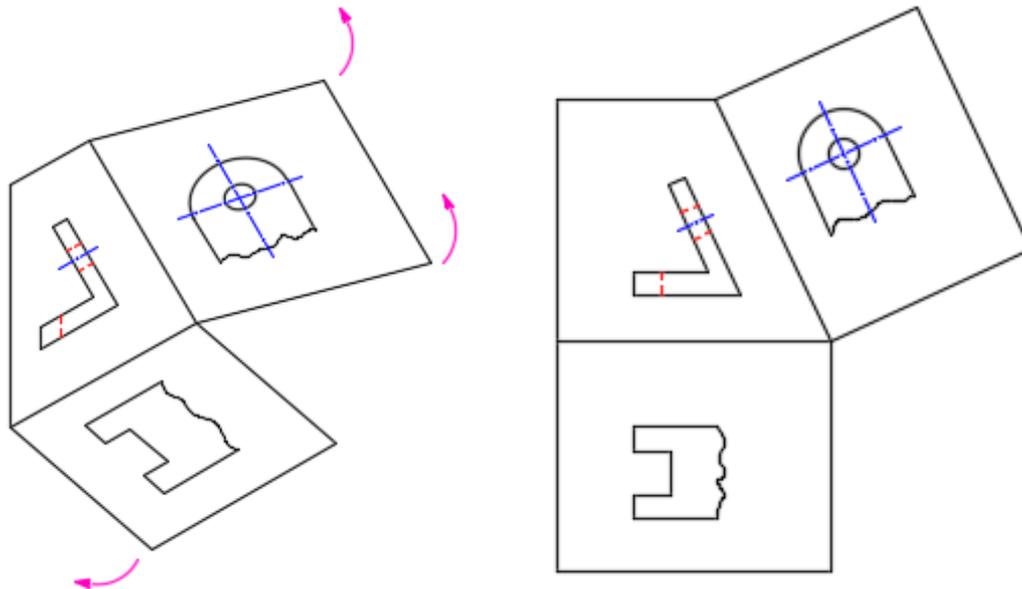
No caso de faces inclinadas, a utilização de um plano auxiliar é suficiente para a obtenção da sua VG. Para isso, ele é posicionado paralelo à face inclinada (Figuras 29 e 30), de modo a possibilitar a projeção, em VG, da respectiva face. Por consequência, a vista projetada neste plano auxiliar é denominada vista auxiliar.

Figura 29 – Vista auxiliar paralela à face inclinada



Fonte: Adaptado da Apostila de Desenho Aplicado à Automação e Controle, PUC/Goiás.

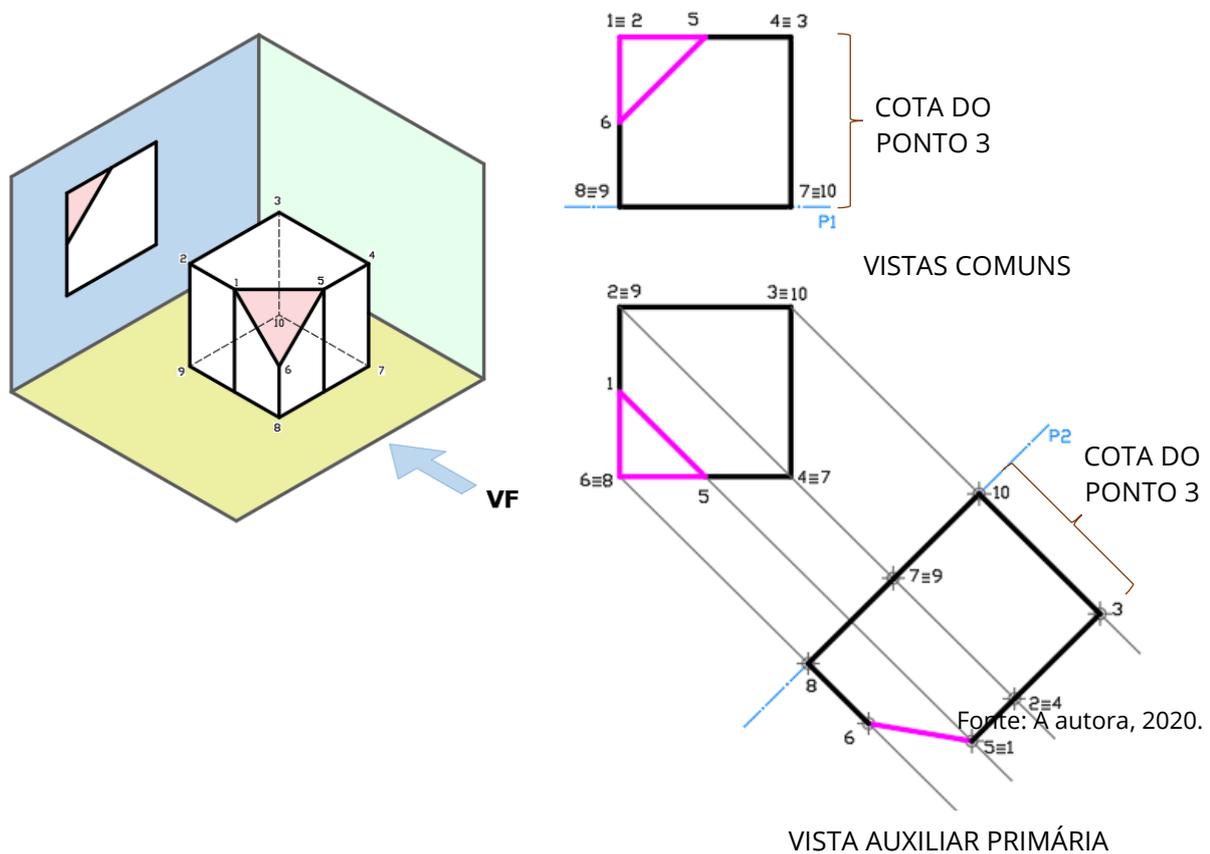
Figura 30 - Desdobramento da vista auxiliar



Fonte: Adaptado da Apostila de Desenho Aplicado à Automação e Controle, PUC/Goiás.

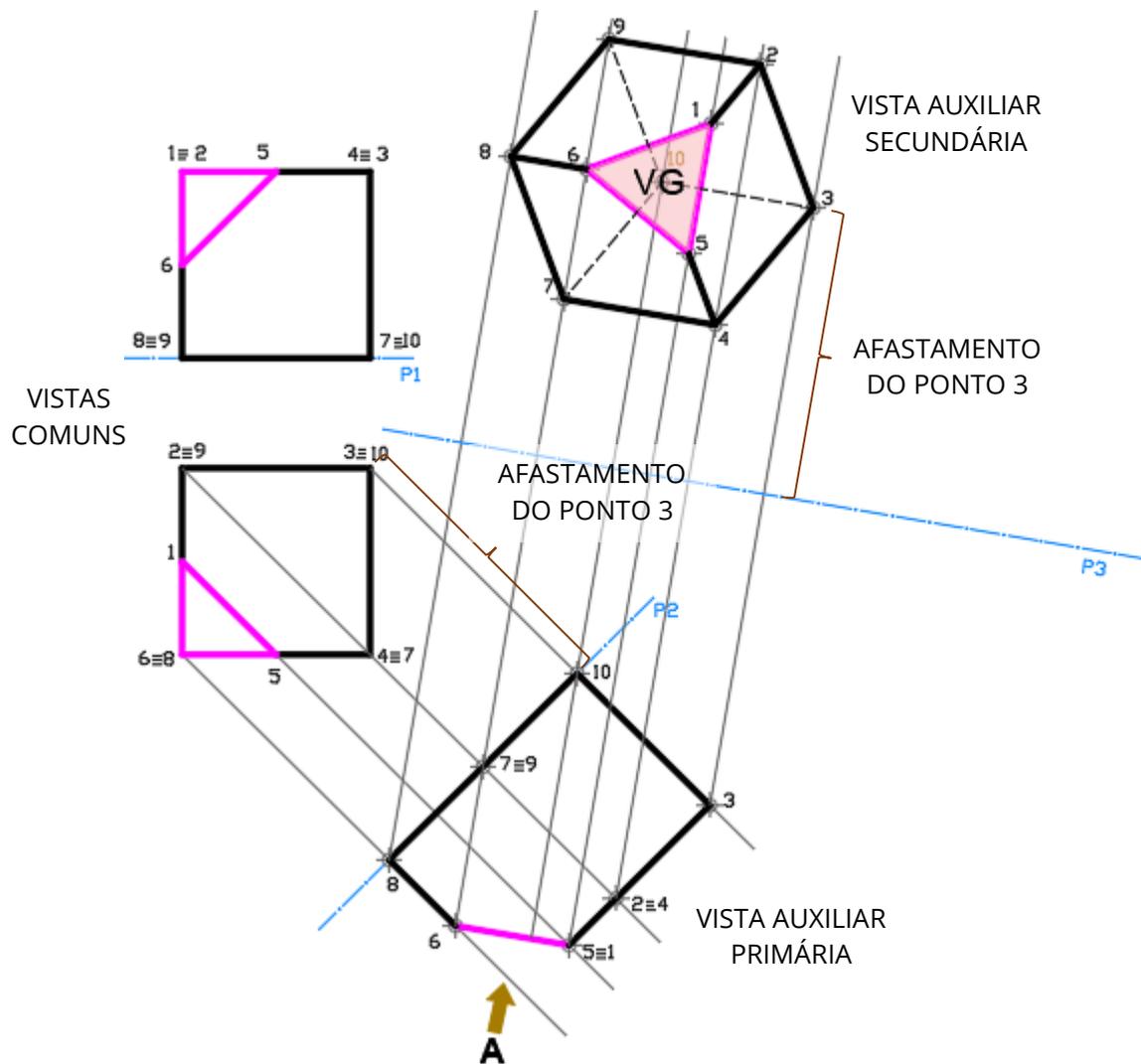
Já em planos oblíquos torna-se necessária a utilização de dois planos auxiliares de projeção. Primeiramente, é preciso obter a **projeção acumulada** da face oblíqua. Para isso, posiciona-se o plano auxiliar primário (P2) perpendicular à projeção horizontal de uma reta horizontal do sólido (Figura 31).

Figura 31 - Construção da vista auxiliar primária



Após, posiciona-se o plano auxiliar secundário (P3) paralelo à face acumulada, obtendo a sua projeção em VG (Figura 32). Portanto, é importante ressaltar que **nem todas as vistas auxiliares contêm a VG** da face em estudo; algumas apresentam a sua **projeção acumulada**. Outra questão importante refere-se à **visualização** da projeção da face oblíqua em VG. Deve-se ter o cuidado de posicioná-la sempre de forma **visível** na vista auxiliar secundária.

Figura 32 - Obtenção da verdadeira grandeza da face oblíqua



POSIÇÃO DO OBSERVADOR
NECESSÁRIA PARA QUE A
PROJEÇÃO EM VG DA FACE
OBLÍQUA ESTEJA VISÍVEL NA
VISTA AUXILIAR SECUNDÁRIA

Fonte: A autora, 2020.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apostila de Desenho Aplicado à Automação e Controle. PUC/Goiás. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/8053/material/Aula%2007%20-%20Vistas%20auxiliares.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2020.

CARCASSI, Matteo. **Ficheiro Voo.** Perspectiva Militar. 2012. Disponível em: <<https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Voo.jpg>>. Acesso em 09 maio 2020.

Dicionário Michaelis *Web*. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em 09 maio 2020.

GIESECKE, Frederick E. **Comunicação Gráfica Moderna.** Frederick E Giesecke, Alva Mitchel, Henry Cecil Spencer, Ivan Leroy Hill, John Thomas Dygdon, James Novak e Shawna Lockhart. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GOODMAN, Marla; JOHNSON, Cindy, LOCKHART, Shawna E. **Visualization and Sketching.** In Modern Graphics Communication, 5th Edition. LOCKHART, Shawna E.; GOODMAN Marla; JOHNSON, Cindy. Peachpit Press. Disponível em: <<https://www.peachpit.com/articles/article.aspx?p=2873372&seqNum=26>>. Acesso em 14 jul. 2020.

GOUVEIA, Magaly. **Como Pintar.** 2020. Disponível em: <<https://www.amopintar.com/perspectiva-com-dois-pontos-de-fuga>>. Acesso em 09 maio 2020.

RODRIGUES JÚNIOR, Fernando José Nunes; MACHADO, Anna Virgínia. **Perspectiva Cavaleira.** 2020. Disponível em: <https://desenhobasicouff.weebly.com/uploads/7/1/0/5/7105339/projeto_cavaleira_mk3.pdf>. Acesso em 09 maio 2020.

MONTENEGRO, Gildo. **A Perspectiva dos Profissionais.** São Paulo: Edgard Blucher, 1983

NASCIMENTO, Luiz Antônio do. **Introdução à Geometria Descritiva.** 2012. Disponível em: <https://ladnascimento.files.wordpress.com/2012/09/aula5_projeco.es.pdf>. Acesso em 13 jul. 2020.

NBR 10647 **Desenho Técnico.** 1989.

Site Dibujo Técnico. Disponível em: <<http://www.dibujotecnico.com/teoria-del-dibujo-tecnico>>. Acesso em 09 maio 2020.

SOUSA, João Vitor. **Desenho Básico-Aula 06.** Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/375893/>>. Acesso em 09 Mai. 2020.

TRAPANO, Patrizia Di. **Apostila de Perspectiva e Sombras.** 2011. Disponível em: <<https://document.onl/documents/apostila-de-perspectiva-e-sombras.html>>. Acesso em 09 maio 2020.

CONCORDÂNCIAS / TERMINAIS E INTERSECÇÕES GEOMÉTRICAS

GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA

1	INTRODUÇÃO	35
2	CONCORDÂNCIA	36
3	TERMINAIS	37
4	INTERSECÇÕES GEOMÉTRICAS.....	40
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

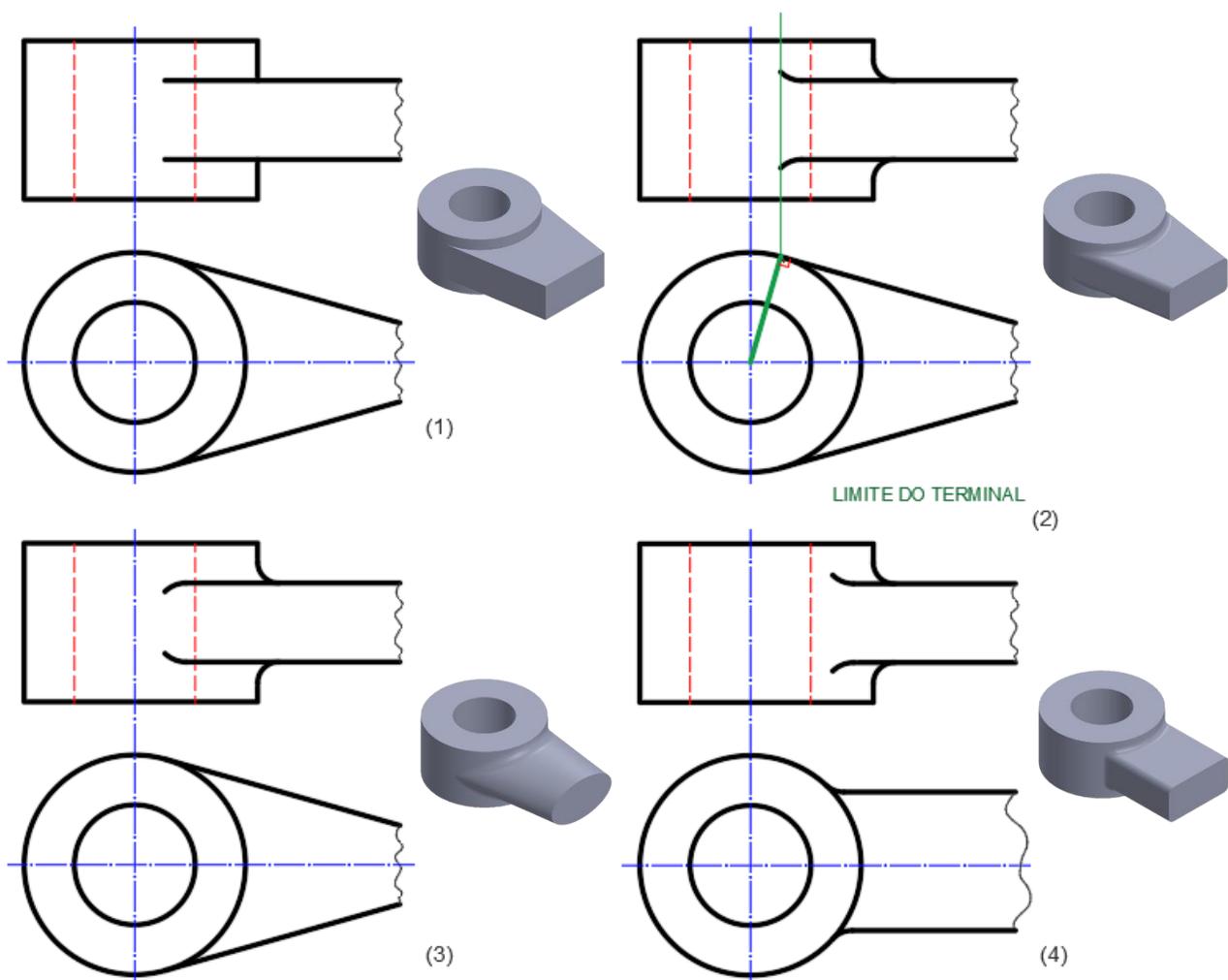
Concordâncias são uniões de duas superfícies através de curvaturas. São **superfícies reais**, possíveis de tocar e sentir. Terminais são **símbolos** que indicam a união (encontro) de curvaturas em um determinado ponto do desenho.

As concordâncias e os terminais ajudam a representação das peças e as informações relativas às mesmas contidas nos desenhos.

A correta utilização destes elementos gráficos permite a representação mais precisa das peças com um menor número de vistas. Por exemplo, as quatro peças da Figura 1 podem ser representadas cada uma em duas vistas ortográficas, ressaltando suas diferenças através de concordâncias e terminais.

No exemplo da Figura 1, se não fossem utilizados terminais e concordâncias seriam necessárias vistas complementares para a representação de cada uma das peças, que não seriam totalmente definidas somente em duas vistas.

Figura 1 - Concordâncias e terminais



Fonte: baseado em GIESECKE, 2012.

Observe a Figura 1 que apresenta a peça 1 onde a união entre as superfícies da haste e do cilindro é feita através de arestas e cantos vivos, bem como a união entre as superfícies da haste.

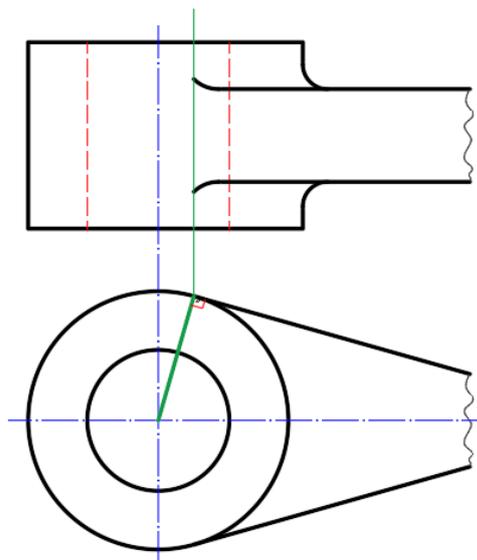
Vemos que existem algumas diferenças de acabamento entre as peças apresentadas (2 e 3). Na peça 2 as uniões entre o cilindro e a haste e entre as superfícies da haste entre si são curvas, e as arestas desbastadas (arredondadas).

Observa-se que, na vista anterior, as duas linhas representativas da haste envolvem o cilindro até um determinado alinhamento.

Este é o alinhamento do *ponto de tangência*, na vista superior, da reta representativa da superfície da haste à circunferência representativa do cilindro.

Determina-se o *ponto de tangência* de uma reta a uma circunferência traçando-se uma reta perpendicular à reta tangente, que passe pelo centro da circunferência (linha verde): Na vista anterior as retas que representam a haste avançam até o alinhamento deste ponto de tangência, conforme se observa na Figura 2.

Figura 2 - Ponto de tangência para construção dos terminais

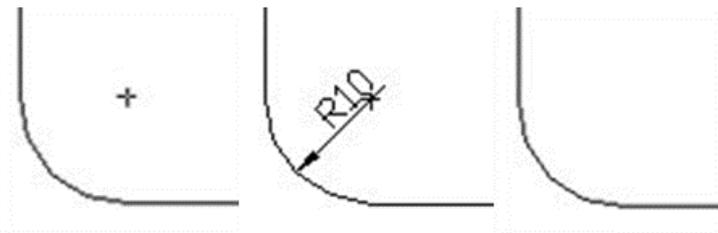


2 CONCORDÂNCIA

Existem dois tipos de concordâncias: de raio determinado e de raio indeterminado (ou comum). As concordâncias de raio determinado necessitam ter uma dimensão precisa na peça para que a mesma funcione adequadamente. As concordâncias de raio indeterminado servem para indicar o acabamento da peça, isto é, um desbaste efetuado para remoção dos cantos vivos e não necessitam ter uma dimensão precisa (Figura 3).

As concordâncias de raio determinado sempre devem ser representadas cotadas ou com marcação de seu centro, enquanto as de raio indeterminado não necessitam destes elementos em sua representação

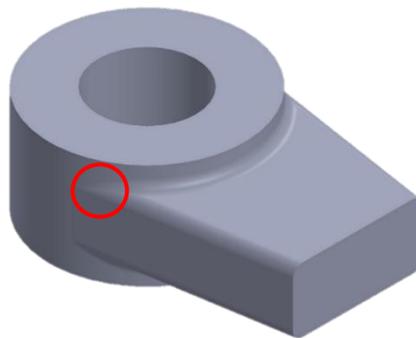
Figura 3 - Exemplos de raios determinados e indeterminados



3 TERMINAIS

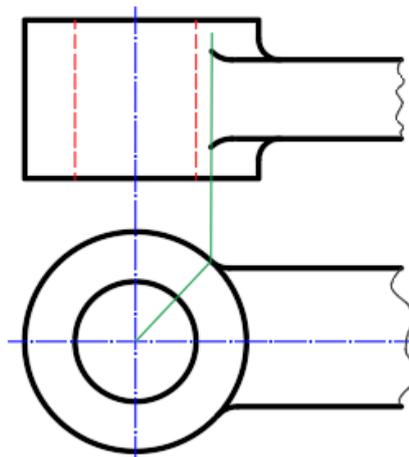
Terminais são **símbolos** que indicam que em um determinado ponto da peça existe a união de duas ou mais curvaturas. Por exemplo: na peça 2 da Figura 1, no ponto indicado, temos a união da curvatura referente ao encontro da lateral do cilindro com a haste e da curvatura referente ao encontro da superfície lateral com as superfícies superior e inferior da haste (Figura 4).

Figura 4 - Encontro de concordâncias originando um terminal



Nas vistas, esta união de curvaturas será representada através de terminais. Assim, na vista anterior da peça 2, no final das linhas representativas da haste serão representados terminais indicando que ali ocorre a união de curvaturas. Os terminais são desenhados até o alinhamento do ponto de tangência da superfície da haste com o cilindro (Figura 5).

Figura 5 - Detalhe da construção dos terminais

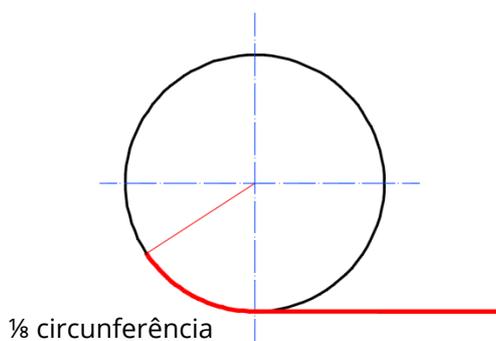




ATENÇÃO

A representação dos terminais é feita através de uma pequena curvatura ao final da reta. Esta curvatura tem cerca de $\frac{1}{8}$ de circunferência (Figura 6). Os terminais **diferem** das concordâncias em sua curvatura. Concordância são $\frac{1}{4}$ de circunferência.

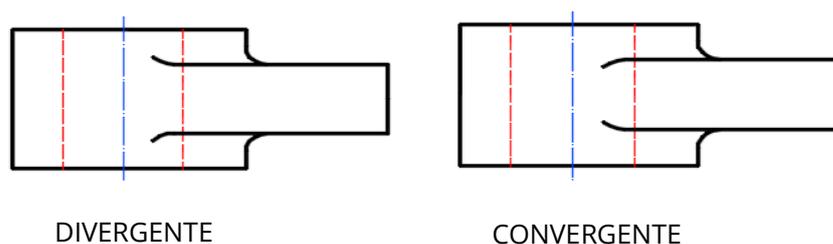
Figura 6 - Desenho de terminais



Terminais **divergentes** indicam que a superfície entre eles é plana (caso da peça 2) enquanto terminais **convergentes** indicam que a superfície entre eles é curva (caso da peça 3).

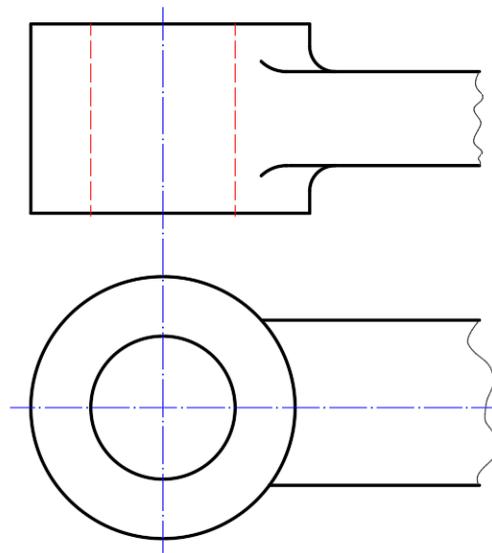
Assim, a diferença na representação das peças 2 e 3 se dará **unicamente** na forma dos terminais representados em sua vista anterior, ficando a representação das peças 2 e 3 como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Diferença entre os terminais



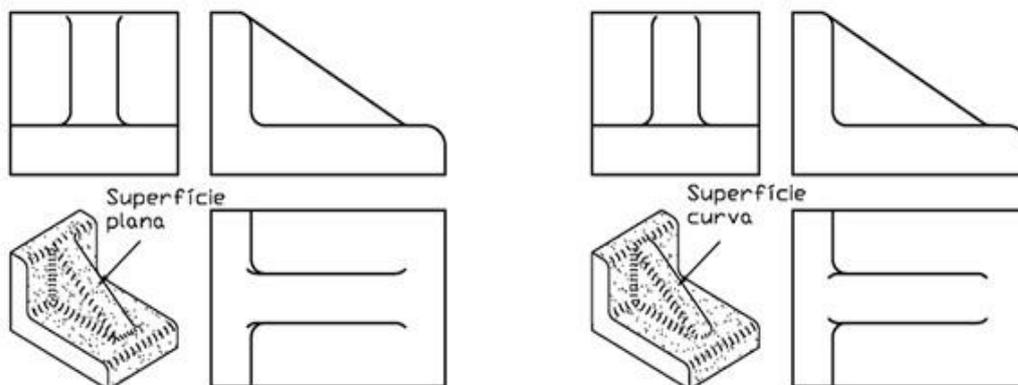
A última peça desta sequência de 4 é muito similar à peça 2, alterando somente o ponto em que a haste encontra o cilindro. Na peça 4 a haste não tangencia o cilindro, o que altera, conseqüentemente, a representação na vista superior quando comparamos com a peça 2, como se observa na Figura 8. A vista anterior permanece a mesma.

Figura 8 - A haste não tangencia o cilindro



Na Figura 9 são apresentados dois exemplos do uso de concordâncias e terminais que exemplificam a sua importância.

Figura 9 - Exemplo do uso de terminais e concordâncias



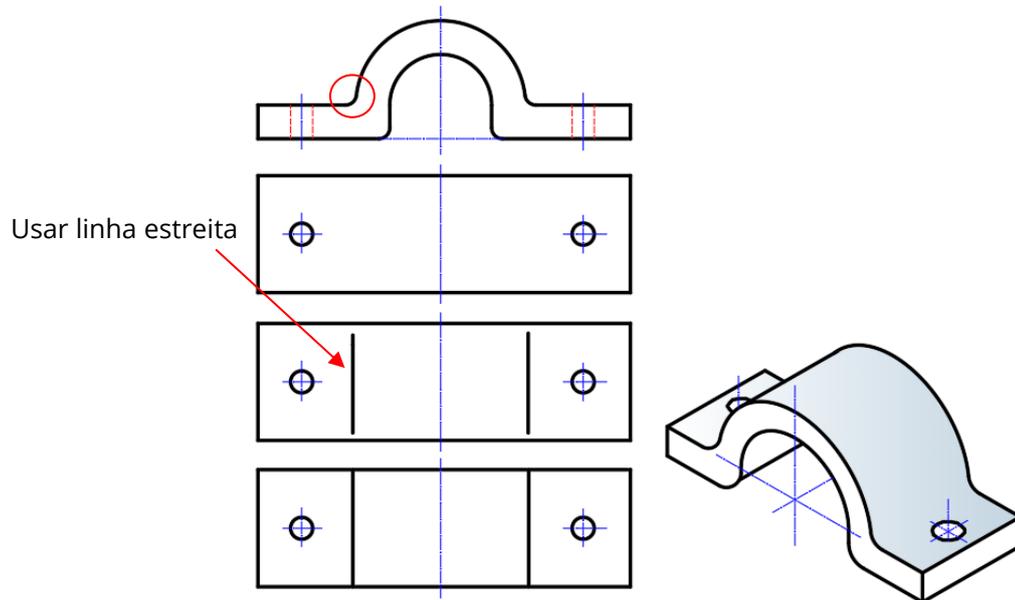
Fonte: Giesecke, p. 212, 2012.

Existem situações, quando tratamos com peças de acabamento composto por arestas desbastadas e por curvaturas, que podemos optar entre representar ou não certas arestas. Esta opção deve sempre ser feita visando a maior clareza na transmissão da informação através do desenho.

A linha assinalada poderia ser suprimida de sua representação, visto que no encontro do cilindro com a superfície existente naquele alinhamento não temos uma aresta, mas somente uma concordância, uma curvatura. Entretanto fica mais fácil de compreender o volume da peça se representarmos tal aresta do que se não o fizermos. Neste caso temos 3 opções demonstradas na Figura 10.

- a) não representar a aresta;
- b) representar uma linha estreita, que não toca nos contornos das peças, indicando que naquele ponto do desenho temos um detalhe que deve ser observado na outra vista (na vista superior);
- c) representar a aresta com curvaturas.

Figura 10 - Representações de curvaturas

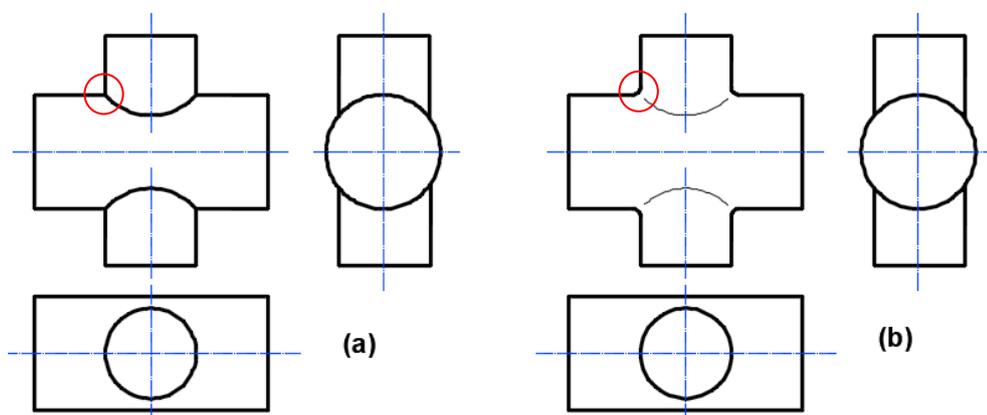


Fonte: baseado em Giesecke p.212, 2012.

4 INTERSECÇÕES GEOMÉTRICAS

As intersecções de superfícies acabam gerando cantos vivos visíveis ou não (Figura 11-a). Segundo Ribeiro (2012), se os cantos de intersecção forem arredondados em função de superfícies em concordância, as intersecções serão imaginárias e representadas com linhas contínuas e finas (Figura 11-b).

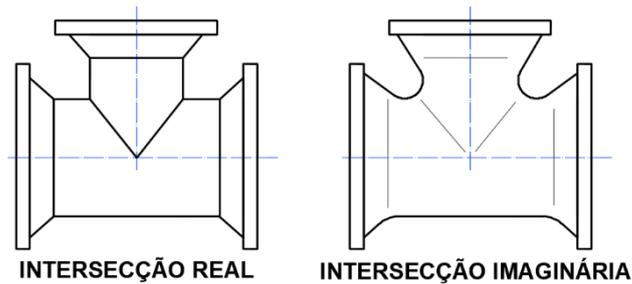
Figura 11 - Intersecções geométricas entre peças cilíndricas



Fonte: Ribeiro. 2012.

Outro exemplo do mesmo caso pode ser observado na Figura 12.

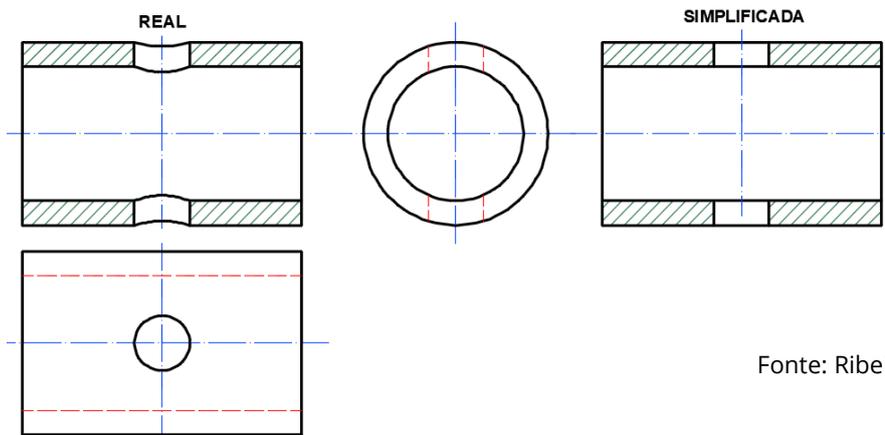
Figura 12 - Intersecções reais e imaginárias



Fonte: Ribeiro. 2012.

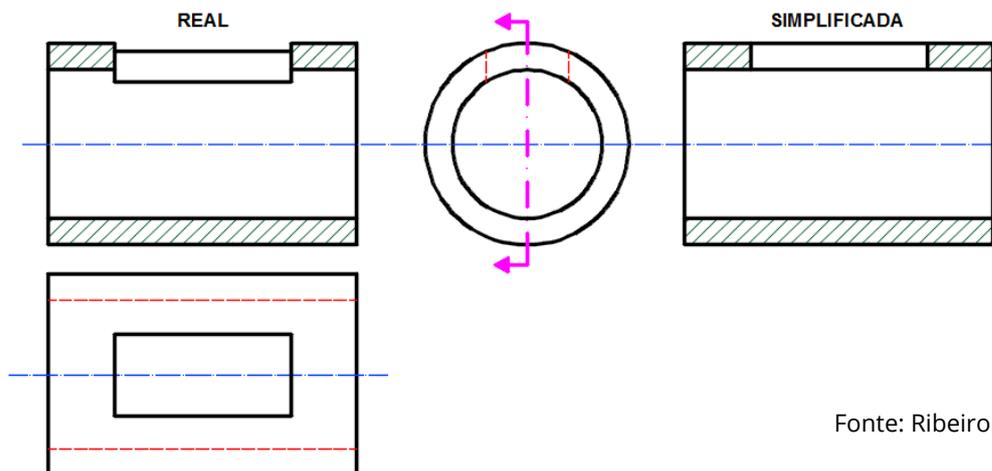
Pode-se usar simplificações (uso de linhas retas) em casos de pequenas dimensões entre duas superfícies cilíndricas (Figura 13) e na intersecção de um cilindro com um prisma retangular (Figura 14).

Figura 13 - Intersecção entre superfícies cilíndricas



Fonte: Ribeiro. p.98, 2012.

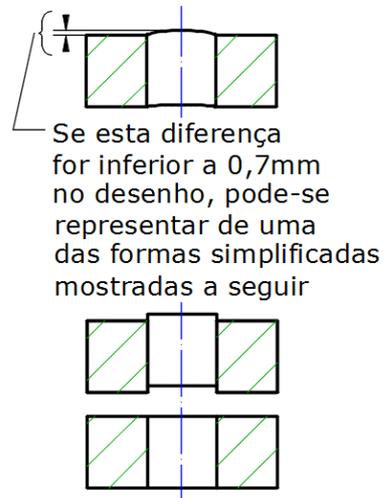
Figura 14 - Intersecção entre peça cilíndrica e prisma retangular



Fonte: Ribeiro. p. 99, 2012.

O espaçamento mínimo entre as linhas paralelas (inclusive a representação de hachuras) não deve ser menos do duas vezes a largura da linha mais larga. Entretanto, recomenda-se que essa distância não seja menor que 0,70 mm, conforme a Figura 15.

Figura 15 - Formas de representação



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VEIGA DA CUNHA, L. **Desenho Técnico**. Fundação Calouste Gulbenkian. 14º edição, 2008.
- GIESECKE, F.E., et al. **Technical Drawing with Engineering Graphics**. Ed. Prentice Hill. 14º edição, 2012.
- MORAIS, S. **Desenho Técnico Básico** – 3, Ed. Porto. Porto, Portugal. 26º edição. 2017.
- RIBEIRO, A.C., PERES, M.P., IZIDORO, N. **Curso de Desenho Técnico e Autocad**. Ed. Pearson, São Paulo, Brasil 2013.

VISTAS AUXILIARES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS

PAULETE FRIDMAN SCHWETZ

1	INTRODUÇÃO	44
2	VISTAS AUXILIARES PRIMÁRIAS.....	46
3	VISTAS AUXILIARES SECUNDÁRIAS.....	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

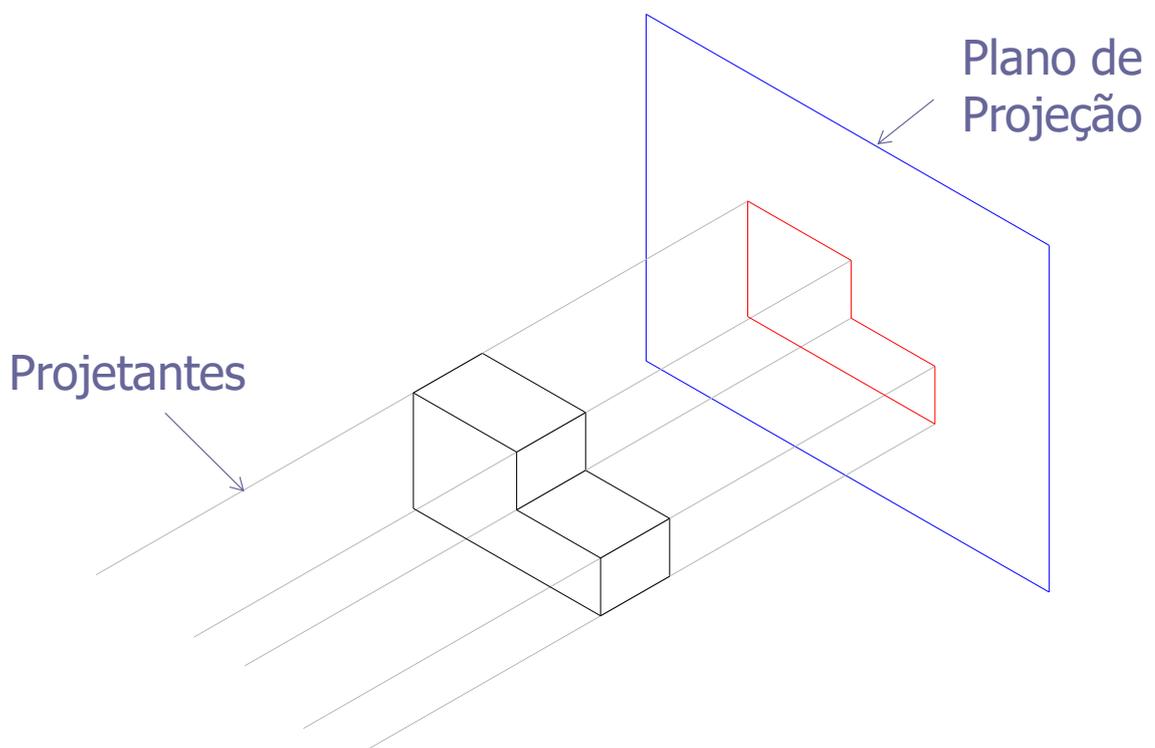
1 INTRODUÇÃO

O Desenho Técnico é a ferramenta necessária para a representação de um projeto de arquitetura, engenharia ou design, que pode ser definido como uma linguagem gráfica que representa as formas, dimensões e posicionamento de objetos sempre da mesma maneira, de forma completa e rigorosa sem qualquer ambiguidade.

Segundo o autor Luiz Veiga da Cunha, em seu livro Desenho Técnico (1989), o principal problema que permaneceu durante muito tempo na execução de desenhos técnicos foi a dificuldade em representar objetos tridimensionais com rigor sobre superfícies planas.

No século XVIII, Gaspar Monge introduziu a Geometria Descritiva, lançando as bases dos sistemas de representação do Desenho Técnico. Este método baseia-se no Sistema de Projeção Cilíndrico, que considera um observador posicionado a uma distância infinita de um objeto plano. Desta forma, os *raios visuais* ou *projetantes* tornam-se paralelos entre si. Caso os raios visuais se projetem perpendicularmente ao plano de projeção, o sistema de projeção denomina-se **Sistema de Projeção Cilíndrico Ortogonal**. Neste sistema de projeção, quando o objeto projetado estiver em uma posição tal que uma de suas faces seja paralela ao plano de projeção, será gerada uma imagem com a verdadeira grandeza desta face (Figura 1).

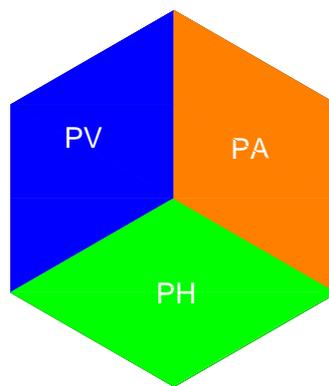
Figura 1 - Sistema de Projeção Cilíndrico Ortogonal.



No entanto, quando se deseja representar objetos tridimensionais, só são possíveis representações exatas das faces que sejam paralelas ao plano de projeção. Considerando estas propriedades, Gaspar Monge propôs um sistema de dupla projeção, constituído por planos ortogonais entre si, sendo um plano horizontal e um plano vertical.

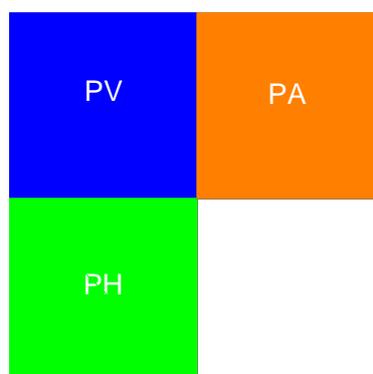
Porém, dependendo da geometria, determinados objetos necessitam de mais de duas projeções para que possam ser perfeitamente compreendidos. Assim, foi introduzido um plano auxiliar para a representação de objetos tridimensionais, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Planos de projeção propostos pela teoria de Gaspar Monge.



Como o objetivo é a representação de objetos em um plano bidimensional, torna-se necessária a planificação do sistema, através do rebatimento dos planos, considerando as intersecções entre os mesmos com os eixos de rotação. Esta planificação pode ser visualizada na Figura 3.

Figura 3 – Planificação do sistema de projeção mongeano.



Este sistema de projeções de um objeto é a base da representação do Desenho Técnico, que necessita de projeções que primem pela precisão das dimensões, definindo com exatidão a sua forma. As projeções recebem o nome de Vistas Ortográficas.

No caso mais geral, é possível a representação de até seis vistas ortográficas de um objeto, conforme a posição do observador, assim denominadas:

- Vista Anterior (VA)
- Vista Posterior (VP)
- Vista Lateral Esquerda (VLE)
- Vista Lateral Direita (VLD)
- Vista Superior (VS)
- Vista Inferior (VI)

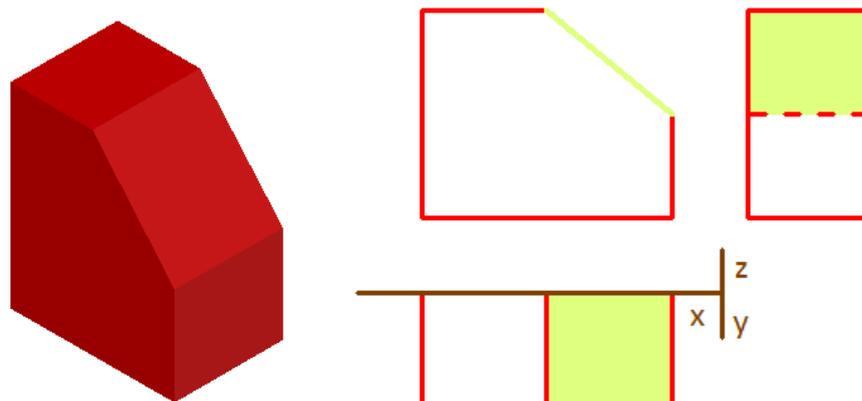
Porém, algumas vistas podem ser suprimidas caso não acrescentem nenhuma informação nova para a compreensão da peça representada.

Entretanto, determinados objetos possuem faces que se apresentam acumuladas ou reduzidas nos planos de projeção. Nestes casos, torna-se necessária a utilização de Vistas Auxiliares para que seja possível sua visualização em Verdadeira Grandeza (VG). Para a representação das Vistas Auxiliares, o Desenho Técnico utiliza um método descritivo da Geometria Descritiva denominado Mudança de Sistema de Referência, que implica em acrescentar-se um ou mais planos de projeção a um sistema existente, criando-se novos Sistemas de Referência (SR).

2 VISTAS AUXILIARES PRIMÁRIAS

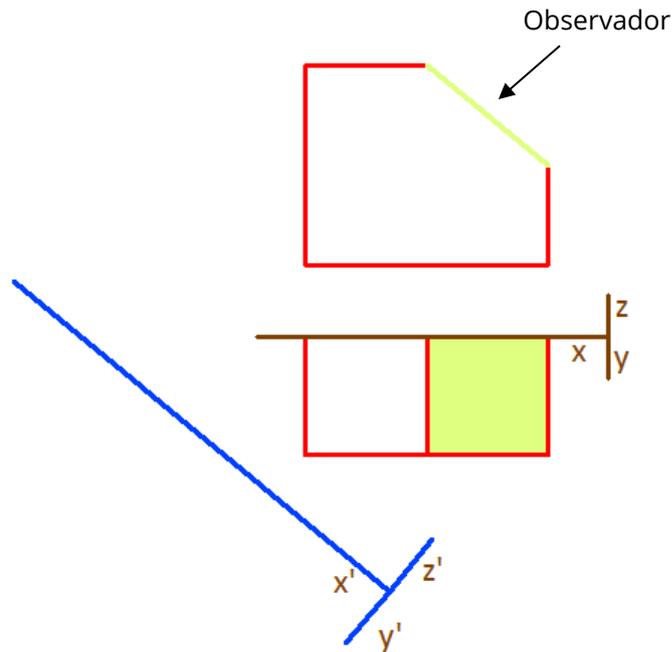
O processo de criação de um novo SR deve ser orientado pelo objetivo a ser alcançado. Quando a face a ser representada apresenta-se acumulada em um dos planos de projeção, utiliza-se apenas uma mudança de Sistema de Referência para a obtenção da VG da face, alterando a posição de visualização do observador. A representação resultante denomina-se Vista Auxiliar Primária. Para exemplificar a construção de uma Vista Auxiliar Primária, considere as vistas ortográficas e a perspectiva do objeto representado na Figura 4.

Figura 4 – Vistas Ortográficas e Perspectiva de um objeto.



Analisando a Figura 4, observa-se que uma das faces (hachurada em verde) apresenta-se acumulada na Vista Anterior e reduzida na Vista Lateral Esquerda e na Vista Superior. Neste caso, será necessária uma mudança de sistema de referência para a obtenção da Verdadeira Grandeza desta face. O novo SR' é acrescentado de tal forma que o eixo X' seja paralelo à face acumulada, conforme mostra a Figura 5.

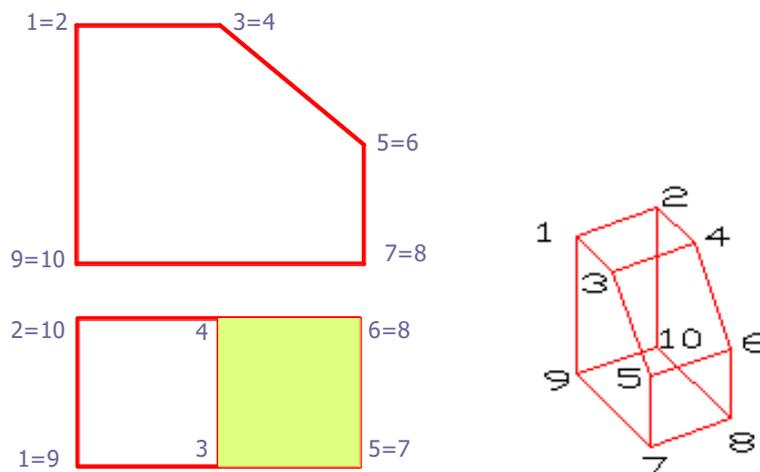
Figura 5 - Posicionamento do novo Sistema de Referência (SR)



Para a construção da VG da face, sugere-se o seguinte procedimento:

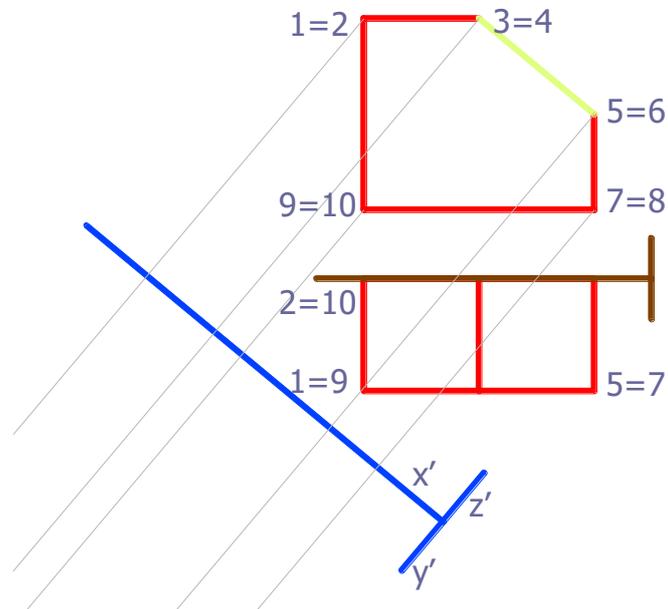
1. Numerar os vértices do objeto, tanto na perspectiva quanto nas vistas ortográficas (Figura 6);

Figura 6 - Numeração dos Vértices.



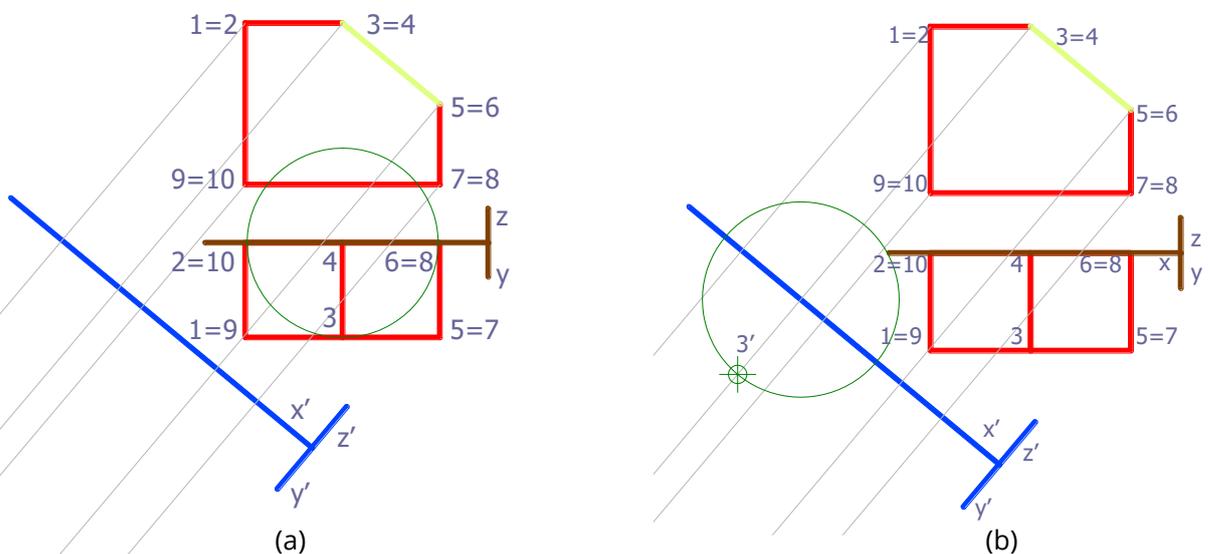
2. Traçar linhas auxiliares (Figura 7), perpendiculares ao eixo X' do novo SR' , que contenham os vértices do objeto na projeção que está sendo mantida (neste caso, a VA);

Figura 7 - Linhas auxiliares perpendiculares à X' .



3. Transportar as distâncias dos vértices em relação ao SR original da vista que está sendo substituída (neste caso, a VS) para o novo sistema de referência SR' . Quando se utiliza um programa computacional CAD, o transporte das distâncias pode ser feito através da utilização de circunferências, cujo centro é o vértice a ser transportado e o raio a distância até o SR original. As Figuras 8-a e 8-b exemplificam o transporte das distâncias.

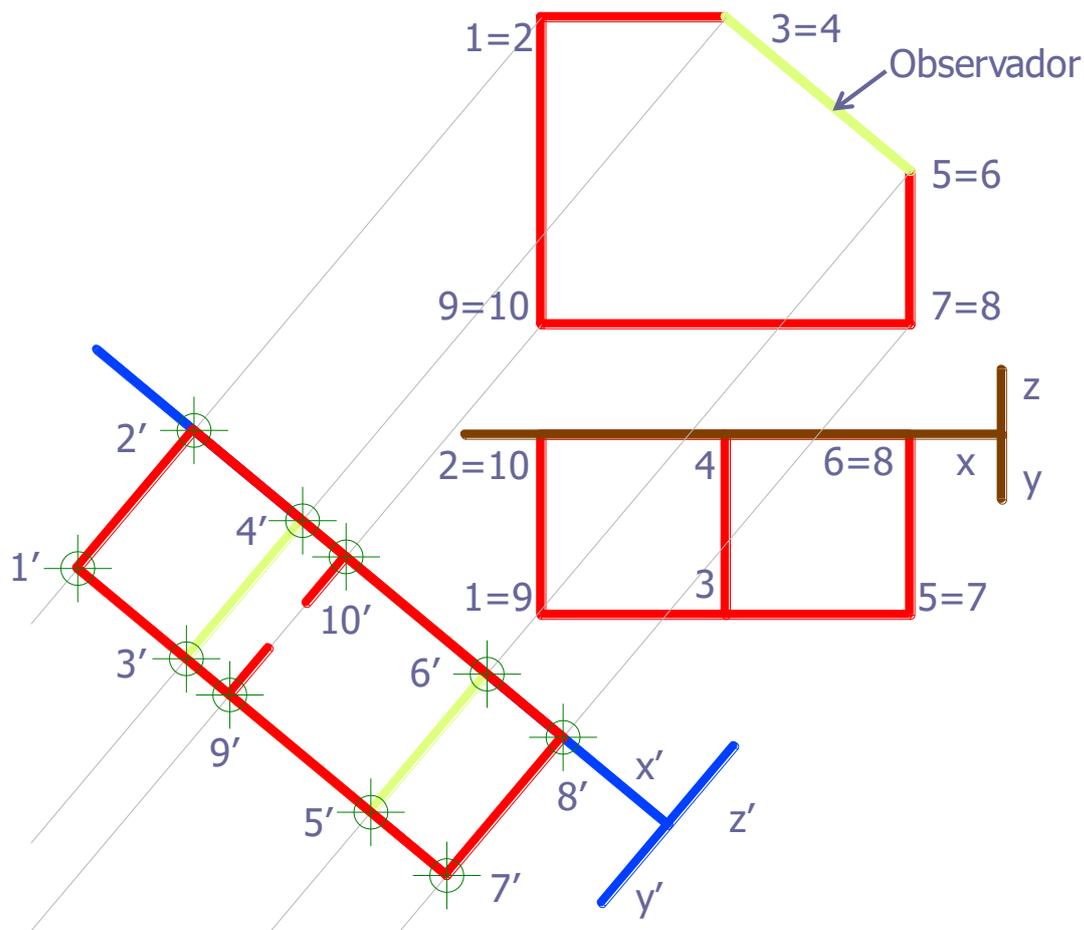
**Figura 8 - (a) Medição da distância do vértice 3 em relação à SR
(b) Transporte da distância do vértice 3 para SR' .**



Este procedimento deve ser repetido para todos os vértices do objeto;

4. Ligar de forma topologicamente coerente as novas projeções dos vértices em SR', dando especial atenção à visibilidade das arestas. Desta forma, obtém-se uma nova vista da peça, onde a face inclinada aparece em Verdadeira Grandeza. Este processo é elucidado na Figura 9, onde a face em VG encontra-se destacada em outra cor, apenas com objetivos didáticos.

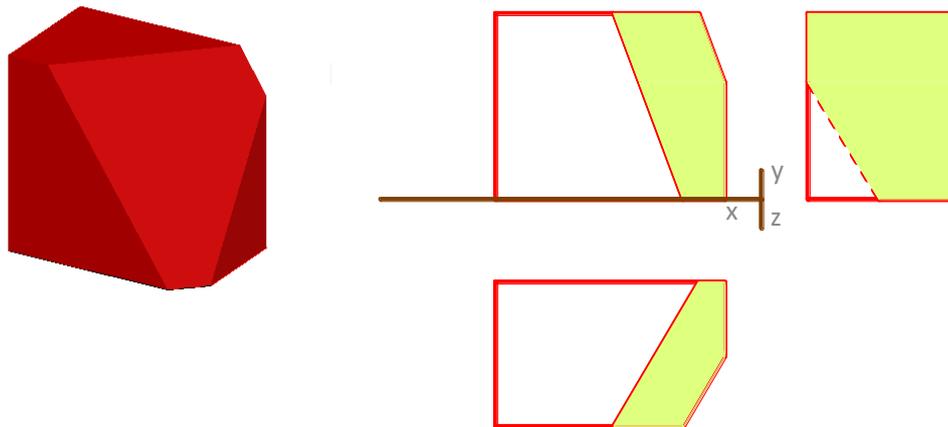
Figura 9 – Construção da Vista Auxiliar Primária para a obtenção da VG da face inclinada



3 VISTAS AUXILIARES SECUNDÁRIAS

Existem casos de representação, porém, que a face a ser representada apresenta-se reduzida em todas as vistas ortográficas. Neste caso, torna-se necessária a realização de duas mudanças de SR: uma para acumular a face (Vista Auxiliar Primária) e outra para obter sua Verdadeira Grandeza. Esta segunda mudança de SR é denominada Vista Auxiliar Secundária. Para elucidar o processo de construção de uma Vista Auxiliar Secundária, considere as Vistas Ortográficas e a perspectiva do objeto representado na Figura 10.

Figura 10 - Vistas Ortográficas e Perspectiva de um objeto.



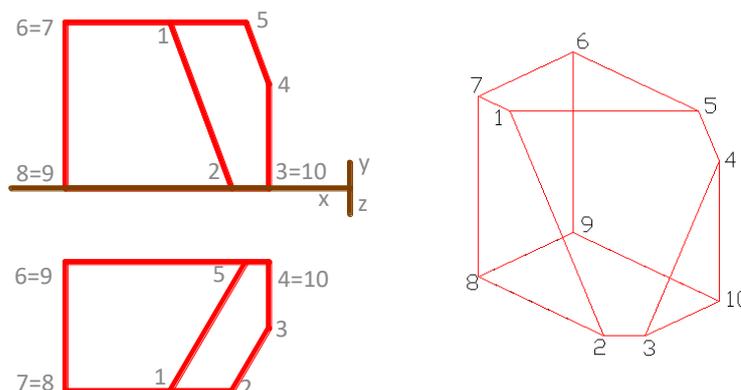
Analisando a Figura 10, observa-se que o objeto representado possui uma face oblíqua que se apresenta reduzida em todas as Vistas Ortográficas (hachurada em verde). Neste caso, será necessária uma dupla Mudança de Sistema de Referência: uma para acumular a face oblíqua e outra para obter sua Verdadeira Grandeza. Torna-se importante enfatizar que, durante a Mudança de SR, o objeto permanece imóvel, sendo o observador que altera sua posição.

A primeira Mudança de Sistema de Referência para acumular a face oblíqua terá o novo SR' acrescentado de tal forma que o eixo X' seja perpendicular a uma reta em VG que pertença à face reduzida. Obtida a face acumulada, processa-se uma nova Mudança de Sistema de Referência, desta vez com o novo SR paralelo à face acumulada para a obtenção da VG.

Para a construção da VG da face, sugere-se o seguinte procedimento:

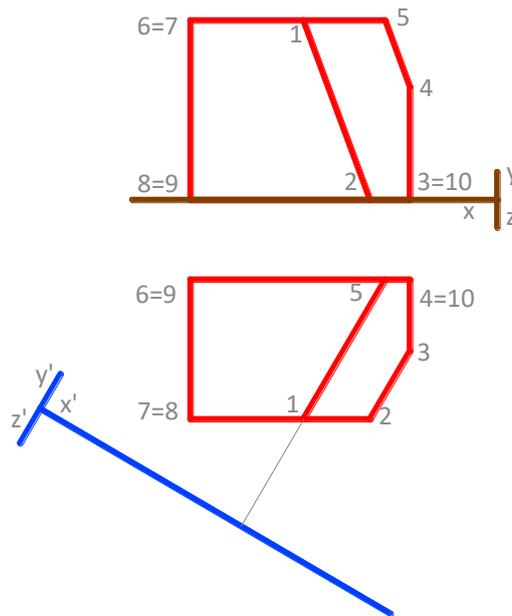
1. Numerar os vértices do objeto, tanto na perspectiva quanto nas vistas ortográficas (Figura 11);

Figura 11 - Numeração dos Vértices



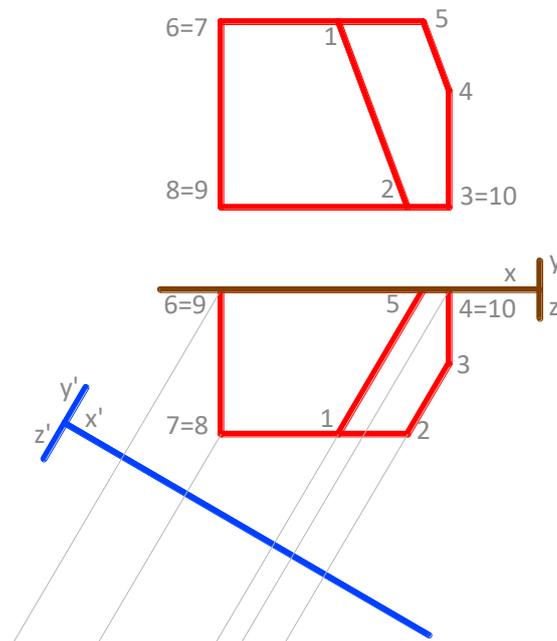
- Escolher uma reta em VG que pertença à face oblíqua. No caso do objeto representado na Figura 12, observa-se que as retas 1-5 e 2-3, que são paralelas entre si, apresentam-se em VG na Vista Superior, porque sua projeção na Vista Anterior é paralela ao eixo X do Sistema de Referência. Portanto, na primeira mudança de SR' o novo eixo X' deverá ser perpendicular à 1-5 (ou à 2-3) da Vista Superior, conforme pode ser visto na Figura 12;

Figura 12 - Posicionamento do novo SR para acumular a face reduzida



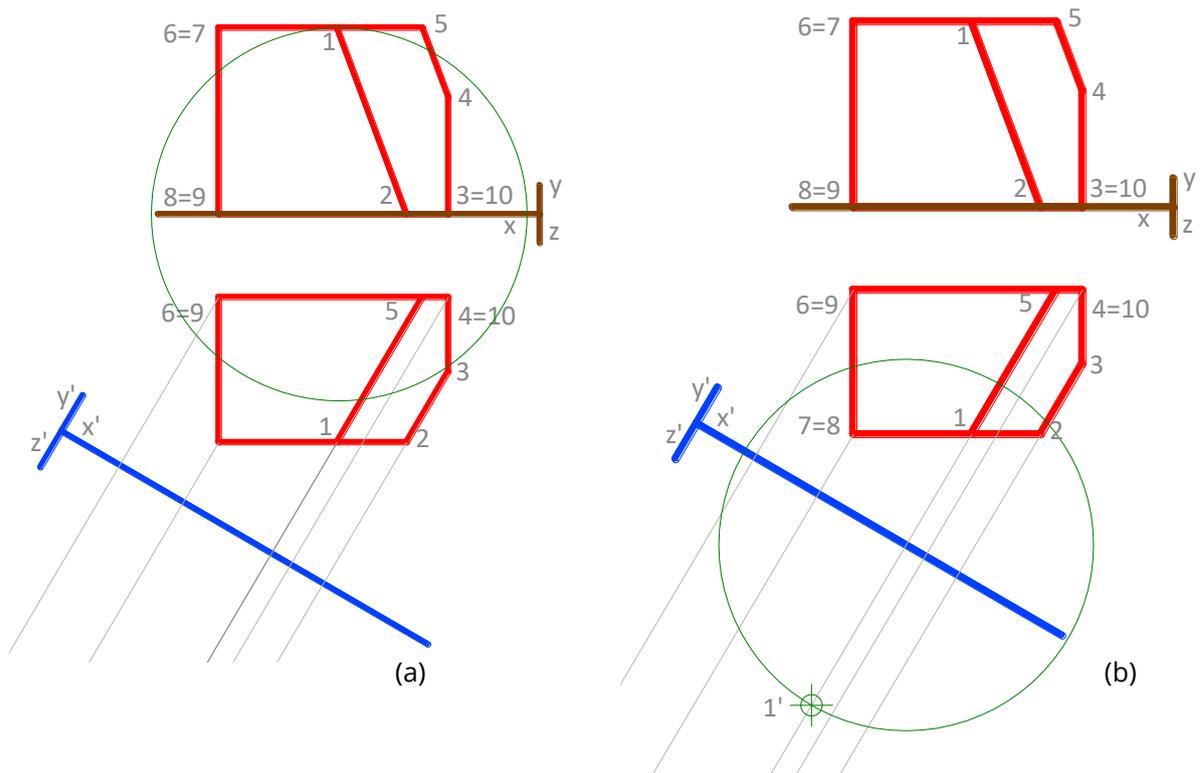
- Traçar linhas auxiliares perpendiculares ao eixo X' do novo SR' que contenham os vértices do objeto na projeção que está sendo mantida (no caso a VS). Este procedimento pode ser visualizado na Figura 13.

Figura 13 - Linhas auxiliares perpendiculares à X'



- Transportar as distâncias dos vértices em relação ao SR original da vista que está sendo substituída (neste caso, a VA) para o novo sistema de referência SR'. Quando se utiliza um programa computacional CAD, o transporte das distâncias pode ser feito através da utilização de circunferências, cujo centro é o vértice a ser transportado e o raio a distância até o SR original. As Figuras 14-a e 14-b exemplificam o transporte das distâncias.

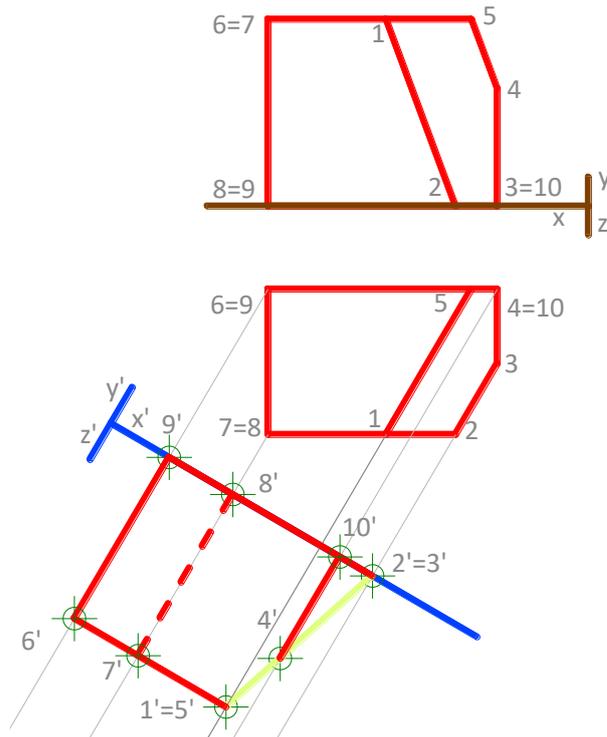
Figura 14 - (a) Medição da distância do vértice 3 em relação a SR
(b) Transporte da distância do vértice 3 para SR'



Este procedimento deve ser repetido para todos os vértices do objeto;

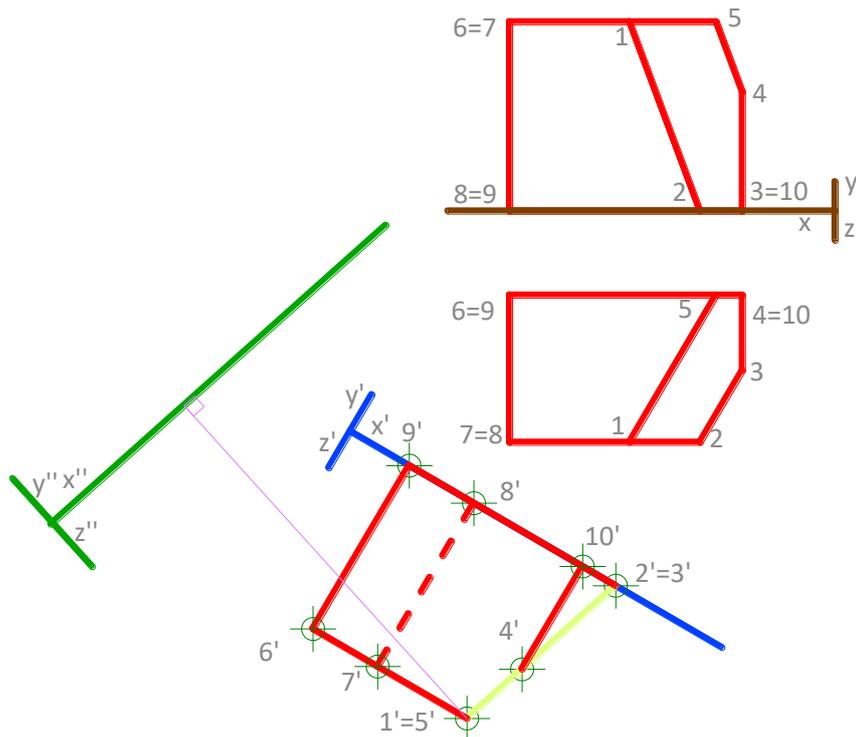
- Ligar de forma topologicamente coerente as novas projeções dos vértices em SR'. Desta forma, obtém-se uma nova vista da peça, onde a face oblíqua aparece acumulada. Este processo é elucidado na Figura 15, onde a face acumulada encontra-se destacada em outra cor, apenas com objetivos didáticos. Deve-se dar atenção à visibilidade das arestas nesta vista, que, conforme foi dito anteriormente, denomina-se Vista Auxiliar Primária, pois foi obtida a partir de uma mudança de SR'.

Figura 15 - Obtenção da face oblíqua acumulada através da Mudança de SR'



A Verdadeira Grandeza da face acumulada na Figura 15 é obtida a partir de uma nova Mudança de Sistema de Referência. A posição do novo SR deve ser paralela à face acumulada (Figura 16).

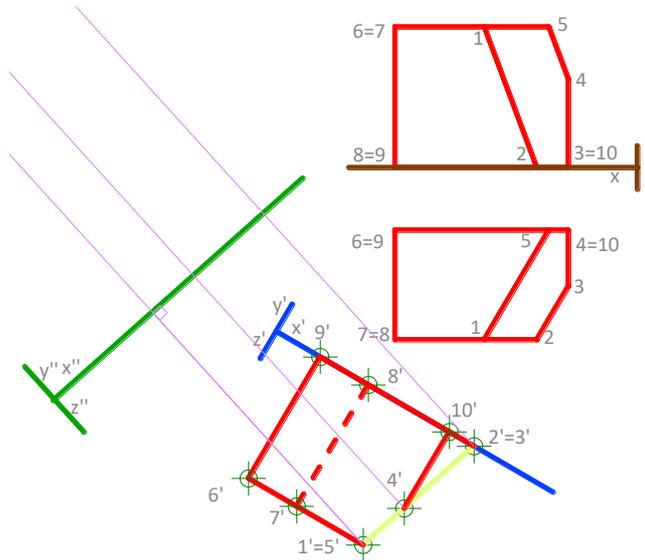
Figura 16 - Posição do novo Sistema de Referência SR''



Para a obtenção da VG da face procede-se da seguinte forma:

1. Traçar linhas auxiliares perpendiculares ao eixo X'' do novo sistema de referência, que contenham os vértices do objeto na projeção que está sendo mantida, no caso a vista primária (Figura 17);

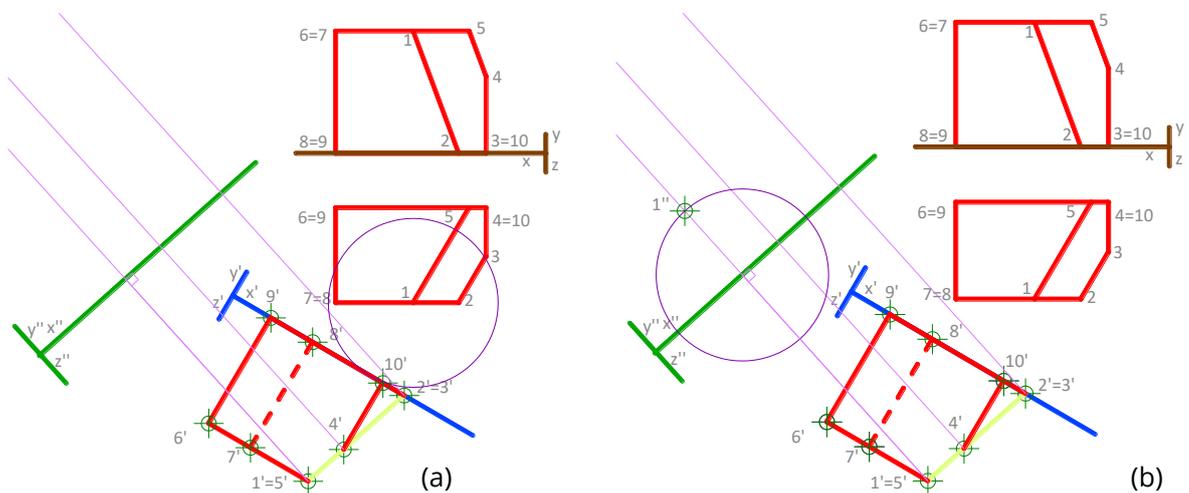
Figura 17 - Linhas auxiliares perpendiculares à X''



2. Transportar as distâncias dos vértices em relação ao SR' da vista que está sendo substituída (neste caso, a VS) para o novo sistema de referência SR'' . Quando se utiliza um programa computacional CAD, o transporte das distâncias pode ser feito através da utilização de circunferências, cujo centro é o vértice a ser transportado e o raio a distância até o SR original. As Figuras 18-a e 18-b exemplificam o transporte das distâncias para o vértice 1.

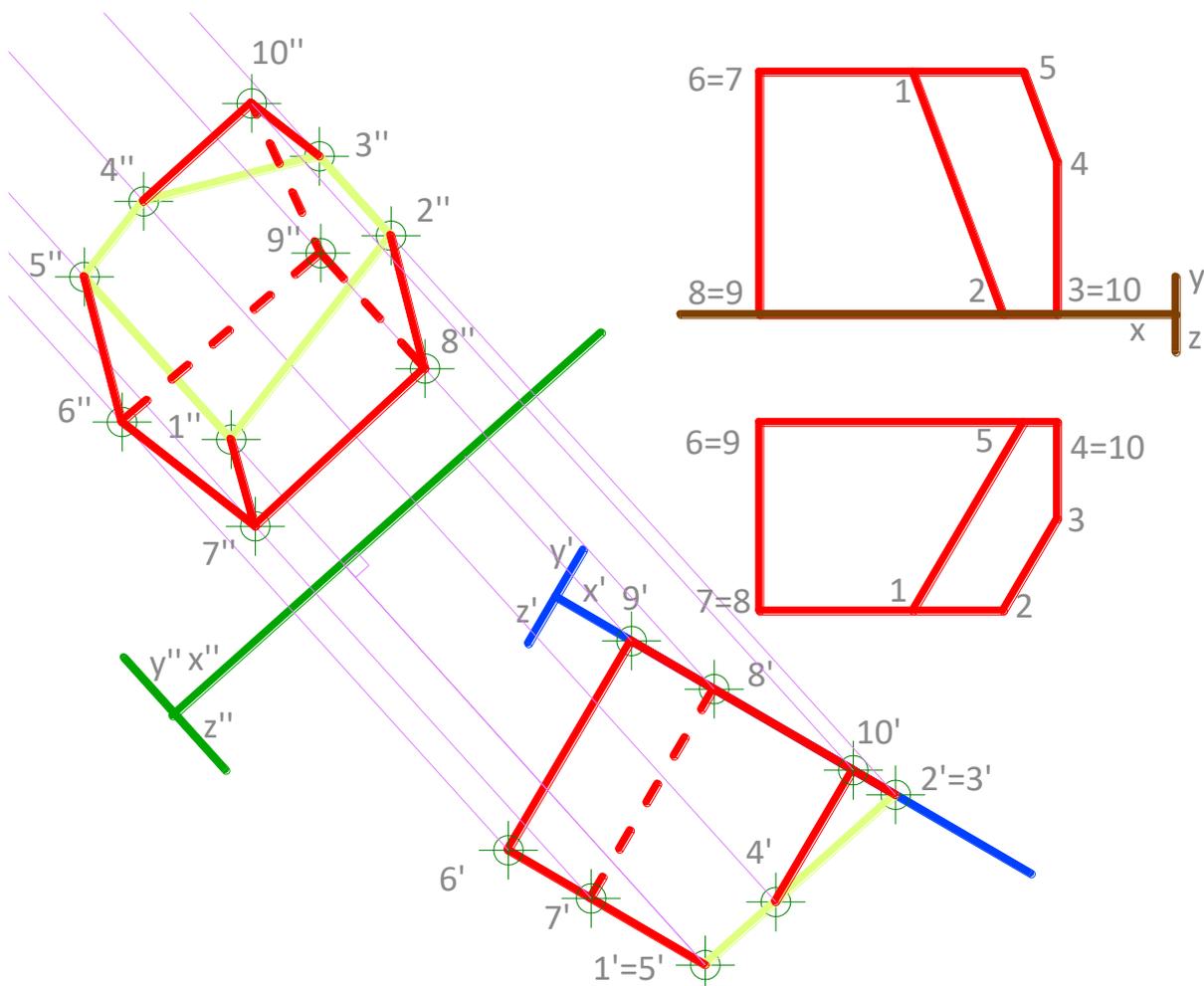
Figura 18 - (a) Medição da distância do vértice 1 em relação à SR'

(b) Transporte da distância do vértice 1 para SR''



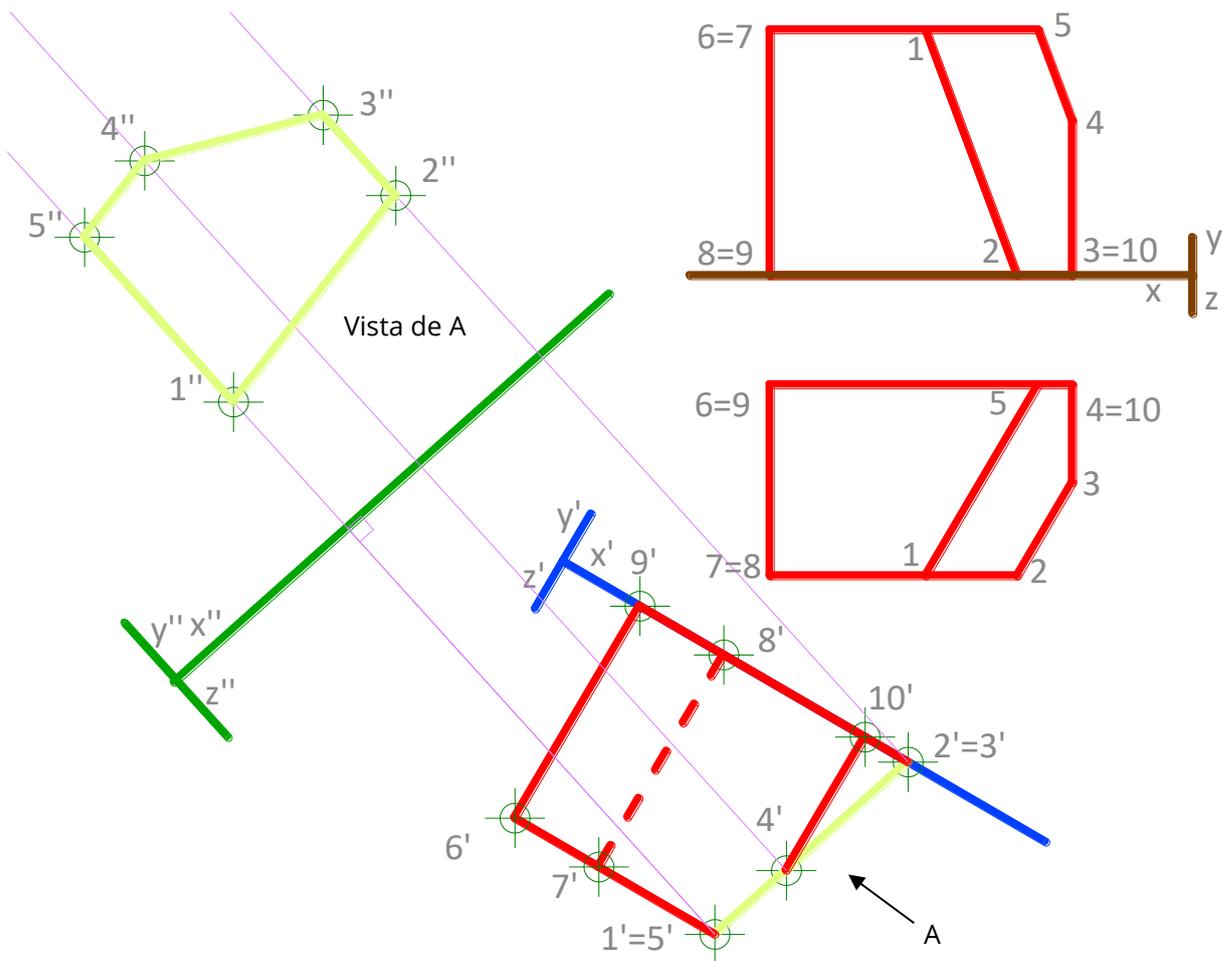
3. Ligar de forma topologicamente coerente as novas projeções dos vértices em SR". Desta forma, obtém-se uma nova vista da peça, onde a face oblíqua aparece em VG. Este processo é elucidado na Figura 19, onde a face em VG encontra-se destacada em outra cor, apenas com objetivos didáticos. Deve-se dar atenção à visibilidade das arestas nesta vista, que, conforme foi dito anteriormente, denomina-se Vista Auxiliar Secundária, pois foi obtida a partir de duas mudanças de SR.

Figura 19 - Construção da Vista Auxiliar Secundária para a obtenção da VG da face oblíqua



Torna-se importante salientar que, se o objetivo é apenas a obtenção da VG da face, não seria necessário o transporte de todos os vértices e arestas que compõem o objeto. Bastaria representar os vértices e arestas que fazem parte da face oblíqua. Neste caso, a vista obtida deve ser identificada conforme mostra a Figura 20.

Figura 20 – Representação da face oblíqua em VG



Uma das aplicações das Vistas Auxiliares é quando existe a necessidade de representação de detalhes em faces oblíquas como furos ou saliências que só aparecem em VG quando a face oblíqua também está em verdadeira grandeza. Neste caso, após o posicionamento destes detalhes na VG da face em questão, os mesmos devem ser representados nas demais vistas da peça através do processo denominado Alçamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cunha, L.C.V. **Desenho Técnico**. Lisboa, 1998.

French, T. E. **Desenho Técnico**. Editora Globo.

Teixeira, F.G.; Silva, R.P. **Geometria Descritiva: Design-Based Learning** (Apostila). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

VISTAS SECCIONADAS (CORTES E SEÇÕES)

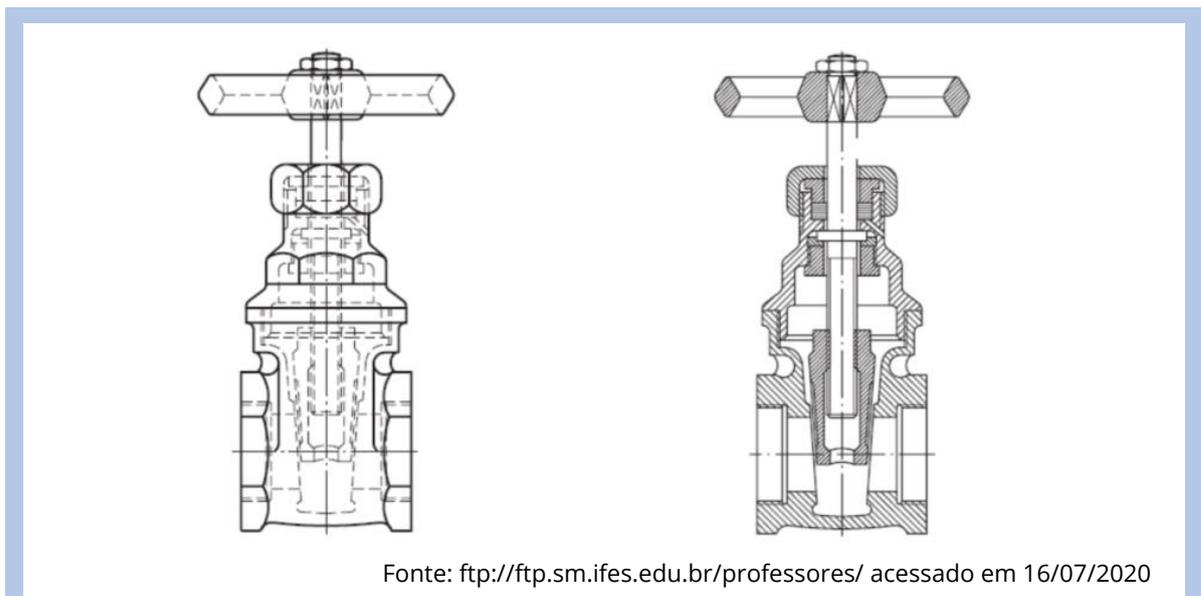
ALEXANDRE SOBRAL DE REZENDE

1	INTRODUÇÃO	58
2	REPRESENTAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PLANOS DE CORTE.....	59
3	HACHURAS.....	62
4	TIPOS DE CORTES	67
5	EXCEÇÕES NA REPRESENTAÇÃO DE CORTES	73
6	SEÇÕES	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

1 INTRODUÇÃO

Nos desenhos técnicos temos como objetivo buscar formas de representação que transmitam as informações com precisão, facilidade de compreensão e de representação. Analisando sob estes aspectos, quando estivermos trabalhando com peças relativamente complexas (Figura 1), as representações em vistas ortográficas podem não se mostrar as mais adequadas, pois o número de linhas presente nas vistas, principalmente não visíveis, pode dificultar sua interpretação.

Figura 1 – Representação de uma mesma peça complexa, em vista e em corte



Na imagem à esquerda vemos uma vista ortográfica de um registro hidráulico e, na imagem à direita, o mesmo registro representado em corte. Nota-se que na imagem à esquerda a interpretação fica dificultada face ao grande número de linhas não visíveis, o que é facilitado na imagem à direita, em corte.

Utiliza-se, portanto, em muitos casos, vistas seccionadas, chamadas de cortes ou seções.

O procedimento para representar uma peça em corte consiste em se imaginar que a mesma está sendo seccionada por um plano secante e que se eliminará toda a porção da peça situada entre referido plano e o observador. Então, posicionando o observador de forma a olhar perpendicularmente ao plano secante, se representa a peça (Figura 2). Assim como as vistas ortográficas, os cortes são projeções cilíndrico-ortogonais, ou seja, imagina-se que o observador esteja posicionado no infinito de forma a eliminar distorções, fazendo que todas as visuais sejam paralelas entre si, sendo ainda tais visuais perpendiculares ao plano de corte.

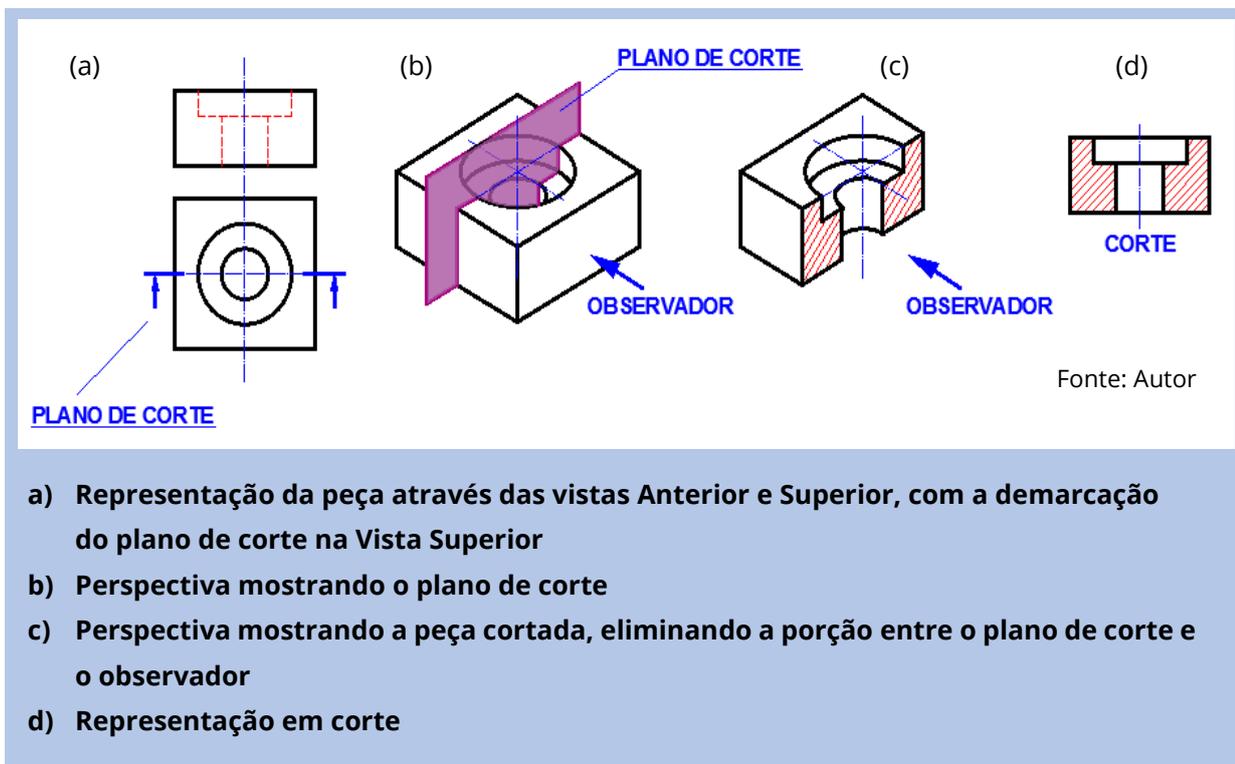
Na região onde o plano secante encosta na peça (região que se imagina como se tivesse sido “serrada”), se aplica uma espécie de pintura, chamada de hachura, sobre a qual trataremos adiante. Como a peça é observada como se a parte entre o observador

e o plano de corte tivesse sido removida, algumas arestas que antes, olhando a peça de fora, eram “não visíveis”, passam a ser visíveis.

2 REPRESENTAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PLANOS DE CORTE

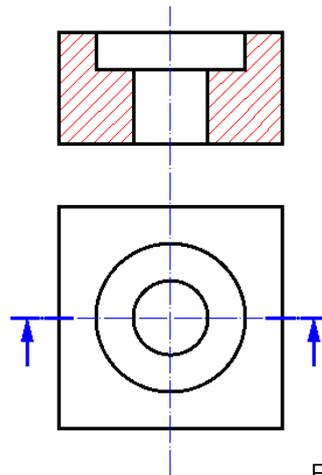
A posição do corte deve ser indicada por meio de linha estreita tipo traço-ponto, larga nas extremidades (vide Figuras 2 e 3 a seguir). O sentido de observação deve ser representado por meio de setas na vista onde o plano de corte é representado.

Figura 2 - Passos exemplificando o processo de corte de uma peça



Usando a peça do exemplo anterior, uma forma usual de representar o corte seria alinhando-o com a vista onde é marcado o traço do plano de corte. Neste tipo de representação, a posição onde está sendo feito o corte fica óbvia, bastante clara para quem olha o desenho.

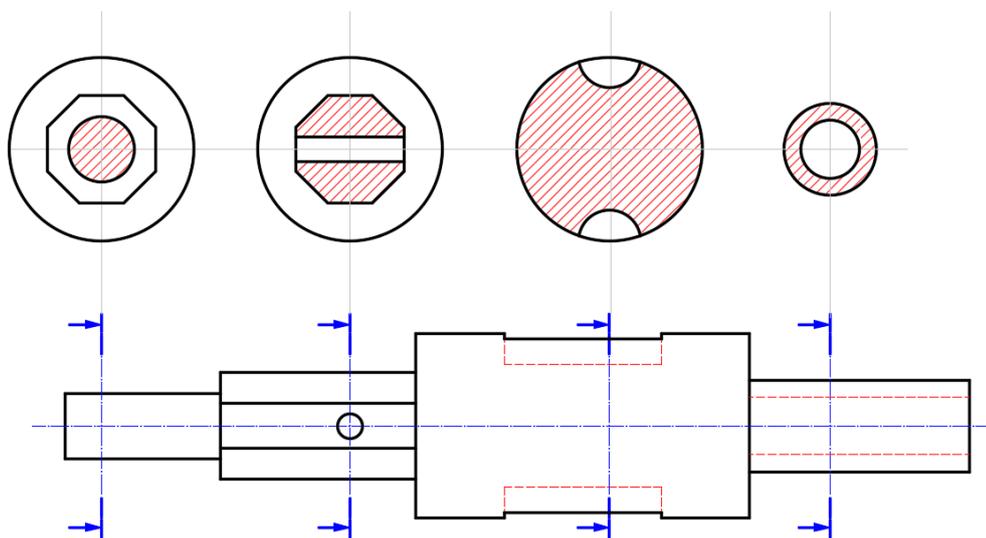
Figura 3 – Exemplo de corte alinhado com a vista



Fonte: Autor

Outra forma de representação usual é representar cada corte alinhado com o traço do plano de corte, acima deste. Na Figura 4, a seguir, cada corte está sendo rotacionado sobre seu eixo e postado acima do alinhamento de seu traço. Neste tipo de situação, estando os cortes alinhados com seus respectivos planos de corte, a posição de cada um fica óbvia e se dispensa a colocação de nome em cada corte.

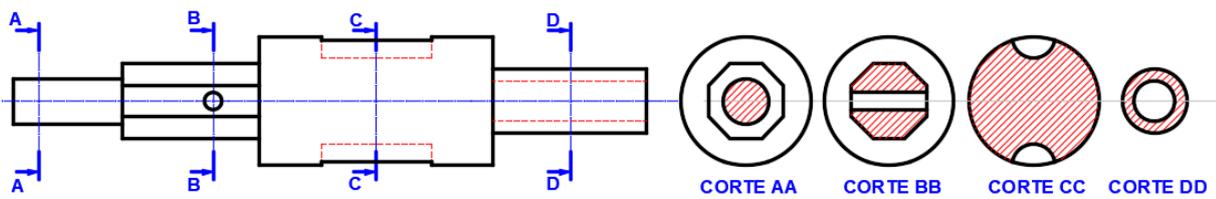
Figura 4 – Exemplo de cortes alinhados com os traços dos planos de corte



Fonte: Autor

Salvo nos casos em que a localização do plano de corte se tornar óbvia na observação das vistas, conforme exemplos da Figura 4 acima, cada corte deve ser identificado por letras maiúsculas, posicionadas junto às setas indicativas de sentido de observação. E, abaixo de cada corte, deve ser informada a designação do mesmo (exemplo: CORTE AA), como mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Exemplos de cortes identificados por letras



Fonte: Autor

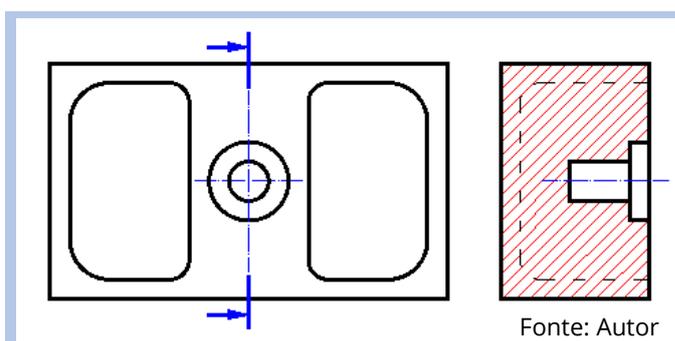
2.1 Linhas Tracejadas

Como regra geral, contornos e arestas não visíveis devem ser omitidos em vistas em corte, visto que os cortes têm como finalidade justamente substituir vistas onde a presença de muitas linhas não visíveis pode demandar maior tempo para representação e dificuldade de interpretação.

Eventualmente, entretanto, podemos ter exceções nas quais torna-se conveniente a representação de algumas linhas não visíveis na vista seccionada, de forma a dar maior clareza na representação.

Por exemplo, quando a representação de algumas linhas não visíveis gerar um esclarecimento sobre a forma da peça ou sobre algum detalhe e possibilitar a omissão de uma outra vista que seria necessária caso não representássemos tal linha não visível, devemos representá-la. Na Figura 6 temos um exemplo deste tipo de situação. Nestes casos, podem ser representadas somente algumas linhas não visíveis, não todas que existiriam na peça.

Figura 6 – Exceção: representação de linha não visível em corte



Fonte: Autor

Exemplo de situação onde a representação de linha não visível torna-se conveniente em uma vista em corte. Cabe esclarecer que se trata de uma exceção.

3 HACHURAS

Conforme comentado anteriormente, na vista seccionada é representada uma marcação, chamada de hachura, aplicada na região onde o plano secante teria seccionado a peça, conforme se verifica nas Figuras 1, 2 e 3, acima. A aplicação de hachuras em desenhos técnicos é prevista na NBR ABNT 12.298/1995.

Existem basicamente dois tipos de hachuras: genéricas e específicas.

As hachuras genéricas têm como finalidade salientar a região da peça que estaria sendo “cortada” (região de contato da peça com o plano secante). Já as hachuras específicas têm a finalidade adicional de, através de convenções, informar os materiais componentes da(s) peça(s) cortada(s).

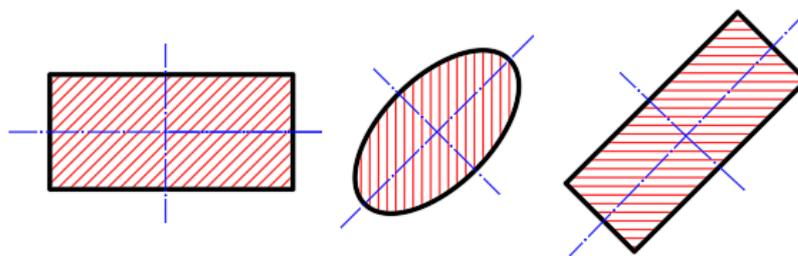
Apesar de não ser obrigatório, muitas vezes as linhas de contorno das regiões hachuradas são representadas em espessura um pouco superior às demais linhas visíveis da peça, salientando esta região e dando a impressão de estar mais próxima do leitor do desenho.

3.1 Hachuras Genéricas

As hachuras genéricas são compostas de linhas estreitas, contínuas, paralelas e equidistantes entre si e a 45° com os eixos principais do desenho.

Hachuras genéricas: em todos os casos as linhas das hachuras são representadas a 45° em relação aos eixos principais da peça. Fonte das imagens: Figuras 1, 2 e 3 da NBR 12.298.

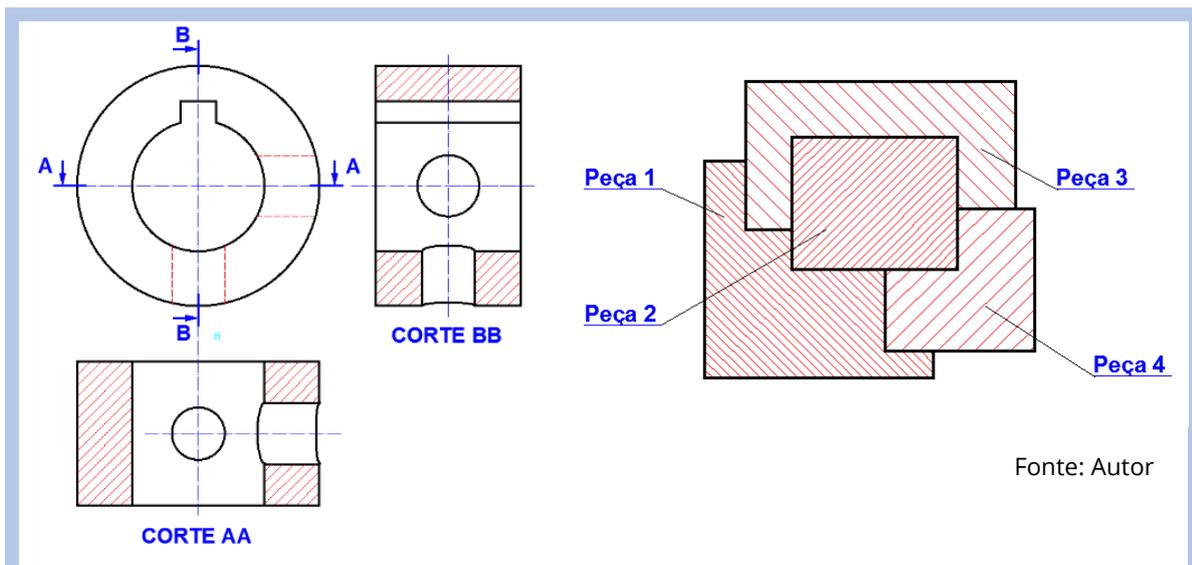
Figura 7 – Hachuras genéricas – a 45° com eixos principais das peças



Fonte: baseado na NBR 12.298

Dentro de uma mesma peça as hachuras devem ser sempre iguais, mesmo que em vistas diferentes. Por outro lado, se tivermos peças diferentes, as hachuras devem ser diferentes, de forma a salientar tratar-se de peças distintas (Figura 8).

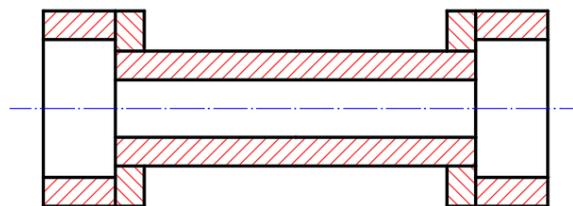
Figura 8 – Hachuras iguais em uma mesma peça e diferentes em peças diferentes



Na imagem da esquerda, tem-se uma vista anterior e 2 cortes em uma mesma peça – neste caso as hachuras devem ser iguais em todas as vistas, por se tratar de uma mesma peça. Na imagem da direita, 4 peças diferentes em contato, caso em que as hachuras necessitam ser obrigatoriamente diferentes, por se tratar de peças diferentes.

Em uma mesma peça composta (soldada, rebitada, colada) as hachuras devem ser feitas em direções diferentes – vide Figura 9 a seguir.

Figura 9 – Hachuras em direções diferentes em peça composta

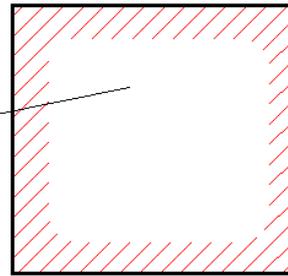


Fonte: Baseado na Figura 7 da NBR 12.298

Em superfícies grandes é aceito que a hachura seja representada somente no contorno da mesma, evitando que o desenho fique muito “carregado”, “denso”, como demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – Hachura simplificada em superfície grande

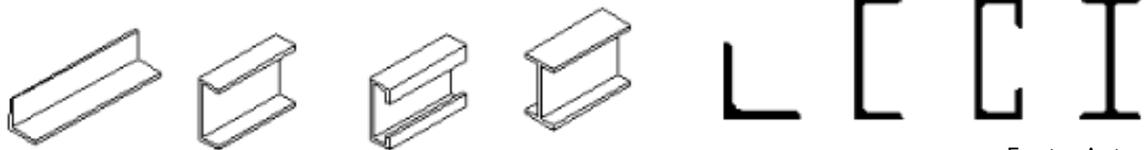
Hachura no contorno de superfícies grandes - considera-se que toda a superfície está hachurada



Fonte: Autor

Por outro lado, existe, ainda, um tipo particular de hachura genérica indicado para peças delgadas (estreitas), como chapas metálicas, por exemplo, nas quais a aplicação das hachuras através de linhas equidistantes pode não ficar adequada. Nestes casos se faz uma pintura, de preto, de toda a superfície, conforme se observa na Figura 11, a seguir.

Figura 11 – Hachuras em peças delgadas (de pouca espessura)



Fonte: Autor

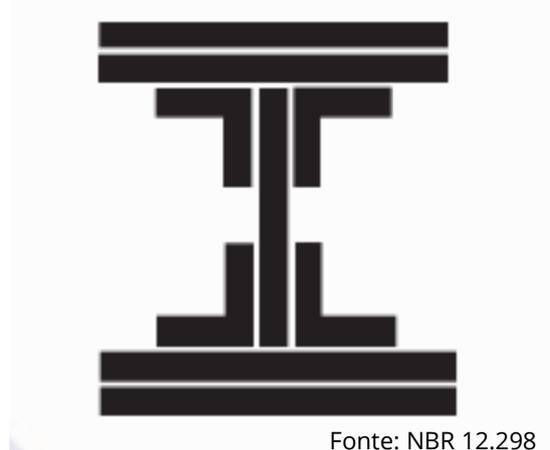
Exemplo de peças delgadas (de espessura reduzida), como chapas e perfis metálicos, onde se aplica hachura “enegrecida”, pintando toda a superfície em contato com o plano de corte.

Nestes casos, ao se realizar um desenho de conjunto, representando as peças montadas, em contato umas com as outras, a separação entre peças adjacentes poderia desaparecer por se estar encostando mais de uma superfície totalmente pintada. De forma a evitar este efeito, a linha de separação entre as peças é feita “em negativo”, ou seja, se as superfícies estão pintadas de preto, a linha que separa as superfícies é representada em branco (vide Figura 12 a seguir).

Esta linha de separação é chamada de “linha de luz”. É importante compreender que este espaço em branco entre as peças serve somente para delimitar a separação entre elas, e não um espaço entre as mesmas (as peças estão em contato umas com as outras). Ou seja, neste caso, as peças estão encostadas e o “vazio” que parece surgir entre elas é a linha de separação entre as mesmas.

O caso de hachuras enegrecidas é uma exceção à regra que determina que devemos ter hachuras iguais dentro de uma mesma peça e hachuras diferentes em peças diferentes.

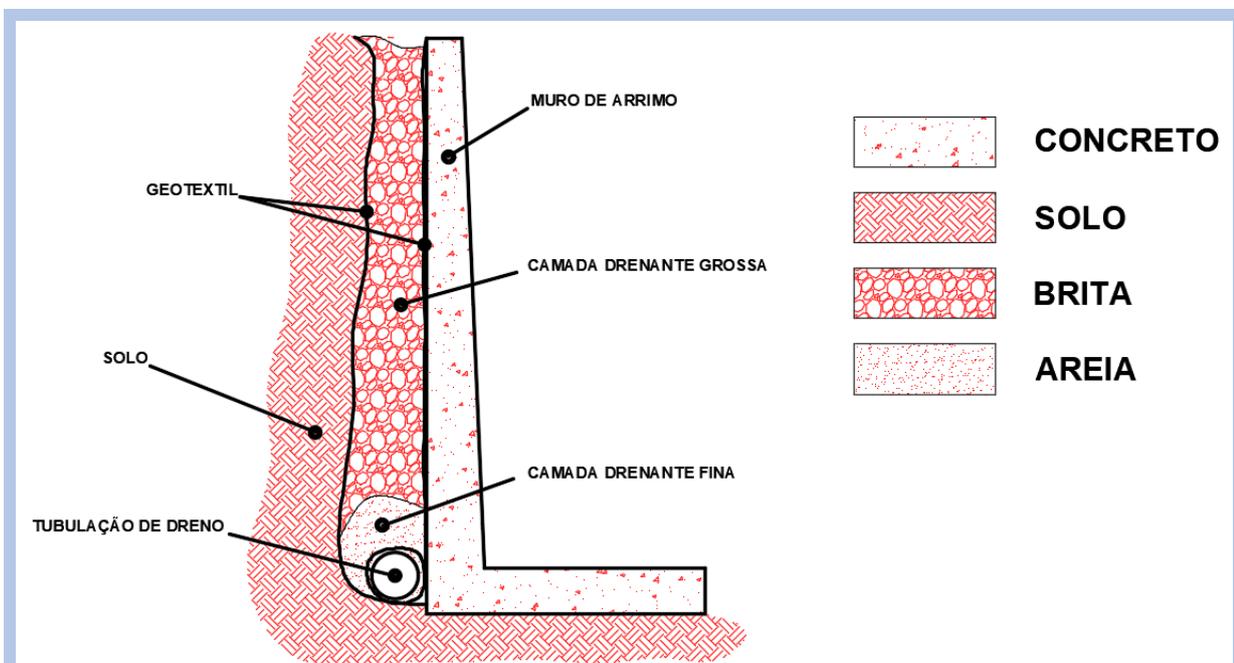
Figura 12 – Hachuras enegrecidas e linha de luz



3.2 Hachuras Específicas

As hachuras específicas são convenções que têm como finalidade não somente indicar as superfícies que estariam “cortadas”, ou “em contato com o plano secante”, mas, adicionalmente, indicar os materiais que compõem cada uma das peças que estão sendo cortadas. Há padrões, ou formatos, diferentes, cada um representando convencionalmente um tipo de material, como veremos na Figura 13. Também são representadas com linhas estreitas, assim como as hachuras genéricas.

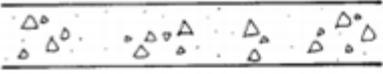
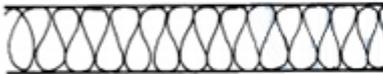
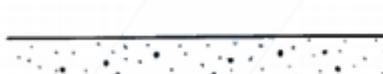
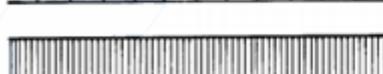
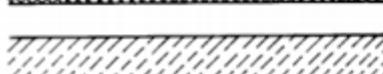
Figura 13 – Hachuras específicas



Exemplo de utilização de hachuras específicas - no caso, um corte em um muro de contenção de solo, mostrando os diferentes materiais envolvidos.

Tanto na NBR 12.298, quanto na NBR 6.492 pode se encontrar tabelas indicando padrões a utilizar em hachuras específicas. A NBR 6.492 refere, ainda, que outros padrões podem ser utilizados desde que a convenção seja apresentada no desenho. A seguir, as tabelas de padrões de hachuras específicas apresentadas nas referidas normas.

Figura 14 - Padrões de hachuras específicas constantes em normas (1)

	Concreto em vista
	Concreto em corte
	Mármore/granito em vista
	Madeira em vista
	Madeira em corte
	Compensado de madeira
	Aço em corte
	Isolamento térmico
	Alvenaria em corte (dependendo da escala e do tipo de projeto, pode ser utilizada hachura ou pintura)
	Argamassa
	Talude em vista
	Enchimento de piso
	Aterro
	Borracha, vinil, neoprene, mastique, etc.
	Mármore/granito em corte

Fonte: tabela da página 25 da NBR 6.492

Figura 15 – Padrões de hachuras específicas constantes em normas (2)

Hachura	Material
	Elastômeros, vidros cerâmicos e rochas
	Concreto
	Líquido
	Madeira
	Terra

Fonte: tabela da página 13 da NBR 12.298

4 TIPOS DE CORTES

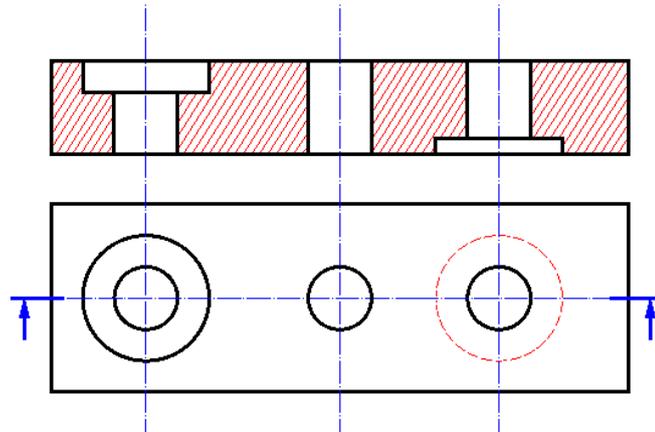
Existem basicamente 5 tipos de cortes, que devem ser adotados sempre de forma a buscar representações simples e que informem, com o mínimo de desenhos ou vistas, o suficiente para esclarecer da melhor forma sobre a peças representadas – ou seja, a escolha do tipo de corte a utilizar deve buscar a otimização na transmissão de informações (clareza e facilidade de interpretação).

Os 5 tipos de cortes são: corte total, corte parcial, meio corte e meia vista, corte composto por plano paralelos, corte composto por planos concorrentes.

4.1 Corte Total

Neste tipo de representação, a peça é cortada por um mesmo plano de corte, que vai de um extremo ao outro da mesma, conforme se observa na Figura 16.

Figura 16 - Exemplo de corte total



Fonte: Autor

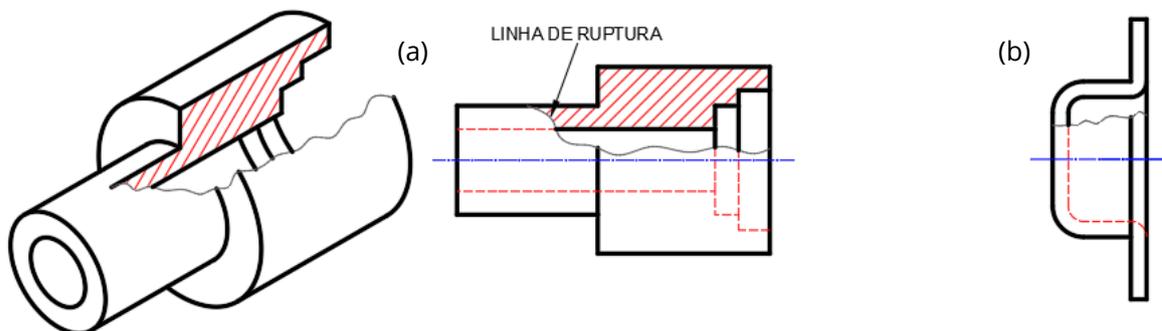
4.2 Corte Parcial

Existem casos em que se torna interessante representar somente uma ou mais partes da peça em corte, mantendo o restante representado através de vistas ortográficas. Este tipo de representação é bastante adequado para mostrar detalhes internos das peças que, somente com a representação através de vistas ortográficas, não estariam tão bem representados, ao mesmo tempo evitando representar uma nova vista inteira em corte além da vista comum.

Para separar a parte da vista representada em vista ortográfica da representada em corte, utiliza-se uma linha de ruptura.

Parte da bibliografia existente representa linhas tracejadas na parte da vista representada em vista comum (não cortada). Na revisão bibliográfica feita para a elaboração da presente apostila identificou-se exemplos onde, em casos de cortes parciais, não são representadas linhas tracejadas na parte da vista representada através de vista comum. A posição dos autores segue na linha de que tal representação deve ser feita, deixando a vista mais completa.

Figura 17 - Exemplos de cortes parciais



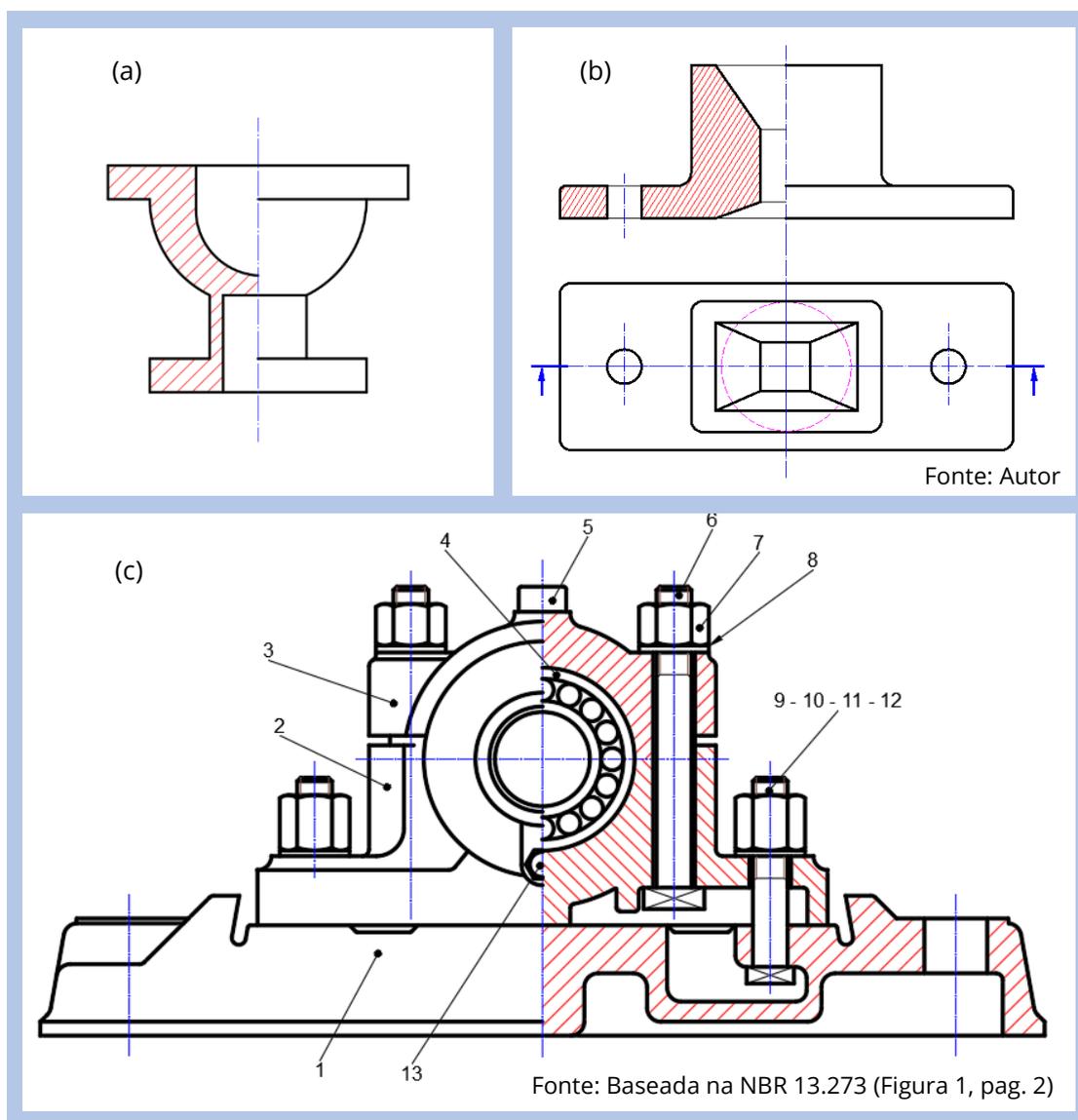
Fonte: French, T. E. & Vierck, C.

4.3 Meio Corte e Meia Vista

Em peças que possuem um eixo de simetria (Figura 18) podemos aproveitar esta condição para, na mesma vista, representar a peça metade em corte e, na outra metade, em vista comum. Trata-se de uma representação bastante rica no que diz respeito à transmissão de informações, pois se aproveita um único desenho para representar a peça destas duas formas.

Cabe observar que, como na metade em corte a peça já está sendo representada por dentro, na outra metade ela é representada vista de fora sem linhas tracejadas referentes a detalhes não visíveis.

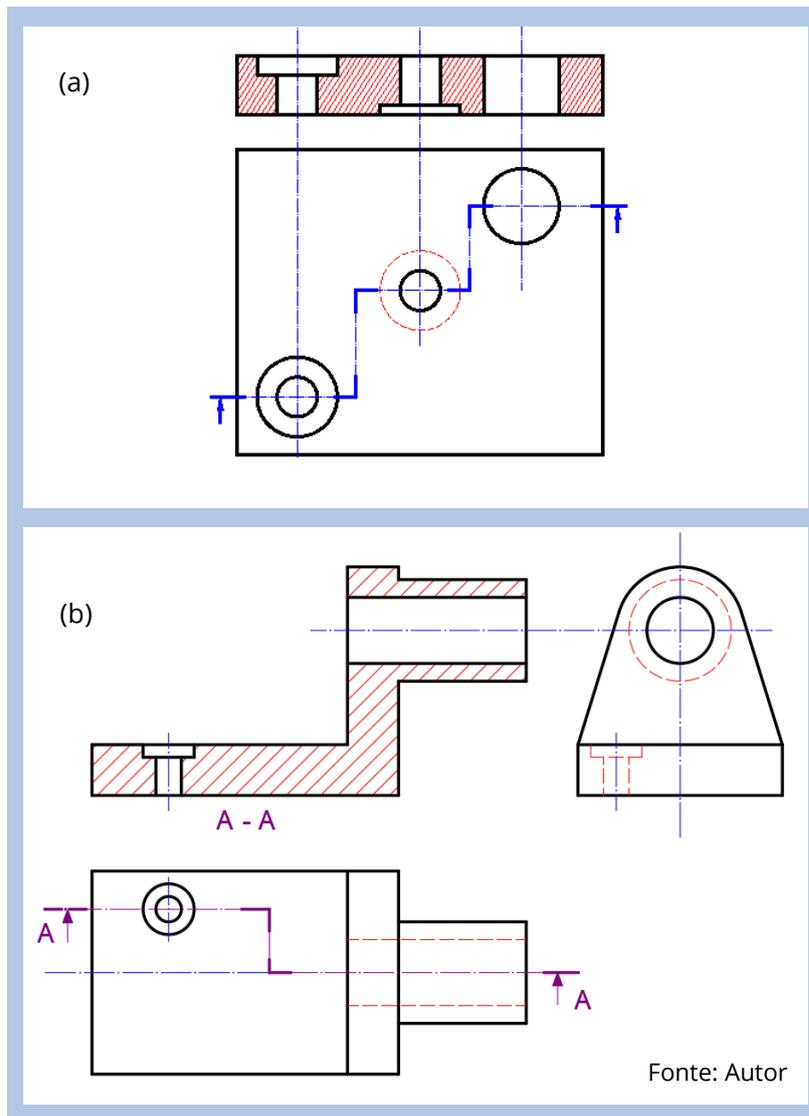
Figura 18 – Exemplos de representação em Meio Corte e Meia Vista



4.4 Corte Composto por Planos Paralelo

Existem casos em que desejamos mostrar um detalhe da peça e o plano de corte escolhido não passa por uma posição que permita a representação em corte deste detalhe. Neste caso, podemos alterar a posição do plano de corte em alguns locais da peça, como mostrado na Figura 19, abaixo.

Figura 19 - Exemplos de cortes compostos por planos paralelos

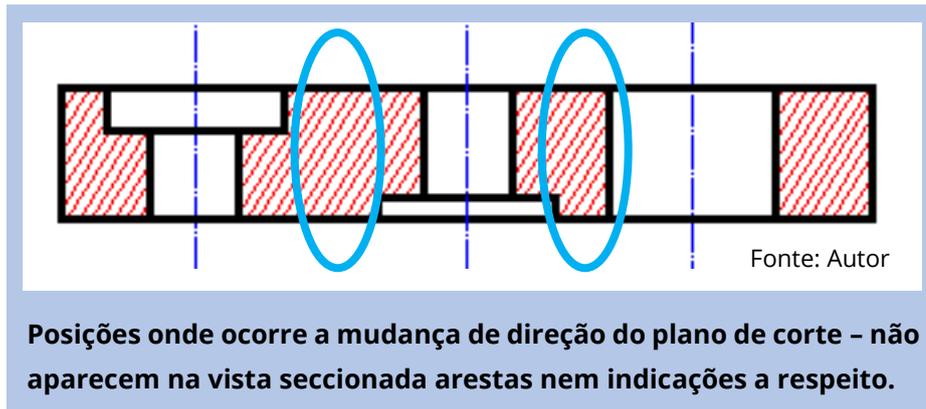


Nos cortes compostos por mais de um plano, a linha que delimita o plano de corte deve ser larga onde ocorrem as mudanças de direção. Portanto, a linha de delimitação do plano de corte será larga nas extremidades, conforme visto anteriormente e, também, quando ocorrem mudanças de direção. No restante de seu traçado, esta linha será estreita.

Observe, conforme salientado na Figura 19, acima, que na vista em corte resultante do corte composto por planos paralelos não aparece uma aresta no local em que se tem a mudança de plano de corte - o que ocorreria se efetivamente tivéssemos

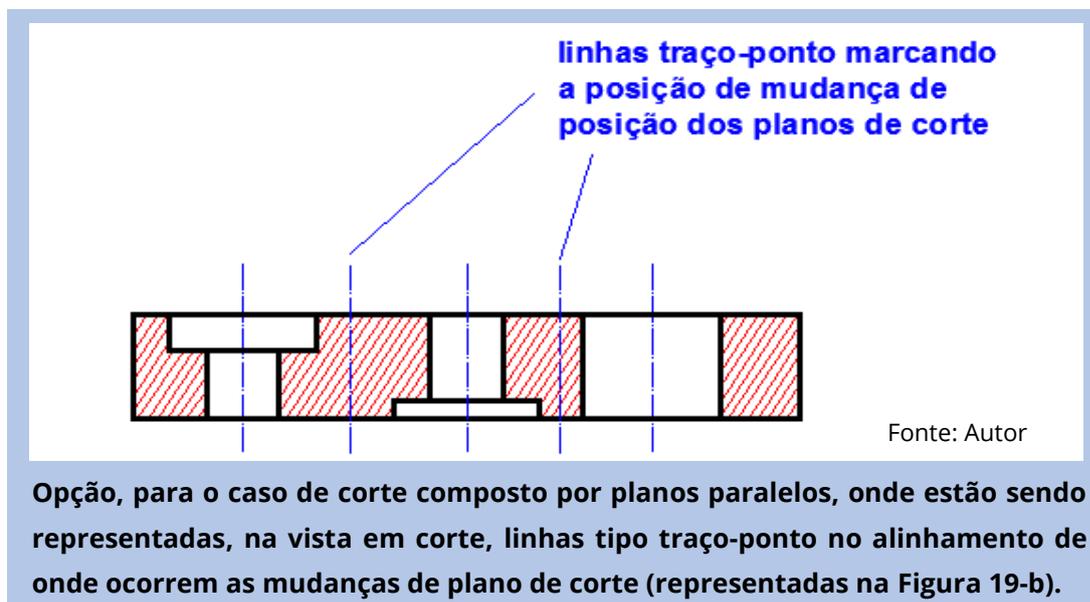
serrado a peça e a estivéssemos observando. Cabe salientar, por este motivo e por outras particularidades, exceções e simplificações, que são mostradas neste texto, que sempre devemos observar a vista seccionada em conjunto com a vista que contém o traço do plano de corte, de forma a termos uma correta interpretação da peça.

Figura 20 - Cortes compostos por planos paralelos - sem marcação de mudança de plano de corte



Em alguns desenhos verifica-se (vide Figura 21, a seguir) que autores representam uma linha traço-ponto na vista seccionada, na posição de mudança de direção de plano de corte, induzindo assim o leitor a observar na outra vista (onde é representado o traço do plano de corte) o que ocorre naquela posição. Esta prática, apesar de não constar nos exemplos da norma, parece interessante na medida em que contribui para a clareza de interpretação.

Figura 21 - Alternativa para marcação de mudança de plano de corte



4.5 Corte Composto por Planos Concorrentes

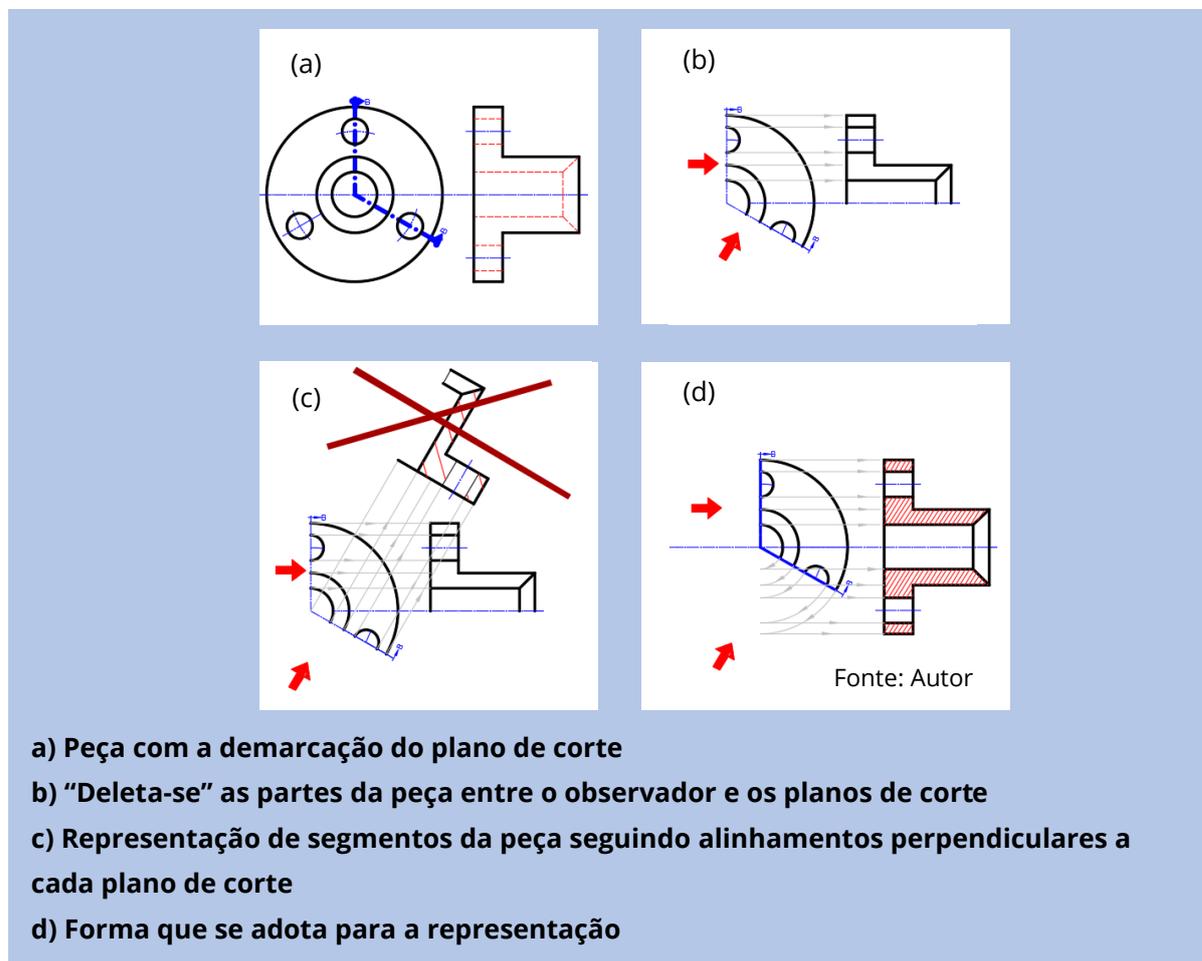
Além dos cortes compostos por planos paralelos, vistos acima, podemos ter cortes compostos por planos concorrentes, conforme se verifica na Figura 22, a seguir.

Cabe lembrar que, tratando-se de uma projeção cilíndrico-ortogonal, o observador deverá sempre olhar para o corte de uma posição tal que as visuais estejam paralelas entre si (observador posicionado no infinito) e perpendiculares ao plano de corte, de forma a não se ter distorções.

Assim, no caso de cortes compostos por planos concorrentes, se teria uma situação estranha, na qual a vista seccionada seria separada em duas vistas distintas, uma para cada plano de corte (conforme a da Figura 22-c), o que entretanto não se representa na prática. O que é feito para evitar esta situação é trazer cada ponto do segundo plano de corte para o alinhamento do primeiro plano de corte e, dali, seguir para a representação do corte (conforme a Figura 22-d).

A representação em corte, neste caso, é uma composição do que se vê ao observar perpendicularmente cada um dos planos de corte. Não seria possível observar a peça cortada e ter a imagem desta forma. Mais uma vez se verifica, conforme anteriormente referido, que sempre devemos observar a vista seccionada em conjunto com a vista que contém o traço do plano de corte, de forma a termos uma correta interpretação da peça.

Figura 22 - Corte composto por planos concorrentes



5 EXCEÇÕES NA REPRESENTAÇÃO DE CORTES

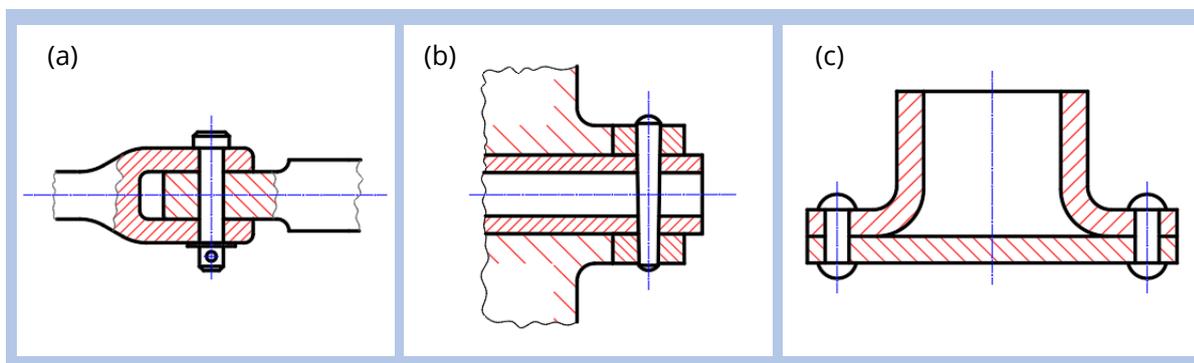
Existem algumas exceções à representação em corte, conforme se verifica a seguir.

Nos cortes no sentido longitudinal não são hachurados:

- a) dentes de engrenagem;
- b) parafusos;
- c) porcas;
- d) eixos;
- e) raios de roda;
- f) nervuras;
- g) pinos;
- h) arruelas;
- i) contrapinos;
- j) rebites;
- l) chavetas;
- m) volantes;
- n) manípulos.

Ou seja, estes elementos, quando cortados longitudinalmente, são representados sem ser hachurados.

Figura 23 - Exemplos de cortes com elementos cortados longitudinalmente e que não são representados hachurados



Fonte: baseadas nas Figuras 6, 10 e 8, da página 2, da NBR 12.298

Na Figura 23-a observam-se duas peças, unidas por um elemento de fixação composto de parafuso e porca – este elemento de fixação, sendo cortado longitudinalmente, não é representado hachurado. Cabe observar que, conforme vimos anteriormente, as peças diferentes estão recebendo hachuras diferentes e o corte está sendo realizado somente na região central da imagem, separado do restante da vista, para um lado e para o outro, com linhas de ruptura. Linhas de ruptura também estão sendo utilizadas para segmentar o desenho em suas extremidades, mostrando ao leitor que as peças continuam, mas que se optou por representar somente a parte que é mostrada no desenho.

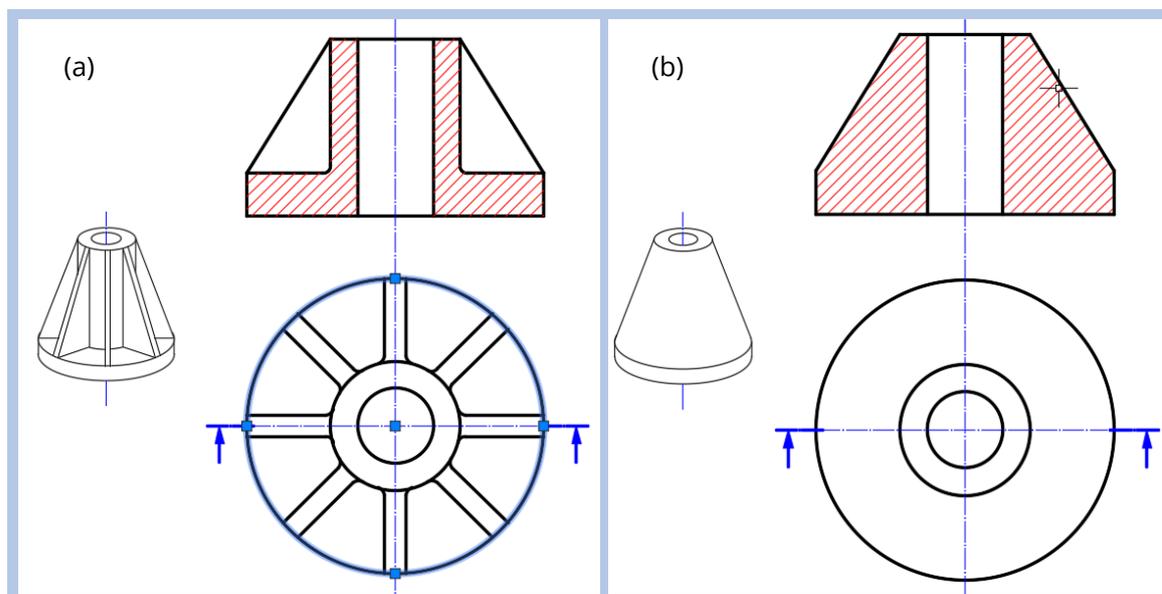
Na Figura 23-b verificam-se três peças em contato umas com as outras, o que se percebe por termos hachuras diferentes em cada uma delas. Na peça maior, a hachura é aplicada somente no perímetro, conforme vimos anteriormente (na Figura 10, acima). Esta peça maior está sendo representada parcialmente e linhas de ruptura são utilizadas para mostrar ao leitor que a peça continua e que se optou por representar somente uma parte dela.

Na Figura 23-c tem-se duas peças unidas por rebites, os quais estão sendo cortados longitudinalmente e, tratando-se de elementos de fixação, não recebem hachuras nesta condição.

Cabe observar que nestes exemplos da norma os elementos de fixação estão sendo mostrados de forma real, e não da forma simbólica como usualmente são representados.

Outra exceção ocorre em casos de nervuras de enrijecimento da peça que, quando cortadas longitudinalmente, não são hachuradas, como se verifica na Figura 24-a. Esta exceção é feita para evitar que se transmita, no caso de peças com enrijecimentos, a falsa impressão de tratar-se de uma peça maciça, como a da Figura 24-b.

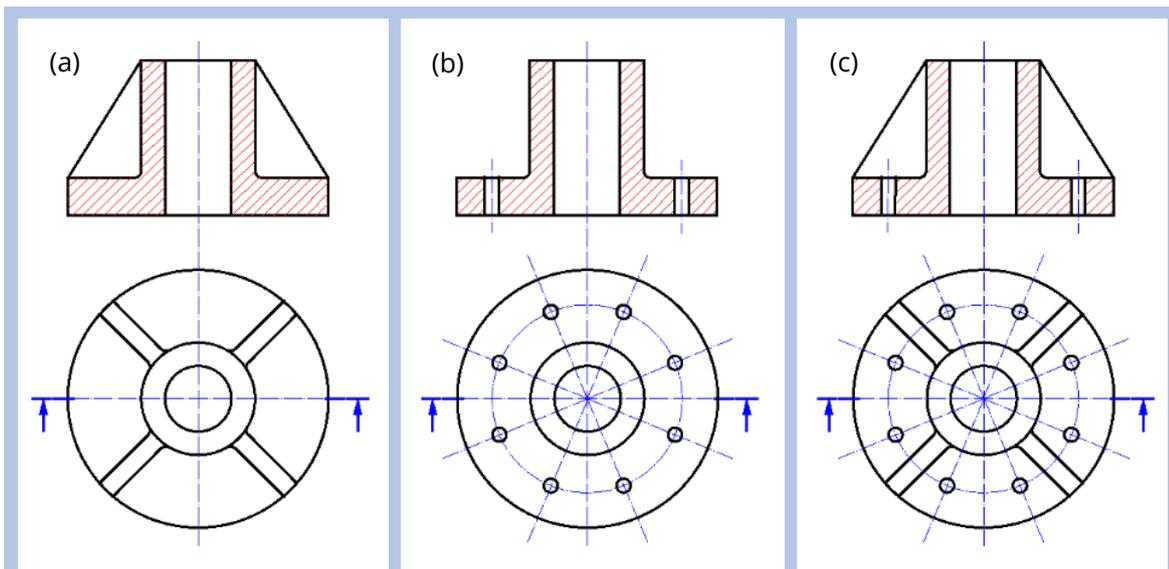
Figura 24 – Nervuras cortadas longitudinalmente (não são hachuradas)



Fonte: Autor

Numa peça com parte de revolução, ou seja, contendo elementos simetricamente distribuídos (furos ou nervuras radiais, neste caso) sem que passem por um plano de corte, faz-se uma rotação no elemento até coincidir com o respectivo plano de corte e rebate-se, sem fazer nenhuma menção especial (ver Figura 25 a seguir).

Figura 25 - Peças com elementos distribuídos simetricamente em relação ao centro



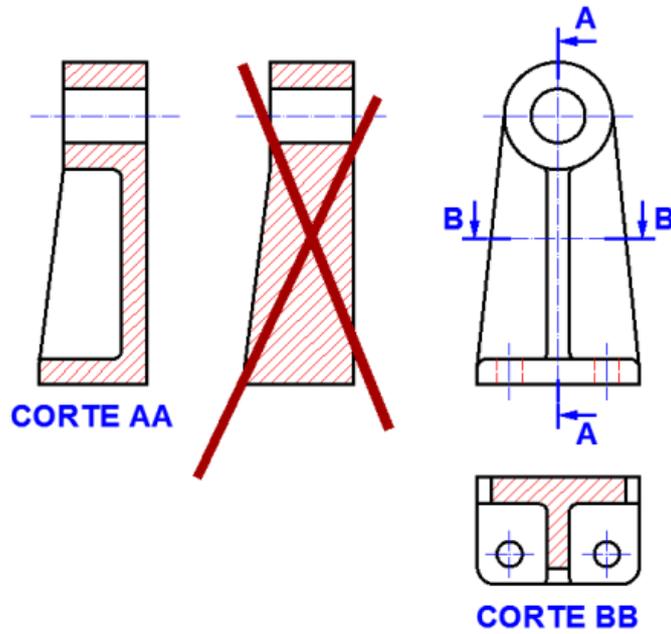
Exemplos de peças com elementos distribuídos simetricamente em relação ao centro (chamadas de peças de revolução).

- a) As nervuras são rotacionadas até coincidirem com o plano de corte, sendo assim representadas em verdadeira grandeza (sem distorção).
- b) Os furos são rotacionados até coincidirem com o plano de corte, sendo assim representados em verdadeira grandeza (sem distorção).
- c) Temos tanto nervuras quanto furos e ambos os elementos são rotacionados até coincidirem com o plano de corte.

Fonte: Autor

No corte AA (Figura 26) a nervura vertical está sendo cortada longitudinalmente. Se fosse aplicada hachura na mesma, seria gerada a impressão de que esta parte da peça é maciça (como na representação ao lado desta, marcada como um "X" vermelho), quando, na verdade, não é maciça, somente tem esse reforço (nervura). Por este motivo é feita a exceção e a nervura não é hachurada. Por outro lado, no corte BB, a mesma nervura é cortada transversalmente e, neste caso, deve ser hachurada.

Figura 26 - Nervuras cortadas longitudinalmente e transversalmente



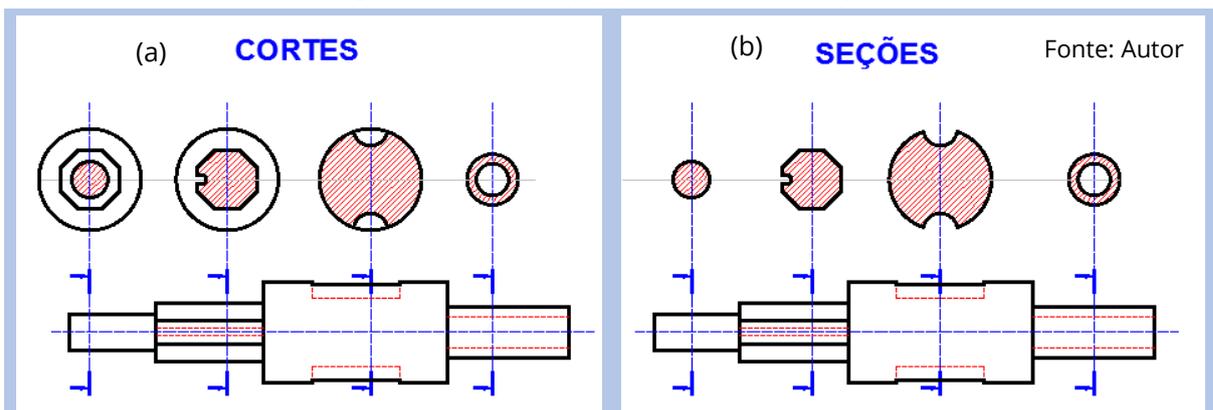
Fonte: French, T. E. & Vierck, C.

Mais uma vez lembramos, como se observa neste exemplo, que cortes são desenhos que podem conter uma série de simplificações. Portanto, para sua correta compreensão, devemos sempre observá-los juntamente com a vista onde é demarcada a posição do plano de corte e, ainda, conhecendo e levando em consideração as regras que regem tais representações.

6 SEÇÕES

Existe um tipo de vista seccionada, chamado de seção, que se trata de uma simplificação da representação em cortes comentada até aqui. Nas seções é mostrada somente a parte da peça onde o plano de corte está em contato com a mesma. Trata-se de uma representação bastante útil para representar, de forma simples, rápida de fazer e de interpretar, o formato de uma parte específica da peça.

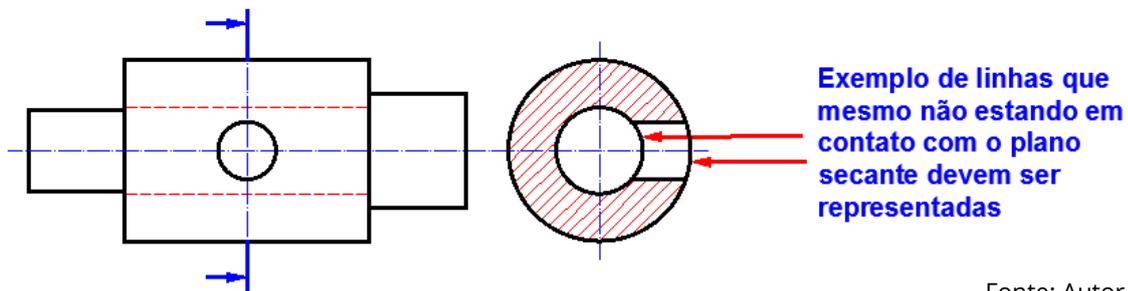
Figura 27 - Exemplos de cortes e seções



A Figura 27-a mostra representações em corte. A Figura 27-b mostra representações em seção. Note que, no caso das seções, se representa somente o que está em contato com o plano de corte, e não o restante da peça que seria visto em representação em cortes.

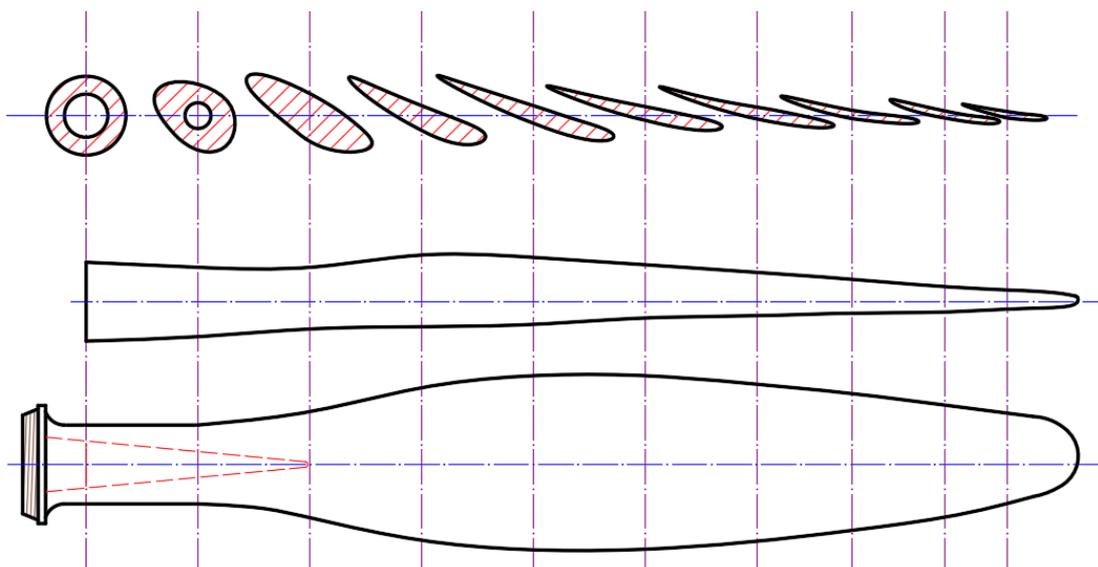
Uma exceção, no caso das seções, é a de linhas de contorno de furos que, apesar de não estarem em contato com o plano de corte, são representadas, de forma a que o desenho fique mais claro.

Figura 28 - Exemplo de linhas que mesmo não estando em contato com o plano secante devem ser representadas em seções



Na Figura 29, temos um exemplo de representação de seções onde se consegue compreender com muita facilidade como o formato da peça (no caso uma pá de hélice) varia ao longo de seu comprimento.

Figura 29 - Exemplo de representação de seções, mostrando a variação do formato da peça (pá de hélice) ao longo de seu comprimento



Fonte: DESENHO TÉCNICO E TECNOLOGIA GRÁFICA - French, T. E. & Vierck, C.)

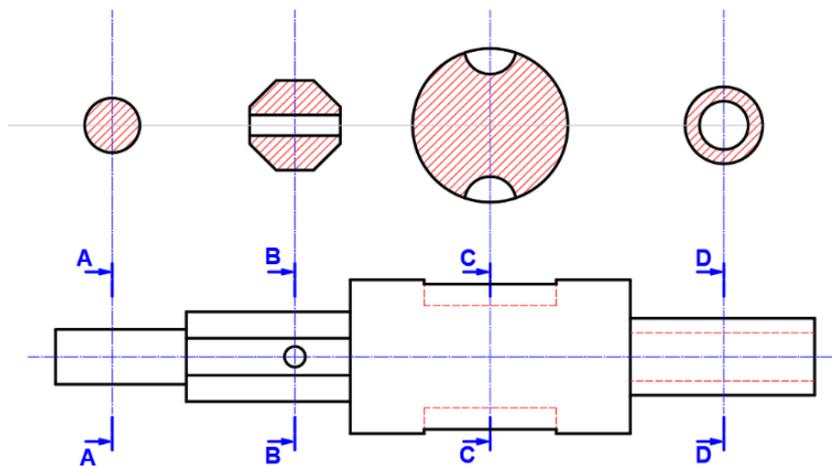
6.1 Formas de Representação de Seções

Existem basicamente 4 formas de representação de seções. Devem ser escolhidas sempre buscando a maior clareza na representação das peças.

6.1.1 Seções rebatidas sobre o próprio eixo, representadas alinhadas com os respectivos planos secantes

A Figura 30, a seguir, é um exemplo deste tipo de representação. Observe que cada seção foi rebatida sobre o próprio eixo e representada em uma posição alinhada com o plano secante, facilitando muito o entendimento. Neste caso, como a posição de cada seção se torna óbvia, é dispensada maior identificação relativa à sua posição.

Figura 30 – Seções rebatidas sobre o próprio eixo, alinhadas com os respectivos planos secantes

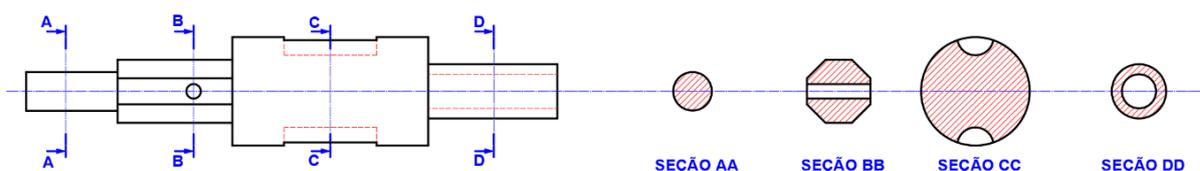


Fonte: Autor

6.1.2 Seções identificadas por letras

Neste caso, da mesma forma anteriormente comentada para a representação em cortes, cada seção é identificada por letras (ex. A – A, B – B, ...) nos extremos do traço do plano secante, na vista onde o mesmo aparece, e as seções são representadas com a identificação correspondente abaixo delas, conforme a Figura 31, a seguir.

Figura 31 – Seções identificadas por letras



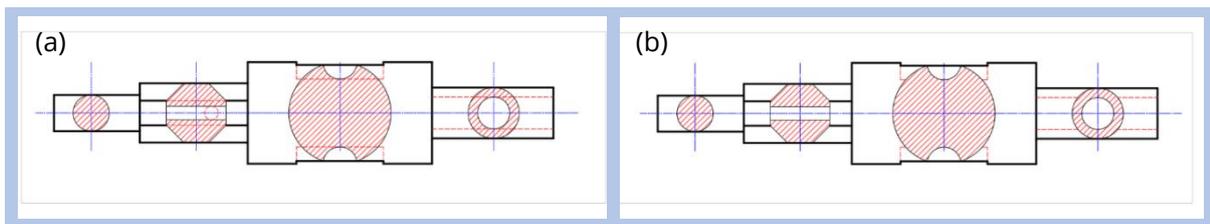
Fonte: Autor

6.1.3 Seções rebatidas sobre o próprio eixo representadas sobre a vista

Nesta modalidade de representação, a seção é rebatida sobre o próprio eixo e postada sobre a vista onde se verificaria o traço do plano secante, sem que a vista seja interrompida. Para que não exista uma confusão entre a representação da seção e da vista, o contorno da seção, neste caso, é representado com linhas estreitas.

Parte das referências bibliográficas consultadas adota o critério de representar, neste caso, por trás da seção, as linhas tracejadas da peça (Figura 32-a), e outra parte adota o critério de não representar tais linhas (Figura 32-b). No entendimento do autor deste capítulo, e do grupo de professores de desenho técnico instrumentado da Faculdade de Arquitetura da UFRGS, o mais indicado, entre essas duas opções, caso exista necessidade de fazer esta representação, seria representar, por trás da seção, as linhas tracejadas da peça (Figura 32-a). Entretanto, tal representação pode gerar um desenho com alguma dificuldade de interpretação e, nesse caso, vale lembrar que existem diversas opções de representação de seções, e a escolha de qual delas adotar deve ser norteadada por formas de representação que transmitam as informações com clareza, precisão e facilidade de interpretação.

Figura 32 – Seções rebatidas sobre o próprio eixo representadas sobre a vista

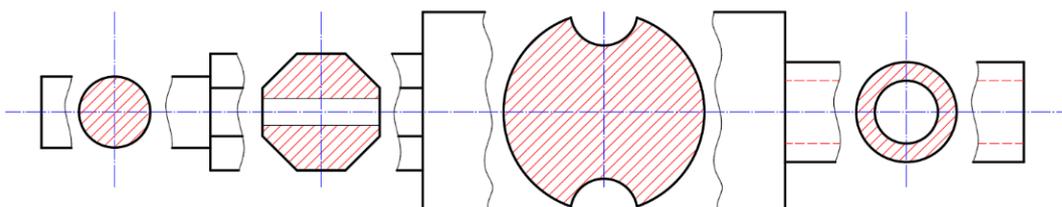


Fonte: Autor

6.1.4 Seções representadas no próprio local de seccionamento, com representação da peça interrompida

Nesta opção de representação a seção é rebatida sobre o próprio eixo e postada sobre a vista onde se verificaria o traço do plano secante e a vista da peça é interrompida através de linhas de ruptura (Figura 33) para que não se sobreponha ou se confunda com a seção.

Figura 33 – Seções representadas no próprio local de seccionamento, interrompendo a representação da peça

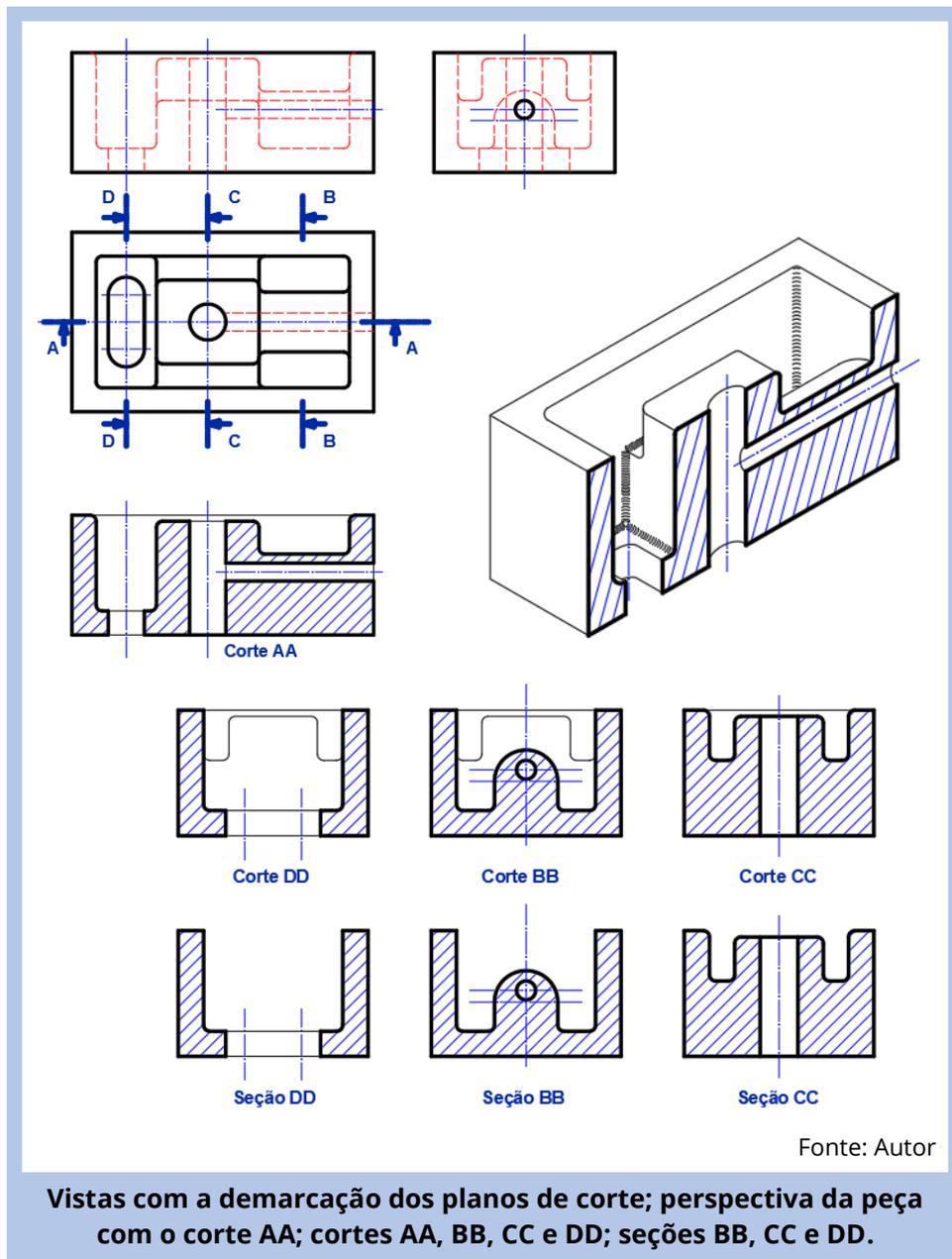


Fonte: Autor

6.2 Exemplo de Representação de Cortes e Seções

Na Figura 34 é apresentado um exemplo de peça com representações em cortes e seções, mostrando as vistas comuns, as vistas seccionadas (cortes e seções), e uma perspectiva, com a finalidade de facilitar a interpretação.

Figura 34 - Exemplo de representação de cortes



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIESECKE, F.E., et al. **Technical Drawing With Engineering Graphics**. Ed. Prentice Hill. 14ª edição, 2012

MORAIS, S. **Desenho Técnico Básico – 3**, Ed. Porto. Porto, Portugal. 26ª edição. 2017.

VEIGA DA CUNHA, L. **Desenho Técnico**. Fundação Calouste Gulbenkian. 14ª edição, 2010.

SILVA, A. et al. **Desenho Técnico Moderno**. Ed. LTC. Rio de Janeiro. 2014.

RIBEIRO, A.C., PERES, M.P., IZIDORO, N. **Curso de Desenho Técnico e Autocad**. Ed. Pearson, São Paulo, Brasil 2013.

DESENHO TÉCNICO E TECNOLOGIA GRÁFICA - French, T. E. & Vierck, C.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico**. 1995

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6.492. Representação de Projetos de Arquitetura**. 1994

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.273 – Desenho Técnico – Referência a itens**.

DIMENSIONAMENTO – COTAGEM

GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA

1	INTRODUÇÃO	83
2	DISPOSIÇÃO DE COTAGEM	86
3	USO DE REFERÊNCIA DE ITENS.....	90
4	CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS DURANTE A COTAGEM	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

1 INTRODUÇÃO

“O desenho técnico, além de representar objetos dentro de uma escala, deve conter todas as informações sobre suas dimensões.” (RIBEIRO, 2013).

A cotação é a expressão gráfica do dimensionamento de uma peça. Juntamente com o dimensionamento pode-se concluir outras informações, como sequência de montagem, tratamento de superfícies, dentre outras.

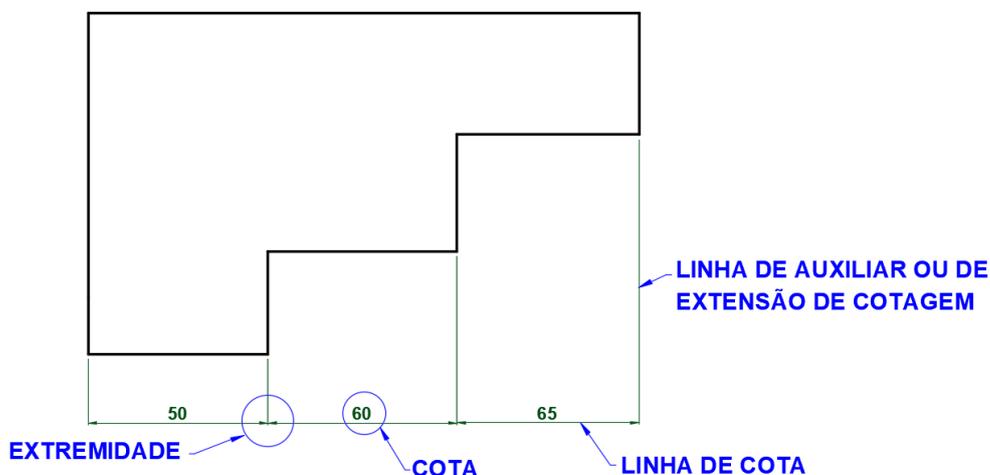
Segundo a NBR 10.126 (1987) cotação é a representação gráfica no desenho da característica do elemento, através de linhas, símbolos, notas e valor numérico numa unidade de medida.

Cota-se para:

- fabricação
- inspeção
- utilização
- compreensão de forma

A cotação é constituída por alguns elementos conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Elementos de cotação



Sendo que:

1. *Cota* – é a expressão do valor da dimensão.
2. *Linha de cota* – tem o exato comprimento (dimensão) do que está sendo cotado. Podemos dispensar as linhas de cota somente no caso dos desenhos esquemáticos.
3. *Extremidade da linha de cota* – a extremidade de uma linha de cota é geralmente na forma da seta alongada ou traços oblíquos.
4. *Linha de extensão* – define os limites da cotagem.

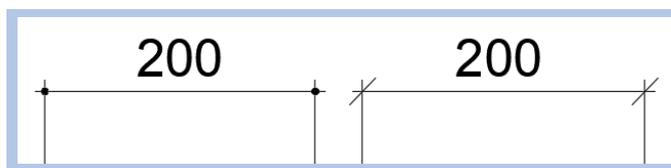
1.1 Extremidade da Linha de Cota

A extremidade da linha de cota vai depender da unidade que está sendo adotada e da área do projeto (arquitetura, engenharias...).

No geral, a extremidade em seta é utilizada quando a unidade for o milímetro. No entanto, a NBR 10.126 não menciona nenhuma indicação a esse respeito.

A Figura 2 apresenta exemplos usuais de extremidades de linha de cota quando a unidade for metro ou centímetro (dimensões usuais em projetos de engenharia civil e arquitetura).

Figura 2 - Outros tipos de extremidade de linha de cota



Adota-se quantas casas decimais forem necessárias para o valor da cota. Quando a cota for em metros, normalmente usa-se duas casas decimais (Figura 3).

Figura 3 - Aproximação centesimal

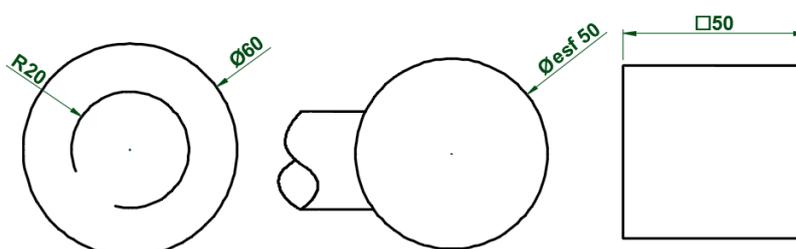


A unidade de uma cota (mm, cm, m...) não é escrita juntamente com a cota no desenho, pois tem lugar junto à legenda na prancha de desenho técnico. Admite-se a presença da unidade quando uma (ou algumas) cotas estiverem em unidades diferentes, ou ainda quando o desenho não estiver acompanhado de legenda.

1.2 Símbolo de Cotagem

Alguns símbolos são utilizados junto ao valor das cotas conforme mostra a Figura 4. É conveniente esclarecer a natureza da cota adotada (diâmetro, raio, lado do quadrado).

Figura 4 - Exemplos de símbolos utilizados em cotagem



A NBR 8404 versa sobre o estado de rugosidade de superfícies em desenho técnico. Alguns símbolos são utilizados para definir a superfície em questão. No Quadro 1 é apresentada a relação da classe de rugosidade da superfície.

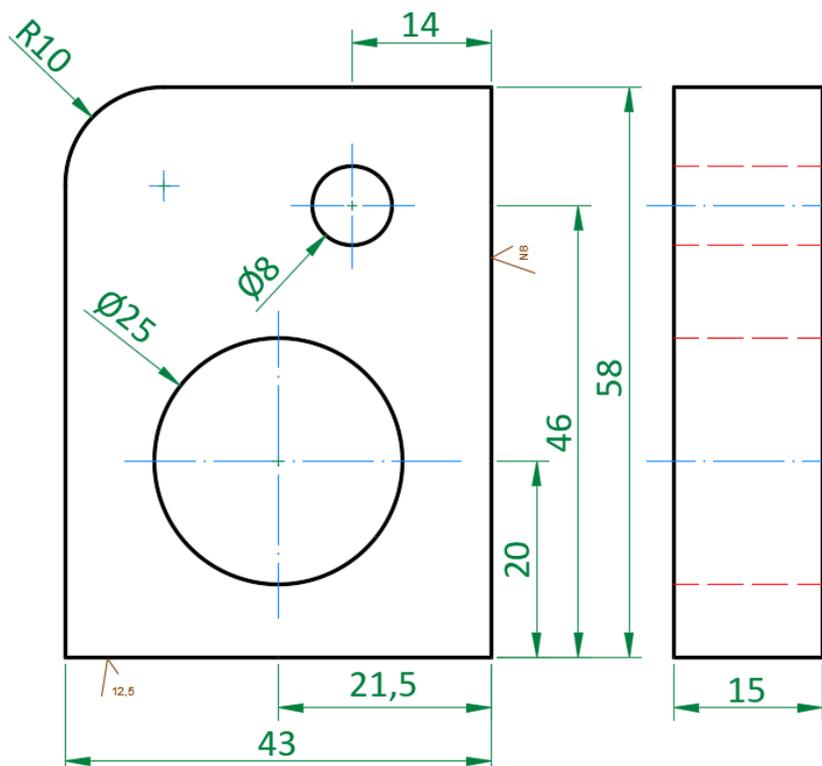
É importante ressaltar que a face com menor rugosidade será referência para a cotelagem. Várias outras informações podem ser acrescentadas no desenho (ver norma).

Quadro 1 – Símbolos indicadores de rugosidade de superfícies

Classe de rugosidade média para acabamento superficial baseado na NBR 8404				
50 μm	N12	▽	√	ACABAMENTO SUPERFICIAL OBTIDO POR QUALQUER PROCESSO DE FABRICAÇÃO
25	N11			
12,5	N10			
6,3	N9	▽▽	√	ACABAMENTO SUPERFICIAL DEVE SER OBTIDO POR MEIO DE REMOÇÃO DE MATERIAL
3,2	N8			
1,6	N7			
0,8	N6	▽▽▽	√	NÃO PODE HAVER REMOÇÃO DE MATERIAL E O ACABAMENTO É RESULTANTE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO ANTERIOR
0,4	N5			
0,2	N4			
0,1	N3	SEM EQUIVALÊNCIA	√	VÁRIAS OUTRAS INFORMAÇÕES PODEM SER INSERIDAS. PARA TANTO, CONSULTE A NBR 8404
0,05	N2			
0,025	N1			

Na Figura 5, pode ser observado um exemplo do uso dessas simbologias:

Figura 5 – Exemplo do uso de simbologia de acabamento de superfície.

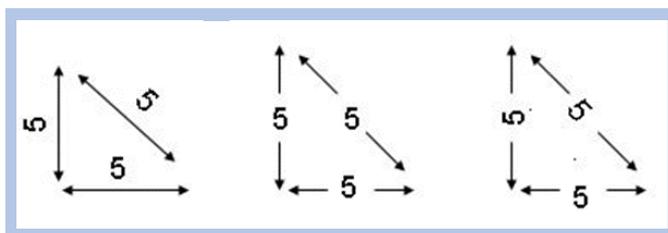


Assim como a simbologia referente à rugosidade da superfície, outras informações como tolerância, soldas, acabamento, dentre outras, podem ser anexadas no momento da cotação. Recomenda-se consultar normas específicas para cada situação.

2 DISPOSIÇÃO DE COTAGEM

É usual, embora a NBR 10.126 não contemple, as cotas seguirem o padrão apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Posições das cotas

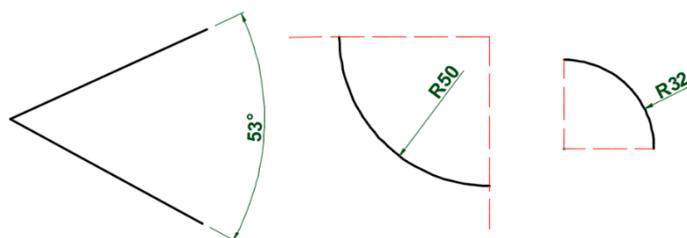


Recomenda-se usar somente um padrão no projeto.

2.1 Ângulos, diâmetros e raios

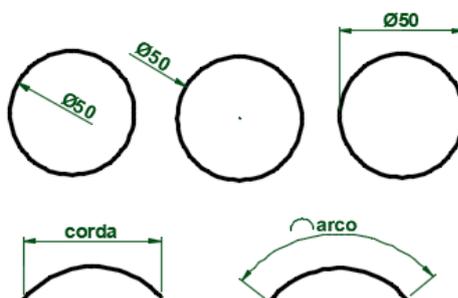
Os ângulos devem ser lançados conforme a Figura 7, que apresenta alguns exemplos de representação.

Figura 7 - Cotação de ângulos e raios



A Figura 8 apresenta exemplos de cotação para diâmetro, corda e arco.

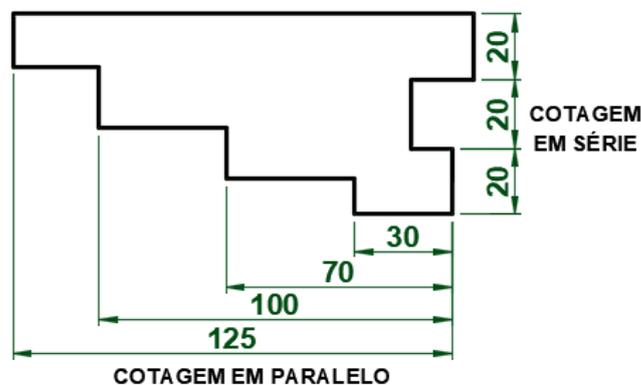
Figura 8 - Cotação de diâmetro, corda e arco



2.2 Cotagem em série e em paralelo

A Figura 9 apresenta a cotagem em série e em paralelo.

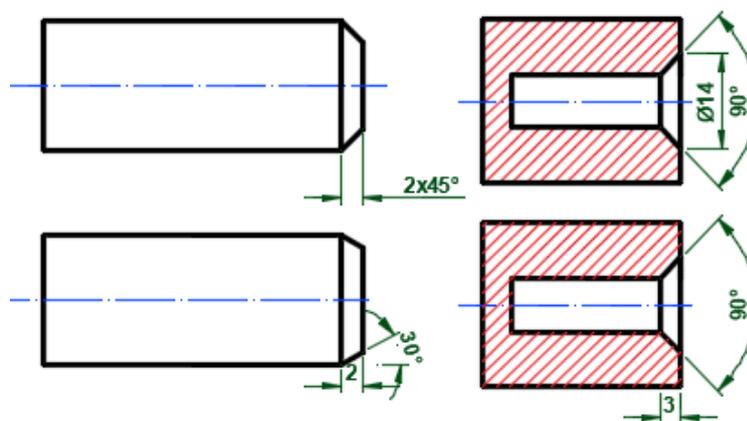
Figura 9 - Cotagem em série e em paralelo



2.3 Cotagem de furos escareados e chanfros

A cotagem de furos escareados e chanfros pode ser vista na Figura 10.

Figura 10 - Cotagem de furos e chanfros

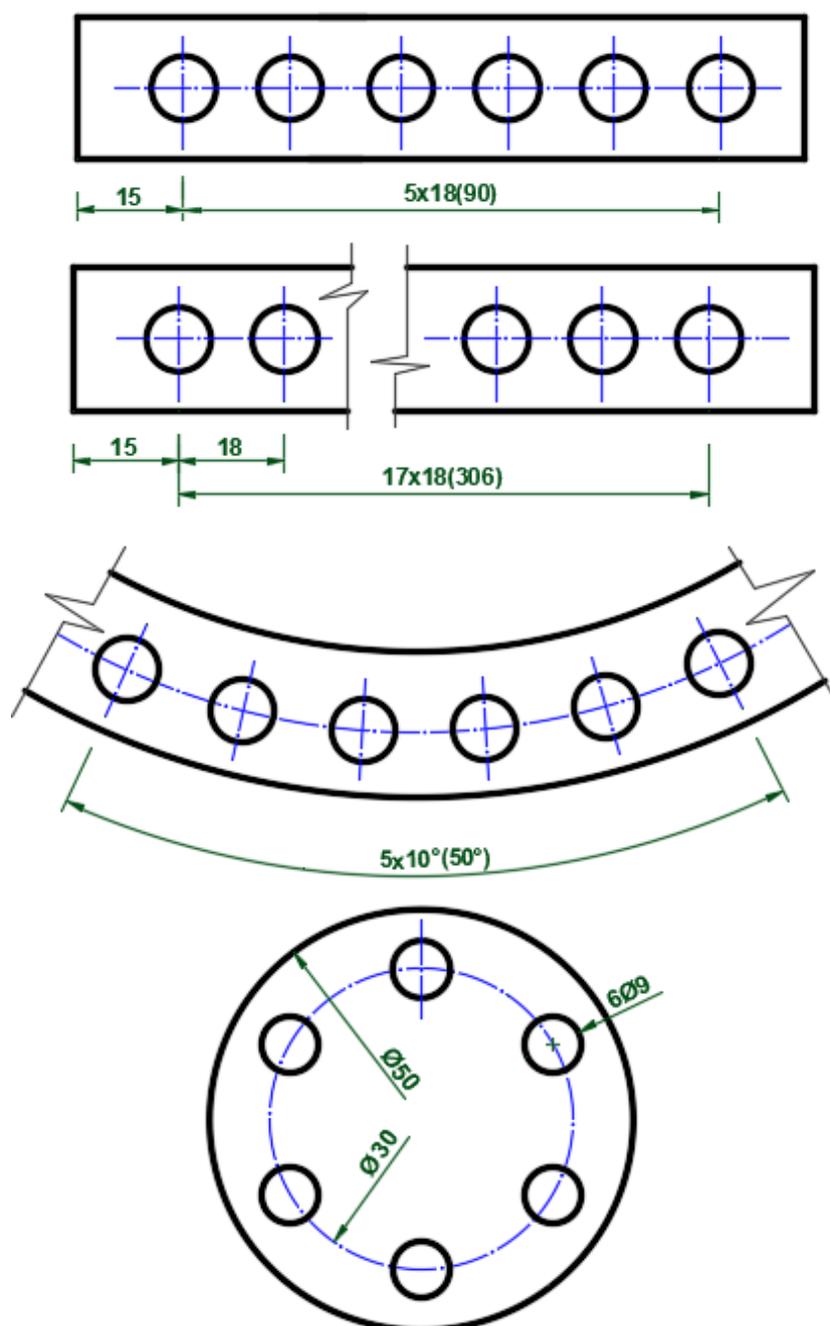


Fonte: NBR 10.126

2.4 Cotagem de elementos equidistantes

Para facilitar a cotagem de elementos equidistantes, a NBR 10.126 sugere a recomendação apresentada na Figura 11.

Figura 11 – Elementos equidistantes



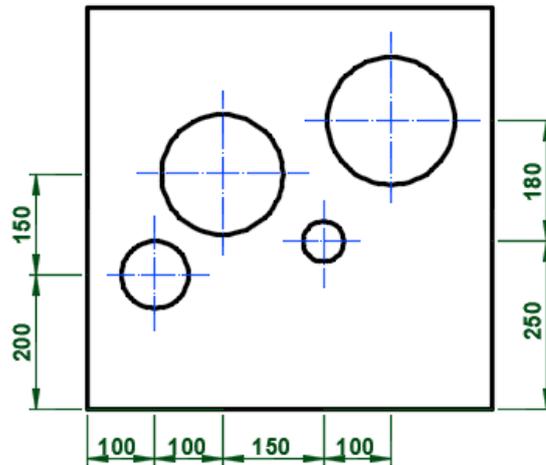
Fonte: NBR 10.126

2.5 Cotagem de identificação de posição e de forma

A cotagem para identificar a posição é extremamente importante no momento de reproduzir o desenho ou manufaturar a peça.

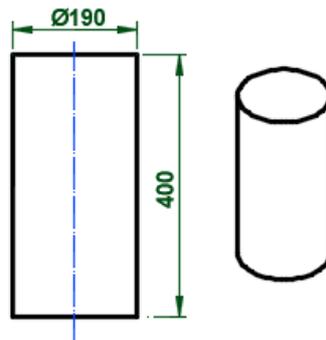
Na Figura 12, é possível observar que a posição dos furos é identificada através das cotas até seus eixos em relação a um ponto qualquer da peça que é conhecido.

Figura 12 - Cotagem para identificar posição



A cotagem para identificar a forma serve para entender a peça sem precisar de mais vistas conforme mostrado na Figura 13.

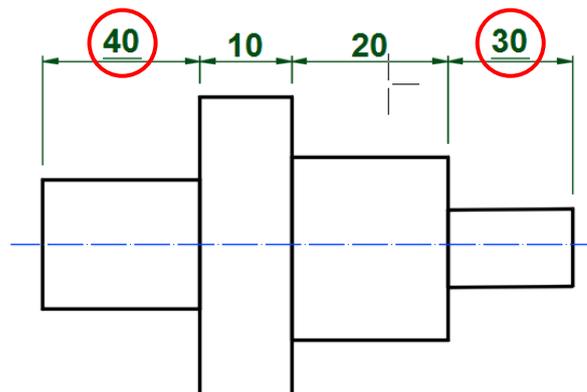
Figura 13 - Cotagem para identificar a forma



2.6 Cotagem fora de escala e peça interrompida

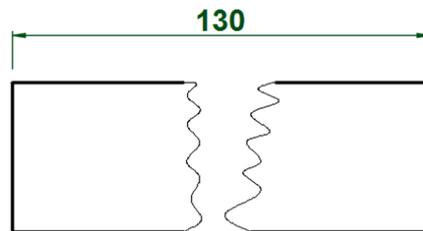
A cotagem fora da escala é um artifício utilizado no desenho técnico. Nesse caso, vale sempre o valor da cota e recomenda-se colocar um traço abaixo da cota para ressaltar que ela não está na escala indicada conforme mostra a Figura 14.

Figura 14 - Cotagem fora de escala



No caso de peça interrompida, a cota não deve ser interrompida, conforme mostra a Figura 15 e Figura 11. Ver a norma NBR 8.403, página 2 na tabela com os tipos de linhas e seus usos.

Figura 15 - Cota em peça interrompida



3 USO DE REFERÊNCIA DE ITENS

Para a referência de itens em Desenho Técnico utiliza-se a NBR 13.273.

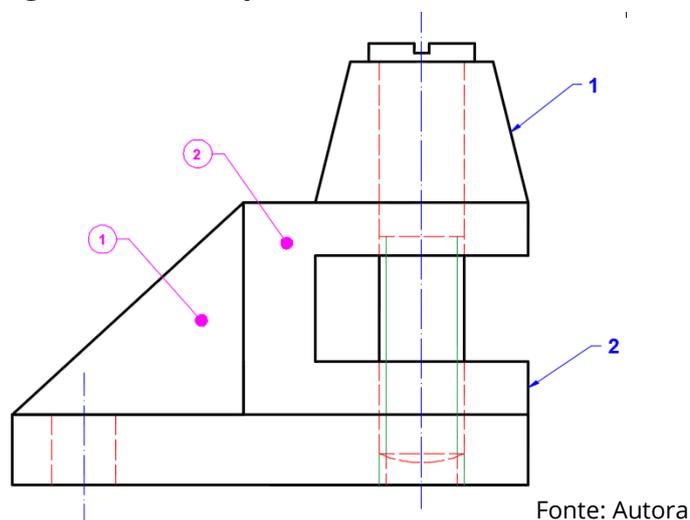
As referências de itens devem estar em ordem sequencial observando os critérios abaixo:

- Ordem de montagem;
- Importância das peças (subconjuntos, peças principais, peças menos importantes);
- Disposição no desenho (sentido horário).

Para indicação do estado da superfície (ex. rugosidade) utiliza-se terminação em forma de seta apoiada na linha de contorno da peça. Para o caso de indicação da peça (ex. nome da peça), utiliza-se um ponto reforçado inscrito na superfície da peça.

A Figura 16 apresenta um exemplo de possibilidades para a referência de itens.

Figura 16 - Exemplo de referência de itens



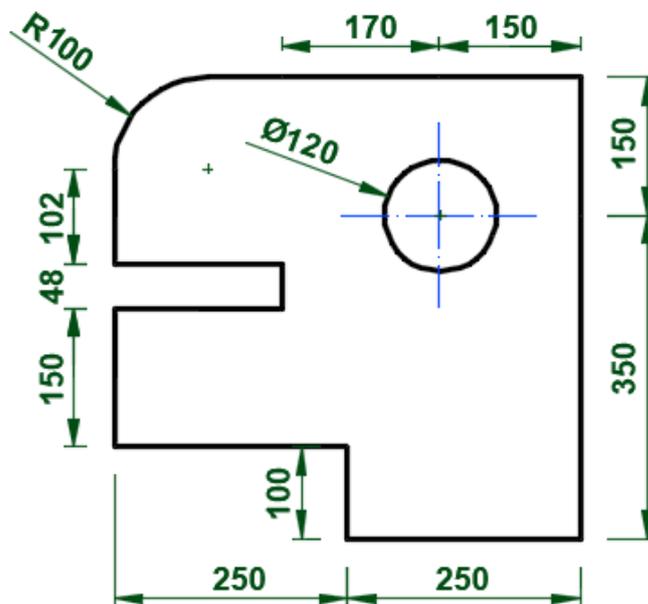
4 CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS DURANTE A COTAGEM

Alguns cuidados básicos devem ser observados durante a cotação. São eles:

- a) Iniciar a cotação pela vista mais característica;
- b) Não cotar linhas não visíveis (se necessário realizar a representação adicional de um corte);
- c) Não repetir cotas; cotar entre as vistas;
- d) Cotar próximo do detalhe;
- e) Cotar de dentro para fora, isto é, da menor cota para a maior (cotas menores, internas, aparecem primeiro que cotas externas maiores);
- f) Evitar que a linha de extensão invada ou toque o desenho;
- g) Evitar cruzamento de linhas de chamada;
- h) Não usar linha do desenho como linha de cota;
- i) Identificar posição dos eixos;
- j) Círculos inteiros se cota pelo diâmetro, semicírculos e curvaturas se cota pelo raio.

A Figura 17 ilustra alguns dos itens mencionados anteriormente.

Figura 17 - Exemplo de cotação



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIESECKE, F.E., et al. **Technical Drawing With Engineering Graphics**. Ed. Prentice Hill. 14ª edição, 2012

MORAIS, S. **Desenho Técnico Básico - 3**, Ed. Porto. Porto, Portugal. 26ª edição. 2017.

RIBEIRO, A.C., PERES, M.P., IZIDORO, N. **Curso de Desenho Técnico e AutoCad**. Ed. Pearson, São Paulo, Brasil 2013.

NBR 10.126 Cotagem em desenho Técnico. 1987.

NBR 8404 Indicação do estado de superfícies em desenho técnico. 1984.

NBR 13273 Desenho Técnico - Referência de Itens, 1999.

ESCALAS

*ALEXANDRE SOBRAL DE REZENDE
CLARISSA SARTORI ZIEBELL*

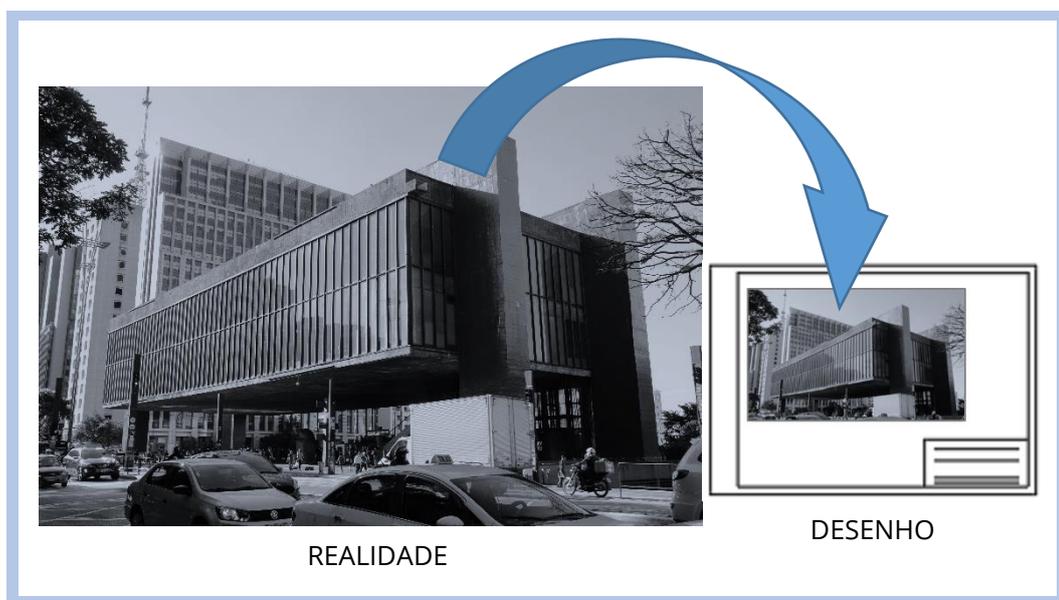
1	INTRODUÇÃO	94
2	PADRONIZAÇÃO DE ESCALAS	95
3	ESCALÍMETROS	97
4	ONDE INDICAR A ESCALA EM UM DESENHO	99
5	ESCALAS GRÁFICAS	100
6	ESCALAS DEFORMADAS (UTILIZAÇÃO EM ESTRADAS DE RODAGEM)	102
7	ESCOLHA DE ESCALAS.....	103
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

1 INTRODUÇÃO

A representação gráfica de peças ou objetos de desenho técnico pode ocorrer de diferentes formas. Podemos desenhar os objetos em um papel, exatamente do tamanho como eles são na realidade. Neste caso, estaríamos utilizando a chamada escala natural, ou escala real. Contudo, em grande parte dos casos não é isso que acontece.

Em alguns casos, necessitamos desenhar no papel aquilo que se está representando em um tamanho menor do que seria na realidade (escala de redução) e, em outros, necessitamos desenhar o que se está representando em uma dimensão maior do que seria na realidade (escala de ampliação). Por exemplo, se quisermos representar um prédio, teremos que reduzi-lo para que caiba no papel (Figura 1). Por outro lado, se estivermos desenhando um objeto muito pequeno, é usual que este seja representado maior do que é na realidade, de forma que se possa observar melhor seus detalhes.

Figura 1 – Exemplo de redução da realidade em escala para caber no papel



Fonte: Marcos Santos / USP Imagens.

A escala a ser escolhida para a representação dependerá da complexidade da peça a ser representada e da finalidade da representação e sempre deve ser suficiente para permitir a interpretação fácil e clara das informações a serem transmitidas. A escala é esta relação (razão) entre a dimensão verificada no desenho e a dimensão que temos na realidade, conforme a fórmula abaixo.

$$E = \frac{d}{D}$$

Onde "E", é a escala, "d" é a dimensão no desenho e "D" é a dimensão na realidade.

É comum que a escala seja representada por $E = d/D$ ou por $E = d:D$. Por exemplo: escala 1/50, ou escala 1:50. Se realizarmos um desenho na escala 1:50, significa que cada dimensão medida no desenho será 50 vezes maior na realidade. Ou seja, “encolhemos” 50 vezes a realidade para representá-la. Por outro lado, se a escala for, por exemplo, 2:1, significa que cada dimensão no desenho corresponde a sua metade na realidade, ou seja, “aumentamos” 2 vezes a realidade para representá-la.

Pode se dizer, então, que:

- ESCALA 1:1 é a escala natural, ou real;
- ESCALA X:1 é uma escala de ampliação ($X > 1$);
- ESCALA 1:X é uma escala de redução ($X > 1$).

A NBR 8196 (ABNT, 1999) apresenta os seguintes exemplos de escalas que podem ser utilizadas em desenho técnico (Tabela 1).

Tabela 1 – Escalas sugeridas para desenho técnico

Redução	Natural	Ampliação
1:2	1:1	2:1
1:5		5:1
1:10		10:1

Nota: As escalas desta tabela podem ser reduzidas ou ampliadas à razão de 10.

Fonte: Adaptado de ABNT, 1999, pág. 2.

A representação usual pressupõe que a mesma unidade de medida seja adotada em ambos os lados do divisor, ou seja, 1:1000 significa que 1 cm no desenho corresponde a 1.000 cm na realidade. Contudo, em algumas áreas de conhecimento, como cartografia, por exemplo, podemos encontrar uma simplificação, como 1cm:1km, que seria uma variação de 1:100.000, ou seja, 1 centímetro no desenho corresponde a 100.000cm (1 km) na realidade.

2 PADRONIZAÇÃO DE ESCALAS

Para facilitar o trabalho, nos desenhos técnicos são adotadas determinadas escalas, conhecidas como escalas padrão. Isso é importante para que se possa ter instrumentos de medição, como escalímetros, que serão comentados mais adiante, pois foi necessário eleger algumas escalas a serem adotadas na fabricação destes instrumentos.

A utilização de escalas padrão também é importante porque nosso cérebro, de tanto ler desenhos em uma determinada escala, “se acostuma” a trabalhar com as mesmas, conseguindo, com certa prática, ter a percepção de tamanho da realidade ao olhar um desenho, mesmo que este esteja em uma escala muito diferente da realidade.

Isso ocorre, por exemplo, ao se representar plantas baixas de edificações. Estas normalmente são representadas em escala 1:50 e nosso cérebro se acostuma a ter a percepção de tamanho do que está representado. Se adotássemos em um desenho uma escala um pouco diferente, 1:40, por exemplo, poderíamos induzir o leitor do desenho a um equívoco de interpretação ao analisar a planta (no caso tendo a impressão que os ambientes são maiores do que realmente são), pois seu cérebro está “acostumado” a ler desenhos na escala “padrão” de 1:50.

Para cada área do conhecimento são adotadas determinadas escalas. Por exemplo, se “reduzirmos” 50 vezes uma edificação, normalmente conseguiremos desenhá-la adequadamente em uma folha de papel. Porém, se estivermos trabalhando com outras áreas do conhecimento, como estradas de rodagem, que são muito maiores que as edificações, o usual seria reduzi-las muito mais (5.000 vezes ou mais, por exemplo), para que possam ser representadas adequadamente em uma folha de papel.

Verifica-se que no mercado de trabalho, bem como no de produção de instrumentos de desenho técnico, são utilizadas algumas outras escalas, além destas.

Na Tabela 2 estão apresentadas as principais escalas utilizadas. Pode-se observar que, a partir da coluna que inicia com a escala natural (1:1), as demais colunas à direita ou à esquerda dessa são compostas de escalas múltiplas de 10 (Tabela 2). Ao multiplicamos o denominador das escalas da coluna em laranja por 10, criamos escalas múltiplas dessas e que reduzem cada vez mais a realidade (colunas à direita). Podemos fazer esse mesmo movimento no sentido inverso, dividindo o denominador por 10 e criando escalas que aumentam cada vez mais a realidade (colunas à esquerda).

Tabela 2 – Principais escalas utilizadas. Os quadros em cinza indicam as escalas encontradas em um escalímetro padrão

Ampliação (denominador / 10)			<<<<< >>>>>	Redução (denominador x 10)			
...	100:1	1:0,1 (=10:1)	1:1	1:10	1:100	1:1.000	...
...	50:1	1:0,2 (=5:1)	1:2	1:20	1:200	1:2.000	...
...	10:1	1:0,25 (=4:1)	1:2,5	1:25	1:250	1:2.500	...
...	20:1	1:0,5 (=2:1)	1:5	1:50	1:500	1:5.000	...
			1:7,5	1:75	1:750	1:7.500	...
			1:12,5	1:125	1:1250	1:1.2500	...

Observe que a escala 1:0,1 pode também ser escrita como 10:1 (multiplicando-se numerador e denominador por 10). Adota-se usualmente esta última forma (10:1). Neste caso, cada 1 unidade na realidade corresponde a 10 unidades no desenho. Da mesma forma, a escala 1:0,2 pode também ser escrita como 5:1, (multiplicando-se numerador e denominador por 5), onde cada 1 unidade na realidade corresponde a 5 unidades no desenho, e assim por diante.

Na Tabela 2, as escalas componentes do escalímetro padrão estão marcadas em cinza. Algumas escalas resultantes desse procedimento de multiplicação ou divisão por 10 não são usuais e, portanto, deixamos de relacioná-las (por exemplo as que seriam à esquerda de 1:7,5, ou de 1:12,5). Em alguns casos também é adotada a escala 1/33, bem como seus múltiplos de 10.

3 ESCALÍMETROS

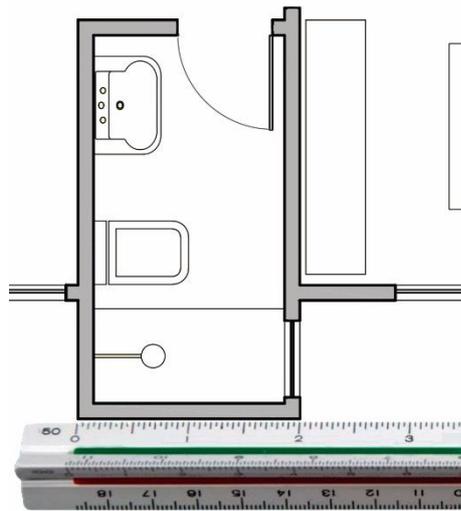
Escalímetros são régua nas quais temos diferentes escalas padrão gravadas, com a finalidade de nos permitir ler diretamente desenhos representados em tais escalas, sem a necessidade de se fazer conversões (Figura 2). Por exemplo, se utilizarmos um escalímetro que tem a escala 1:50 gravada, poderemos ler diretamente com o mesmo um desenho que esteja em tal escala.

Figura 2 - Escalímetro



Pode-se observar a Figura 3 para melhor compreensão do assunto. Suponha que a planta baixa esteja representada na escala 1/50. Com o uso do escalímetro poderemos ver que a dimensão da parede medida pelo escalímetro é de 2 metros.

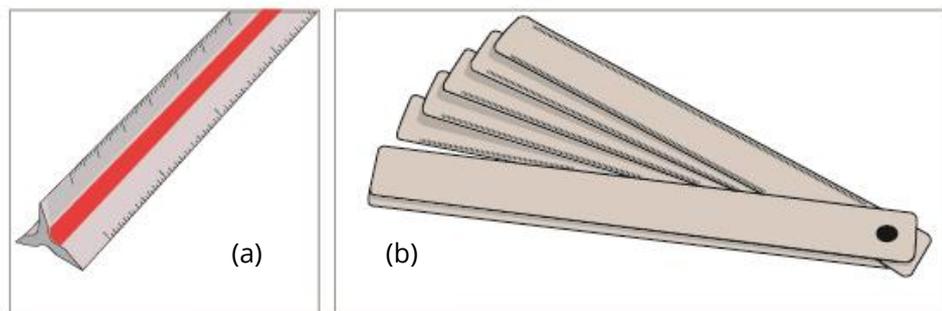
Figura 3 - Uso do escalímetro para leitura da escala 1/50



Nos escalímetros, a unidade corresponde a 1 metro reduzido na escala indicada. Por exemplo, na escala 1:100 a unidade corresponde a 1 metro reduzido 100 vezes (igual a 1 centímetro), na escala 1:125 a unidade corresponde a 1 metro reduzido 125 vezes, e assim por diante.

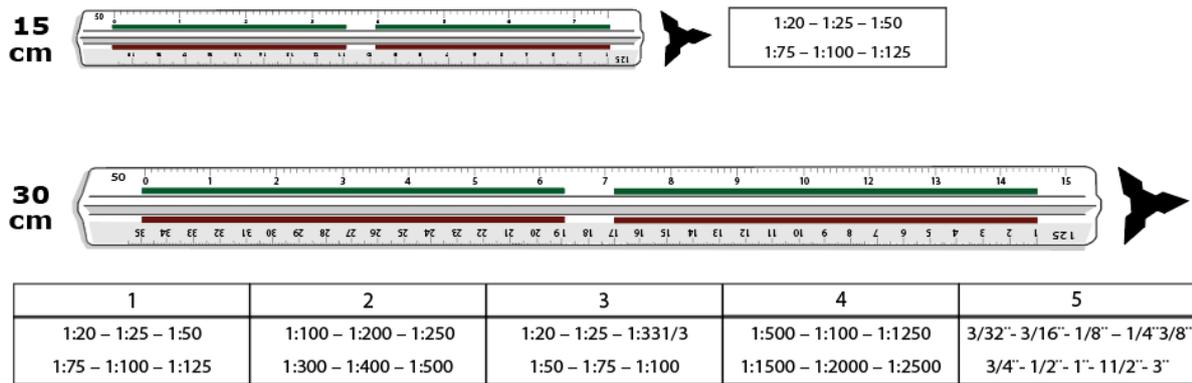
Existem basicamente dois tipos de escalímetros: os triangulares e os “de bolso”. Nos escalímetros triangulares temos duas escalas gravadas em cada lado, ou seja, 6 escalas (Figura 4-a). Nos escalímetros “de bolso”, também chamados de escalímetros “canivete”, temos diversas lâminas, cada uma com uma escala diferente gravada (Figura 4-b).

Figura 4 - (a) Escalímetro triangular e (b) escalímetro de bolso



A Figura 5 mostra os modelos de escalímetros triangulares existentes no mercado, tanto com 15 cm quanto com 30 cm. O escalímetro “padrão”, ou mais utilizado no dia a dia é o de cima, apesar de outros modelos existirem e serem também utilizados em áreas do conhecimento específicas. Cada uma das laterais desses escalímetros possui uma cor, de forma a facilitar ao usuário a localização da escala que deseja ao manusear o instrumento.

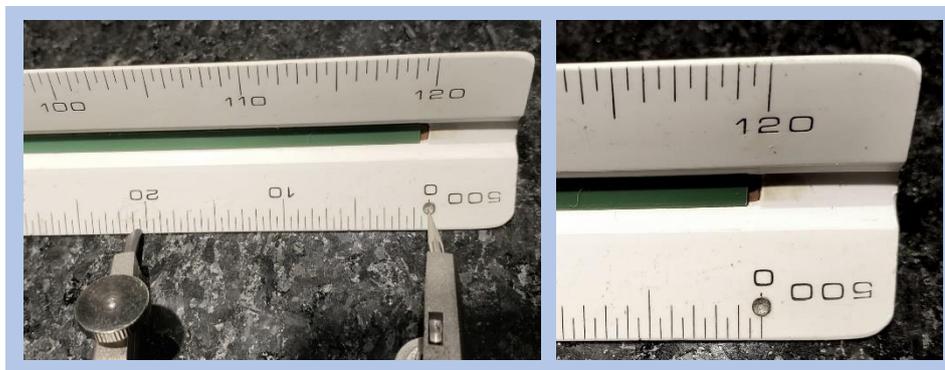
Figura 5 – Dois modelos de escalímetros disponíveis no mercado



Fonte: baseado em TRIDENT, 2020.

Curiosidade: alguns escalímetros triangulares possuem no número zero de cada escala um pequeno orifício revestido de metal, que serve para se colocar a ponta seca de um compasso, com a finalidade de alcançar com a ponta com grafite uma determinada medida, deixando-o na abertura desejada (Figura 6).

Figura 6 – Indicação de como usar o escalímetro em conjunto com o compasso



4 ONDE INDICAR A ESCALA EM UM DESENHO

A escala utilizada em um desenho deve ser indicada na legenda (a qual é posicionada no canto inferior direito da folha de desenho) ou abaixo de cada desenho existente na folha, conforme regra a seguir:

- Quando todos os desenhos constantes na folha estão representados em uma mesma escala, ela deve ser indicada na legenda;
- Quando se tem, em uma folha, desenhos com escalas diferentes entre si, no local da legenda apropriado para indicar as escalas escreve-se “indicadas” e se indica as escalas utilizadas abaixo de cada desenho.

Ainda existe outra forma que é aceita: quando se tem, em uma folha, desenhos com escalas significativamente diferentes entre si, pode-se simplesmente indicar as diferentes escalas na legenda (sem dizer qual escala corresponde a cada desenho). Esta forma é usual para quando se tem poucas escalas diferentes e estas são distintas o suficiente para que o leitor perceba com muita facilidade qual desenho está em cada escala. Por exemplo: 1:200 e 1:5.000 - são escalas tão diferentes que dificilmente haveria uma confusão sobre qual dos desenhos está em cada uma delas.

5 ESCALAS GRÁFICAS

Uma escala gráfica é um segmento graduado para estabelecer a relação entre o desenho e a vida real (Figura 6). Usualmente se utilizam divisões que no mapa tenham 1 centímetro, informando sua correspondência na realidade que está sendo representada. Neste tipo de escala, é comum a primeira porção, à esquerda, possuir uma subdivisão em mais partes. Por exemplo: na Figura 7, a escala é graduada de 1000 em 1000 metros, porém sua primeira porção é subdividida de 200 em 200 metros.

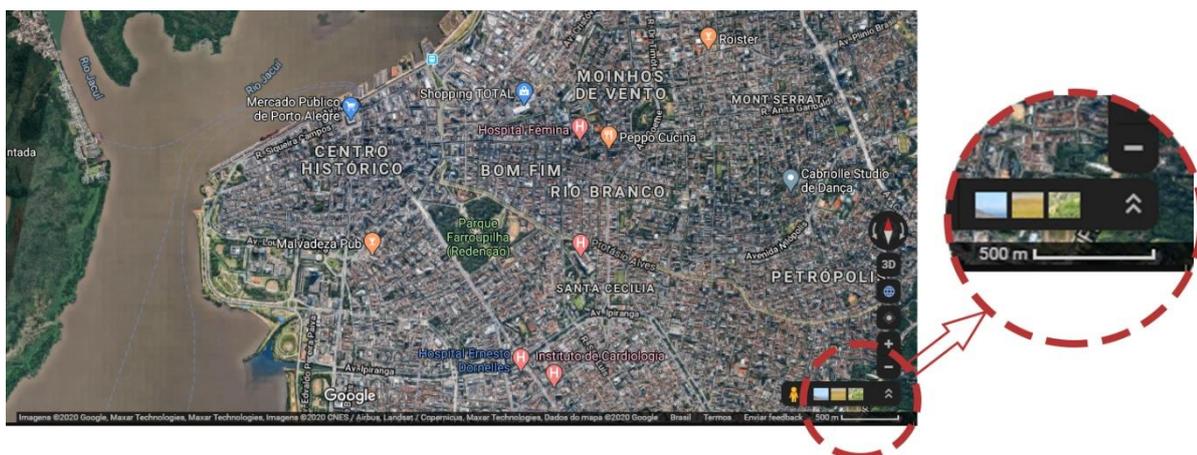
Figura 7 - Escala gráfica



Este tipo de escala é muito utilizado em mapas. Uma das razões para tanto é que, quando se efetua uma cópia do mapa, esta escala vai se manter fiel mesmo se na cópia houver uma alteração dimensional (aumento ou redução do mapa). Em um caso desses, de o mapa sofrer uma alteração em suas dimensões, a escala numérica deixaria de funcionar pois, em função da distorção havida, o mapa deixaria de estar na escala original.

Com o uso de aplicativos computacionais nos quais é possível ampliar e reduzir as imagens, o uso de escalas gráficas torna-se muito importante para se ter uma ideia da escala na qual se está observando a imagem. Veja no exemplo a seguir que no canto inferior direito do mapa se tem a escala gráfica que é ampliada e reduzida juntamente com a imagem (Figura 8).

Figura 8 – Escala gráfica aplicada a uma vista aérea. Neste caso a escala gráfica se ajusta conforme o zoom fornecido pelo usuário



Fonte: autores, elaborado com mapa do Google Maps

Segue uma breve explicação de como é construída uma escala gráfica. Imagine que um mapa está representado em uma escala numérica de 1:12.500. Ou seja, cada 1 cm no papel corresponde a 12.500 cm na realidade. Na escala gráfica, faremos marcações, usualmente, a cada 1cm. Como não é usual se trabalhar com centímetros como unidade em mapas, teremos que transformar o denominador para uma unidade mais usual, como metros, por exemplo. Então, como 12.500 cm correspondem a 125 m, a escala 1/12.500 pode também ser representada como 1cm/125m.

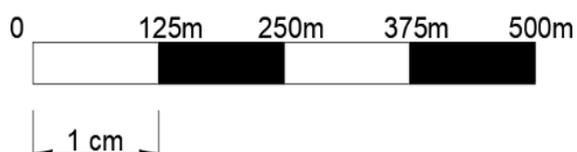


ATENÇÃO

Nesse caso, como não estaremos utilizando a mesma unidade no numerador e no denominador, é fundamental indicar as unidades!

Podemos, então, construir nossa escala com uma régua, marcando, a cada centímetro, a distância correspondente a 125 m (Figura 9).

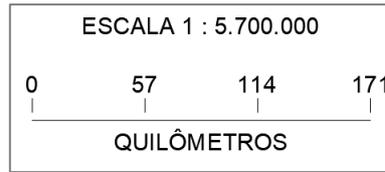
Figura 9 – Construção de uma escala gráfica



Esse mesmo processo poderia ter sido feito, por exemplo, para quilômetros - neste caso, cada centímetro corresponderia a 0,125 km.

Quando se trata de mapas, dada a diversidade de tamanhos em que são representados, não se verifica a adoção de escalas padrão como comentado anteriormente para outras áreas do conhecimento. É usual definir a dimensão real que corresponde a cada centímetro e informá-la, como no exemplo a seguir (Figura 10). Neste caso, cada espaço corresponde a 1 cm.

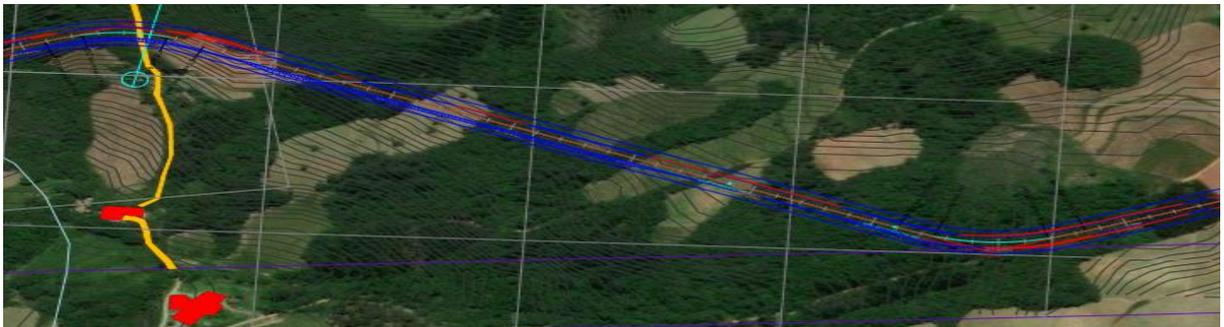
Figura 10 – Exemplo de escala gráfica em mapas



6 ESCALAS DEFORMADAS (UTILIZAÇÃO EM ESTRADAS DE RODAGEM)

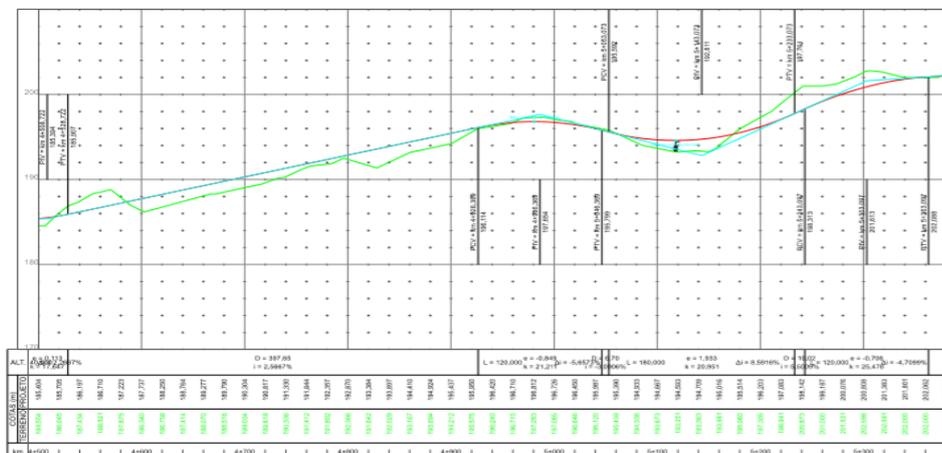
Em alguns casos especiais, ao se adotar uma mesma escala em todo o desenho, uma das dimensões que se deseja observar pode ficar demasiadamente reduzida. Isso ocorre, por exemplo, em estradas de rodagem (Figura 11). Como sua extensão é muito grande, a escala adotada gera grande redução. Ocorre que, se desejarmos fazer um perfil, detalhando como se darão as variações de altura ao longo do comprimento, estas ficarão praticamente imperceptíveis em função da escala adotada. Nestes casos, se utiliza uma escala no eixo X e outra no eixo Y. Este tipo de escala é chamado de escala deformada. A Figura 12 utiliza as escalas 1:2000 e 1:200 (na horizontal e na vertical, respectivamente).

Figura 11 – Projeto de estrada de rodagem



Fonte: Imagem cedida por Daniel Garcia.

Figura 12 – Exemplo de escala deformada



7 ESCOLHA DE ESCALAS

A escolha da escala a ser utilizada deve levar em consideração o tamanho da peça a ser representada e a dimensão disponível para se realizar o desenho. Acaba sendo uma decisão a ser tomada em conjunto com a escolha da folha de desenho, pois esta escolha de folha afeta na dimensão disponível para se realizar o desenho.

Cabe lembrar que algumas áreas de conhecimento possuem escalas padrão e devemos buscar respeitá-las. Por exemplo: na representação de edificações, é usual se adotar escalas de 1:50, 1:75 e 1:100. Ao se escolher a escala, essa questão deve ser considerada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8196 – Desenho Técnico – Emprego de Escalas**. Rio de Janeiro, ABNT, 1999.

GIESECKE, F.E., et al. **Technical Drawing With Engineering Graphics**. Ed. Prentice Hill. 14ª edição, 2012

ISO 5455. **Technical drawings – Scales**. 1979.

MORAIS, S. **Desenho Técnico Básico – 3**, Ed. Porto. Porto, Portugal. 26ª edição. 2017.

RIBEIRO, A.C., PERES, M.P., IZIDORO, N. **Curso de Desenho Técnico e Autocad**. Ed. Pearson, São Paulo, Brasil 2013.

SILVA, A. et al. **Desenho Técnico Moderno**. Ed. LTC. Rio de Janeiro. 2014.

TRIDENT. **Escalímetros Triangulares**. Disponível em: <<http://novo.trident.com.br/product/escalimetros-triangulares/>>. Acesso em julho de 2020.

USP. Museu de Arte de São Paulo. Disponível em: <<https://imagens.usp.br/?p=35199>>. Acesso em julho de 2020.

VEIGA DA CUNHA, L. **Desenho Técnico**. Fundação Calouste Gulbenkian. 14ª edição, 2008.

INTRODUÇÃO AO DESENHO SIMBÓLICO: DESENHO DE DETALHE E DE CONJUNTO – PERSPECTIVA EXPLODIDA

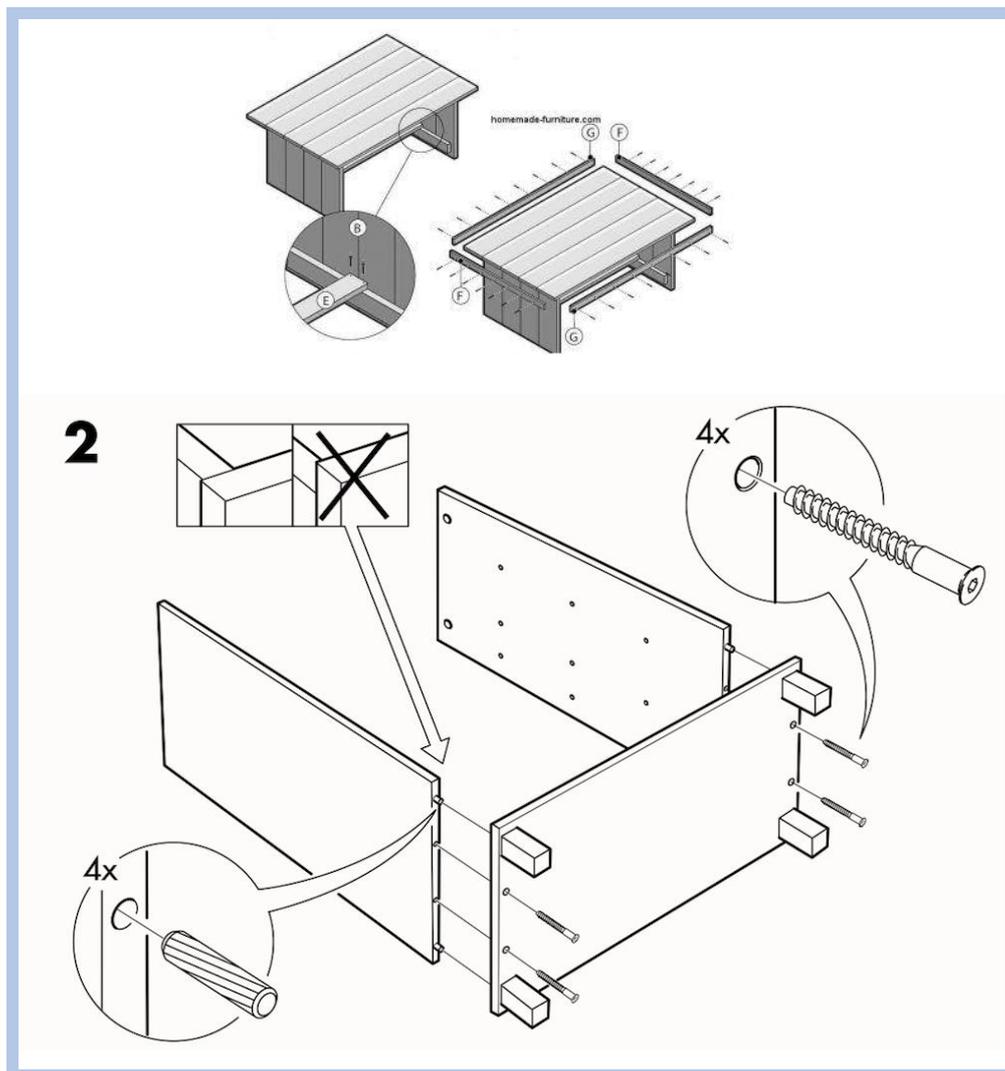
GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA

1	DESENHO DE DETALHE E DE CONJUNTO – PERSPECTIVA EXPLODIDA.....	105
2	CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS	106
3	DESENHO SIMBÓLICO	107
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

1 DESENHO DE DETALHE E DE CONJUNTO – PERSPECTIVA EXPLODIDA

O desenho de detalhe e de conjunto constitui uma importante forma de representação de uma peça. Denomina-se desenho de conjunto a apresentação da peça montada, podendo vir acompanhada de desenhos de detalhe. Na Figura 1, pode-se observar uma mesa montada (desenho de conjunto), a perspectiva explodida dessa mesa mostrando a sua montagem e o desenho de detalhe dessa montagem.

Figura 1 – Desenho de conjunto, detalhe e perspectiva explodida



Fonte: <https://homemade-furniture.com>

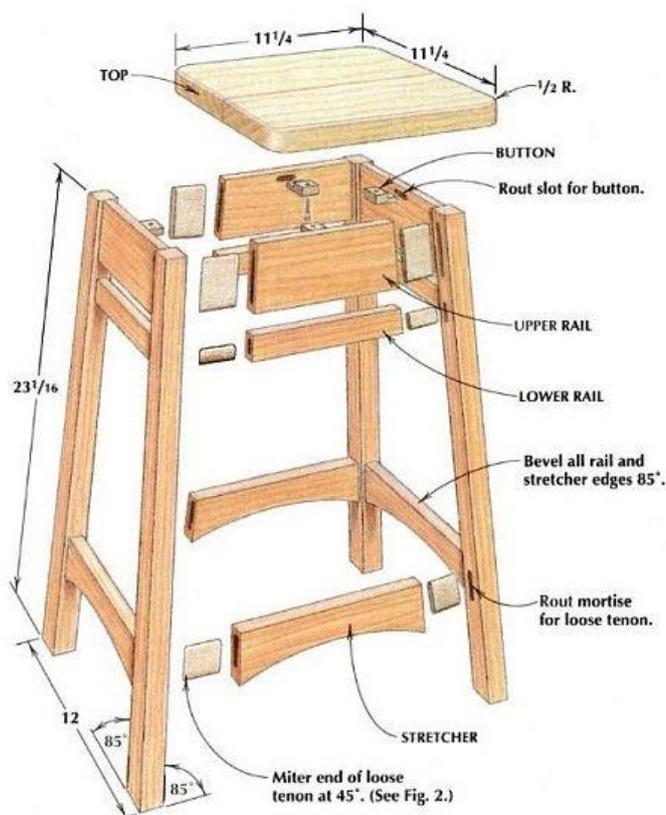
De acordo com Giesecke et al., um desenho de conjunto “mostra a máquina ou a estrutura montada, com todas as peças individuais em suas posições funcionais” (GIESECKE et al., 2002, pg. 389). Já os desenhos de detalhe, segundo o mesmo autor, “devem mostrar todas as informações necessárias para manufaturar a peça” (GIESECKE et al., 2002, pg. 388).

A representação da peça em perspectiva explodida é o tipo de desenho utilizado para mostrar uma sequência de montagem de diversas peças de um conjunto de algo manufaturado. Esse tipo de representação faz uso da perspectiva isométrica.

Na perspectiva explodida ou vista explodida, os componentes do objeto são apresentados separados por uma determinada distância ou, ainda, suspensos no espaço circundante, no caso de um desenho tridimensional. Isso proporciona ao leitor um melhor entendimento da peça e, conseqüentemente, da sua montagem.

Na Figura 2 observa-se a perspectiva explodida e um banco.

Figura 2 - Perspectiva explodida de um banco



Fonte: <https://www.woodworkingtalk.com>

2 CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS

Ao trabalhar com peças compostas por outras peças, deve-se ficar atento para alguns detalhes de representação gráfica, como vistas seccionadas, elementos de ligação e a itemização das peças. É preciso ficar atento para que a representação não induza ao erro, seja clara e de fácil entendimento com todas as informações necessárias. Para tanto, as normas técnicas ajudam a elaborar uma boa representação gráfica. São algumas dessas normas:

- NBR 13272 – Desenho técnico – elaboração das listas de itens
- NBR 13273 – Desenho técnico – Referência a itens
- NBR 12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico
- NBR 10126 – Cotagem em desenho técnico

3 DESENHO SIMBÓLICO

Ao elaborar um determinado desenho, muitas vezes se faz uso do desenho simbólico como forma de simplificar a representação gráfica sem perder as informações necessárias para seu entendimento e fabricação.

Um exemplo são as roscas e molas. A sua representação da forma real demandaria muito tempo e esforço do desenhista. As Normas Internacionais de Desenho Técnico recomendam que as mesmas sejam desenhadas de forma simbólica. Na Figura 3 é apresentada como exemplo a representação de um parafuso com o corpo rosqueado real e a representação na forma simbólica; na Figura 4, o mesmo é mostrado para uma mola.

Figura 3 – Desenho comparativo da rosca de um parafuso

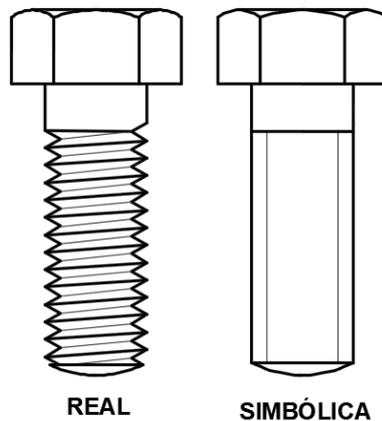
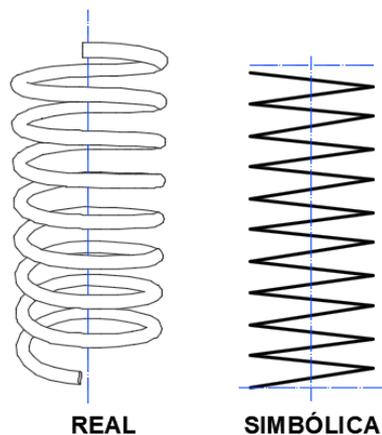


Figura 4 – Desenho comparativo de uma mola



Assim como a rosca do parafuso e a mola, diversos desenhos podem ser representados de forma simbólica para facilitar o trabalho do projetista sem perder a precisão, clareza de informações e representação gráfica correta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIESECKE, F.E., et al. **Technical Drawing With Engineering Graphics**. Ed. Prentice Hill. 14ª edição, 2012.

MALATESTA, Edijarme. **Curso Prático de Desenho Técnico Mecânico**. Ed. Prismática LTDA. São Paulo

DESENHO SIMBÓLICO: REBITE

*CLARISSA SARTORI ZIEBELL
GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA*

1	INTRODUÇÃO	110
2	DENOMINAÇÕES	110
3	REBITAGEM	112
4	REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA DOS REBITES NAS ESTRUTURAS	113
5	DETALHE SOBRE O FURO DO REBITE.....	115
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116

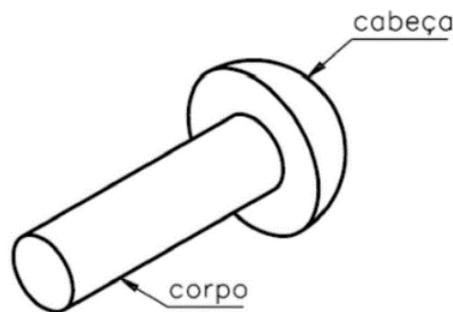
1 INTRODUÇÃO

O objetivo desse capítulo é apresentar a forma simbólica de representar rebites no desenho técnico, bem como as informações básicas sobre os mesmos.

Os rebites são elementos de ligação permanente. São cilindros de metal com uma cabeça em uma das extremidades. Quando colocados em posição, a cabeça oposta é formada por impacto (FRENCH, 2005). Eles unem peças ou chapas e são compostos por um corpo e uma cabeça (Figura 1) que podem apresentar diferentes formatos. São encontrados em diferentes tipos de materiais, sendo os mais comuns: aço, alumínio, latão ou cobre.

Rebites instalados em oficinas são chamados de rebites de oficina, e aqueles instalados em canteiro são chamados de rebites de campo (GIESECKE, 2002).

Figura 1 - Partes de um rebite



2 DENOMINAÇÕES

A Figura 2 apresenta dois tipos de rebites, onde:

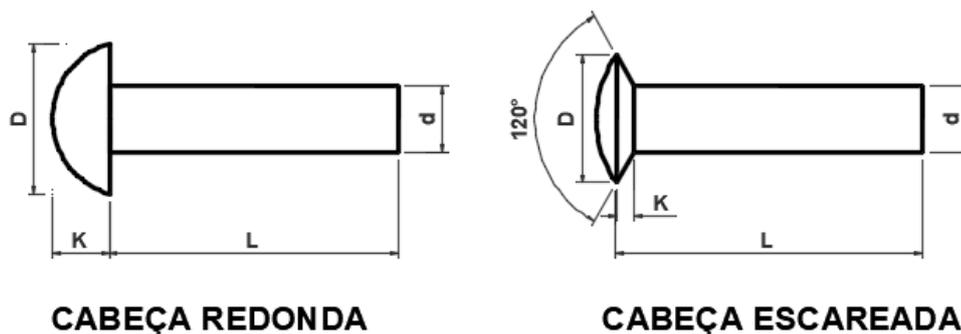
D = diâmetro da cabeça do rebite

d = diâmetro do corpo do rebite

L = comprimento nominal

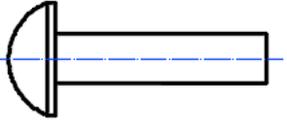
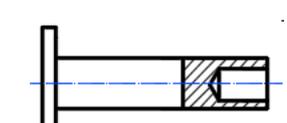
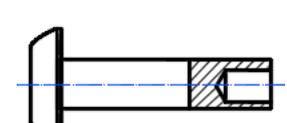
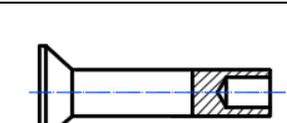
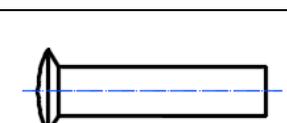
K = altura da cabeça

Figura 2 - Dois tipos básicos de rebites



A Tabela 1 apresenta a denominação dos rebites conforme a NBR 9580.

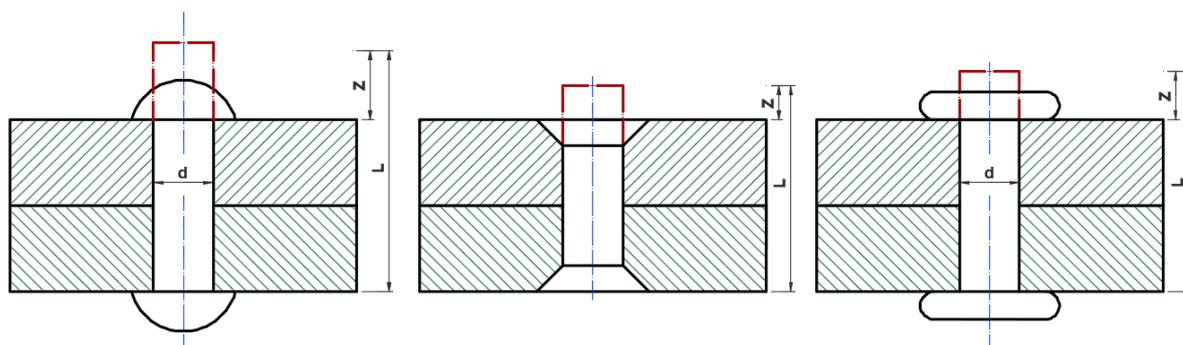
Tabela 1 - Denominações dos rebites

	Rebite com cabeça redonda
	Rebite com cabeça abaulada
	Rebite com cabeça cilíndrica
	Rebite com cabeça plana e haste semi-tubular
	Rebite com cabeça boleada plana e haste semi-tubular
	Rebite com cabeça escareada e haste semi-tubular
	Rebite com cabeça abaulada/escareada
	Rebite com cabeça chata/escareada e ponta de haste cônica (rebite para correias)

Fonte: NBR 9580

O rebite vem com uma cabeça e a sua instalação requer a formação da segunda cabeça. Sendo assim, seu comprimento de corpo deve ser maior que o comprimento das peças que serão unidas. A Figura 3 mostra três exemplos dessa situação.

Figura 3 – Excesso de material necessário para a formação da segunda cabeça do rebite



Onde:

d = diâmetro do rebite

L = comprimento útil

Z = excesso de material para formar a segunda cabeça

3 REBITAGEM

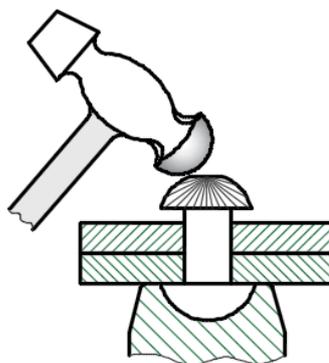
A rebitagem (formação da segunda cabeça) pode ser a quente ou a frio. A rebitagem a frio (manual ou mecânica) é indicada para diâmetros inferiores a 6,3 mm quando feito a mão e 10 mm se for feito a máquina.

A rebitagem a quente é feita em rebites com diâmetro superior a 6,35 mm, especialmente em rebites de aço.

3.1 Rebitagem manual

A segunda cabeça é feita através de martelamento, conforme Figura 4.

Figura 4 – Rebitagem manual



3.2 Rebitagem mecânica

Nesse caso é utilizada uma rebitadeira, também conhecida como martelo pneumático. No mercado é possível encontrar diversos tipos de rebitadeira (Figura 5).

Figura 5 - Rebitadeira



3.3 Rebitagem a quente

Consiste em aquecer o rebite até ele ficar incandescente. O rebite é introduzido na chapa e a segunda cabeça é moldada com equipamento especial.

4 REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA DOS REBITES NAS ESTRUTURAS

A fim de simplificar o desenho dos rebites utilizados em estruturas metálicas, a NBR 14611 (ABNT, 2000) define uma representação simbólica para furos, parafusos e rebites. Quando esses elementos se apresentam em um plano de projeção normal ao eixo, os símbolos que devem ser utilizados são os apresentados nas Tabelas Tabela 2 e 3. Para diferenciar um parafuso de um rebite, deve-se sempre iniciar a indicação de um parafuso com um prefixo mostrando o tipo de rosca, assunto tratado no Capítulo 10.

Tabela 2 - Símbolo para furo

Furo	Símbolo para furo			
	Não escareado	Escareado no lado próximo	Escareado no lado oposto	Escareado nos dois lados
Executado na oficina	+	✱	✱	✱
Executado no campo	⋈	⋈	⋈	⋈

Fonte: ABNT, pág. 2, 2000

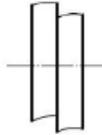
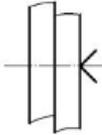
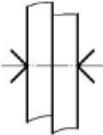
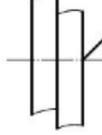
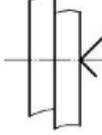
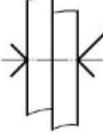
Tabela 3 - Símbolo para parafuso ou rebite

Parafuso ou rebite	Símbolo para parafuso ou rebite para montar no furo			Símbolo para rebite para montar em furo escareado nos dois lados
	Não escareado	Escareado no lado próximo	Escareado no lado oposto	
Montado na oficina				
Montado no campo				
Montado e furado no campo				

Fonte: ABNT, pág. 3, 2000

Quando os furos, parafusos e rebites se encontram sobre um plano de projeção paralelo aos eixos, deve-se adotar os símbolos das Tabelas 4 e 5. Com exceção do traço horizontal destes símbolos, que deve ser realizado em linha estreita, para todos os demais deve-se adotar a linha larga. Como exemplo de aplicação, pode-se observar a Figura 6, onde três perfis são conectados a uma chapa através de rebites do tipo “não escareado”.

Tabela 4 - Símbolo para furo em ordem de montagem

Furo	Símbolo para furo		
	Não escareado	Escareado em apenas um lado	Escareado nos dois lados
Executado na oficina			
Executado no campo			

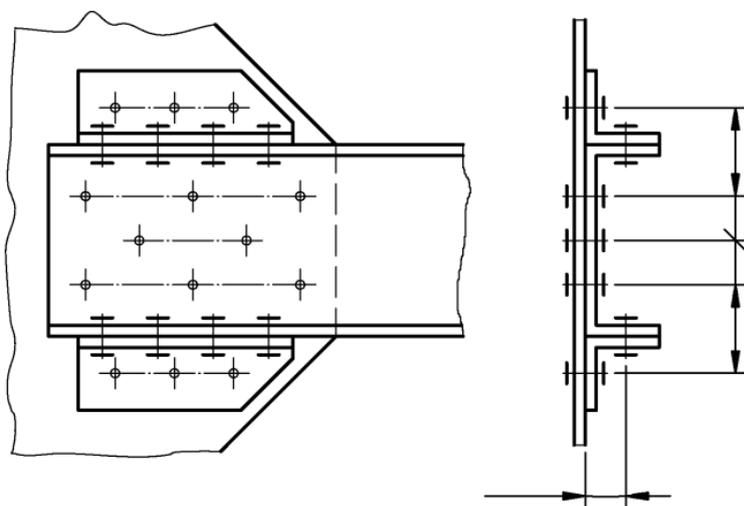
Fonte: ABNT, pág. 3, 2000

Tabela 5 - Símbolo para parafuso ou rebite em ordem de montagem

Parafuso ou rebite	Símbolo para parafuso ou rebite para montar no furo		Símbolo para rebite para montar em furo escareado nos dois lados	Símbolo para parafuso com o lado da porca designado (dois traços)
	Não escareado	Escareado em apenas um lado		
Montado na oficina				
Montado no campo				
Furado e montado no campo				

Fonte: ABNT, pág. 4, 2000

Figura 6 - Exemplo de Aplicação



Fonte: ABNT, 2000, pág. 4

5 DETALHE SOBRE O FURO DO REBITE

Para rebites de diâmetro superior a 6,35 mm que são rebitados a quente é importante lembrar que o diâmetro do furo tem que ser um pouco maior que o diâmetro do rebite. Isso se deve ao fato de que, ao introduzir o rebite incandescente e aplicar pressão para moldar a segunda cabeça, o corpo tende a se expandir, preenchendo e se moldando ao furo.

A título de curiosidade, o cálculo do diâmetro do furo é dado pela Equação 1.

$$dF = dR. 1,06$$

Equação 1 – Cálculo do diâmetro do furo

Onde:

dF = diâmetro do furo

dR = diâmetro do rebite

1,06 = constante pré-definida

Outros cálculos se fazem necessários no que tange o assunto de rebites, mas não são contemplados nesse capítulo por se tratar de desenho técnico focado em desenho simbólico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9580 – Rebites – Especificação**. Rio de Janeiro, ABNT, 2015.

DIN 101 - **Rivets - Technical specifications**, 2011.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14611 – Desenho técnico- Representação simplificada em estruturas metálicas**. Rio de Janeiro, ABNT, 2000.

DIN 29895-2 - **Aerospace - Alternative materials for fasteners - Solid rivets; Inactive for new design**

FRENCH, T; VIERCK, C. **Desenho técnico e terminologia gráfica**. Ed. Globo. 8ª edição, 2005, São Paulo.

GIESECKE, F.E., et al. **Technical Drawing With Engineering Graphics**. Ed. Prentice Hill. 14ª edição, 2012

RIBEIRO, A.C., PERES, M.P., IZIDORO, N. **Curso de Desenho Técnico e Autocad**. Ed. Pearson, São Paulo, Brasil 2013.

DESENHO SIMBÓLICO: ELEMENTOS DE LIGAÇÃO – PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS

*CLARISSA SARTORI ZIEBELL
GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA*

1	NORMAS RELACIONADAS	118
2	PARAFUSO	118
3	PORCAS E ARRUELAS	126
4	REPRESENTAÇÃO DE CONJUNTO PARAFUSO/PORCA/ARRUELA EM FURO ROSQUEADO.....	127
5	COMO DESENHAR UMA PORCA NO AUTO CAD – PASSO A PASSO.....	128
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131

1 NORMAS RELACIONADAS

Para cada tipo de parafuso existe uma norma específica que deve ser consultada:

- **ISO 6410-1/2/3:** Representação de roscas
- **NBR 8993:** Representação convencional de partes rosqueadas em desenho técnico.
- **NBR 12288:** Representação simplificada de furos de centro em desenho técnico.
- **NBR 5876:** Roscas - Terminologia.
- **NBR 11701:** Roscas - Tipos e aplicações

2 PARAFUSO

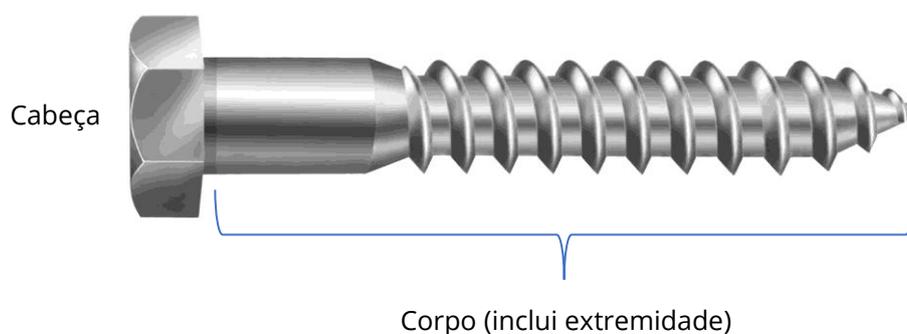
2.1 Introdução

Parafusos são elementos de fixação/ligação que são projetados para três aplicações básicas:

- unir peças;
- ajustar peças com referência entre si;
- transmitir esforços (GIESECKE et al., 2002).

Os parafusos são encontrados no mercado em diferentes tamanhos e formatos. São constituídos de duas partes básicas: cabeça e corpo (Figura 1). Como todo elemento de fixação ou reforço, não devem ser representados cortados longitudinalmente.

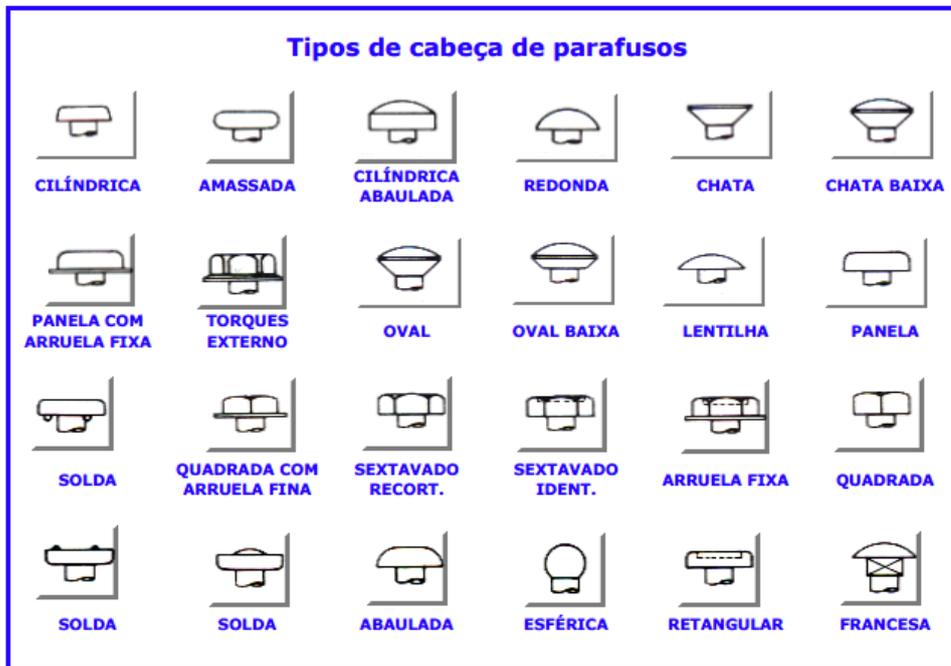
Figura 1 – Partes de um parafuso



2.2 Cabeça do parafuso

Os tipos de cabeça variam em função da finalidade do parafuso. Na Figura 2, são apresentados alguns exemplos de cabeças encontradas no mercado.

Figura 2 - Tipos de cabeças de parafusos



Fonte: <https://profuijaime.wixsite.com>, 2019

Os parafusos apresentam diferentes tipos de fendas. A Figura 3 apresenta alguns tipos existentes no mercado.

Figura 3 - Tipos de fendas em parafusos

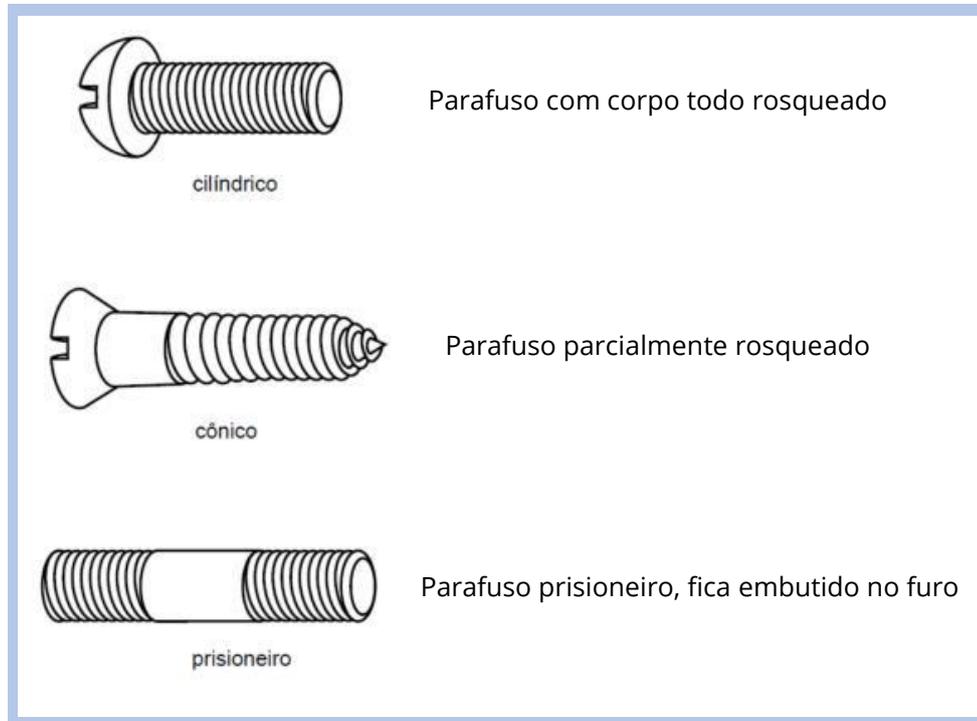
TORX									
	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T15	T20
	∅ 1,28mm	∅ 1,42mm	∅ 1,70mm	∅ 1,99mm	∅ 2,31mm	∅ 2,50mm	∅ 2,74mm	∅ 3,27mm	∅ 3,86mm
FENDA									
	∅ 1,5mm	∅ 2,0mm	∅ 2,5mm	∅ 3,0mm					
PHILLIPS									
	∅ 1,55mm	∅ 2,10mm	∅ 2,55mm	∅ 3,0mm					
ALLEN									
	∅ H0,9mm	∅ H1,3mm	∅ H1,5mm	∅ H2,0mm	∅ H2,5mm	∅ H3,0mm	∅ H4,0mm		
OUTRAS									
	∅ PENTALOBE 1,3 mm	∅ PENTALOBE 1,8mm	∅ TRI-WING 2,75mm	∅ SPANNER 2,5mm					

Fonte: <https://profuijaime.wixsite.com>, 2019

2.3 Corpo do parafuso

O corpo de parafuso inclui a sua extremidade. Pode ser rosqueado ou parcialmente rosqueado como mostra a figura 4.

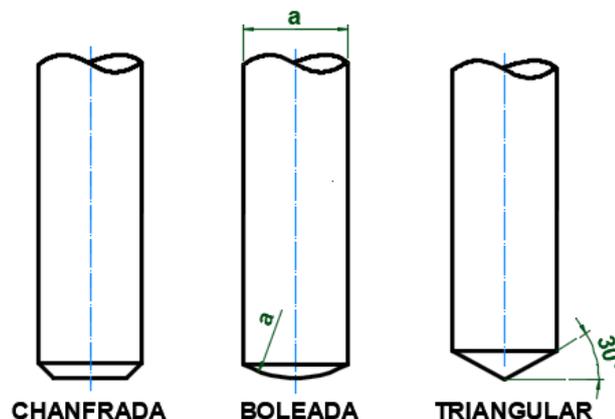
Figura 4 - Tipos de parafusos rosqueados



2.3.1 Extremidade do parafuso

A extremidade do parafuso faz parte do corpo e pode apresentar diferentes configurações conforme a finalidade à qual o parafuso se propõe. Na Figura 5 são apresentados três exemplos de extremidades de parafusos comuns no mercado.

Figura 5 - Exemplo de tipos de extremidades de parafusos



2.4 Roscas

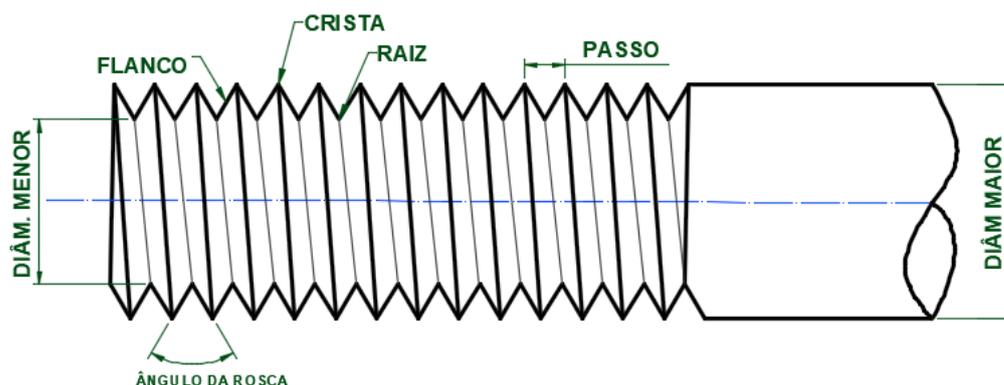
Segundo a NBR 5876, existem dois tipos de roscas: interna e externa. A rosca interna é aquela gerada na superfície interna de um cilindro. Como exemplos temos a rosca interna de uma porca e a rosca interna presente em tampas rosqueadas. A rosca externa, por sua vez, é aquela gerada na superfície externa de um cilindro. Como exemplos temos a rosca de um parafuso e a rosca de um pote cuja tampa é rosqueada.

2.4.1 Rosca externa

Verifica-se que existe uma terminologia própria de elementos considerados essenciais ao desenho. Esses elementos são: crista, raiz, passo, flanco, diâmetro maior e diâmetro menor (GIESECKE et al., 2002).

A rosca é considerada externa para parafusos conforme a Figura 6. Nessa figura, é possível observar os detalhes que compõem uma rosca.

Figura 6 - Rosca externa e denominações



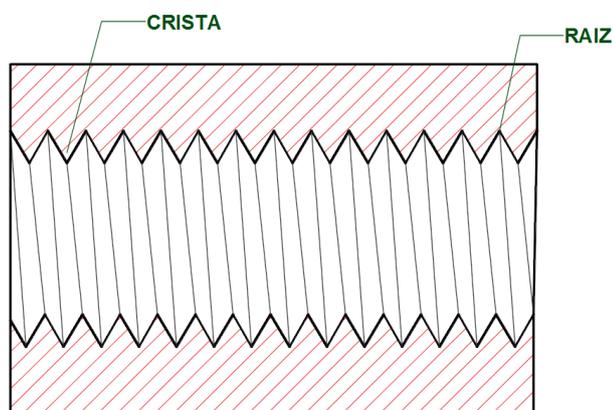
Na Figura 6, são observadas as seguintes terminologias:

- Passo: distância, medida em linha reta, entre um ponto do flanco da rosca e um ponto do flanco adjacente (de mesma altura).
- Ângulo da rosca (ou ângulo do filete da rosca): ângulo formado por dois flancos adjacentes (medido no plano axial).
- Diâmetro maior: diâmetro de um cilindro imaginário que tangencia as cristas da rosca externa.
- Diâmetro menor: diâmetro de um cilindro imaginário que tangencia as raízes da rosca externa.

2.4.2 Rosca interna

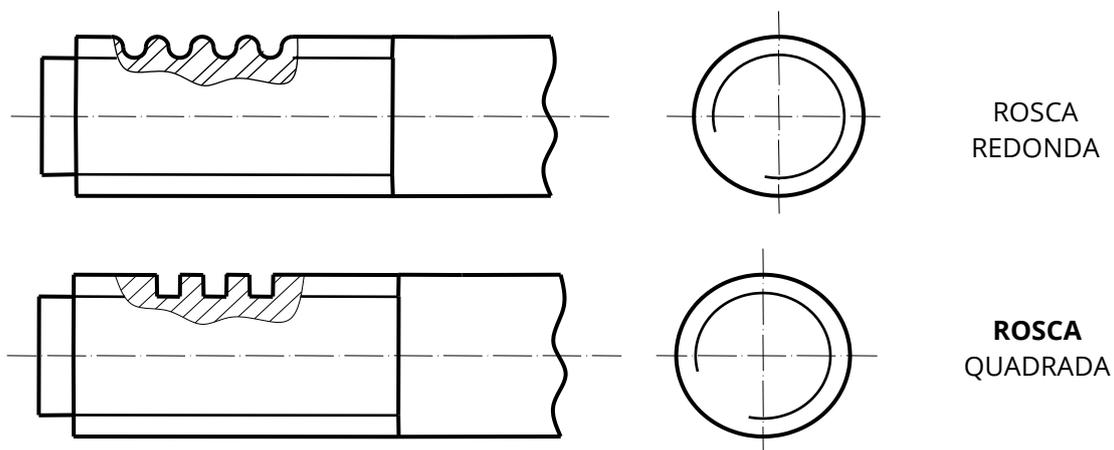
Roscas internas ficam dentro de furos rosqueado e porcas, conforme a Figura 7. Observe que a posição da crista e da raiz foram invertidas quando comparadas com a rosca do parafuso (externa).

Figura 7 - Rosca interna



Com exceção do filete de perfil triangular, os demais tipos de perfis de rosca devem ser detalhados através de cortes parciais na representação simplificada, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de detalhamento de perfis de rosca

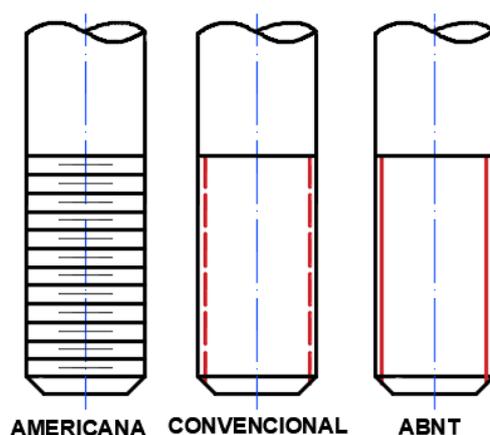


2.5 Representação simbólica de raiz e crista em parafusos

A crista é representada com linha larga e a raiz com linha estreita (vermelha) interrompida na sua vista transversal. Contudo, esse espaçamento não deve ser menor do que 0,7 mm, ou do que o dobro da espessura da linha da crista (considerar sempre a maior dimensão). Na vista lateral dessa rosca, a raiz deve ser representada por uma circunferência parcial de linha contínua estreita, cujo comprimento deve ser de aproximadamente $\frac{3}{4}$ da circunferência (Figura 9).

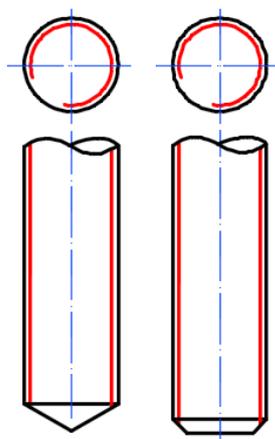
A Figura 9 apresenta 3 desenhos simbólicos de crista e raiz em parafusos segundo as normas.

Figura 9 – Representação de crista e raiz de um parafuso parcialmente rosqueado



A representação da extremidade do parafuso independe do tipo como mostra a Figura 10.

Figura 10 – Representação de crista e raiz na vista inferior do parafuso



2.6 Representação simbólica de raiz e crista em furos

Existem quatro tipos de furos em peças que normalmente serão fixadas com parafusos. Quanto à profundidade do furo, pode-se ter furos passantes e não passantes. Quanto à rosca interna do furo, pode-se ter furos rosqueados e não-rosqueados (ou lisos). Para a representação da espessura dos traços da rosca, deve-se salientar que a crista da rosca do furo é desenhada em traço largo, enquanto a sua raiz é desenhada em traço estreito.

Os furos seguem a representação apresentada na Figura 11.

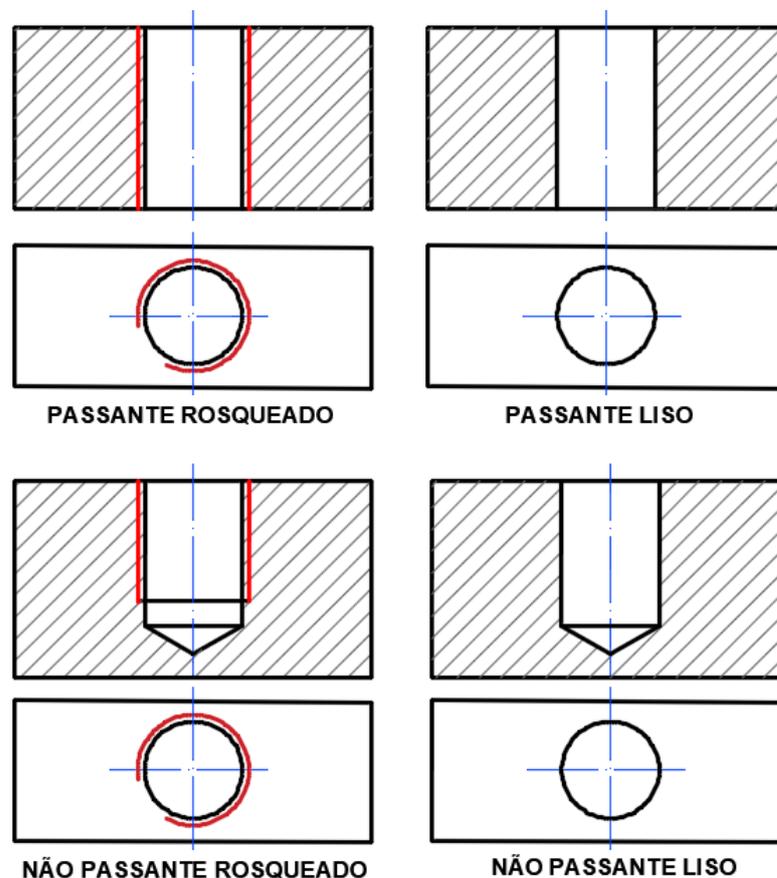


ATENÇÃO

Observe que nos furos rosqueados a hachura vai até a linha da crista, devido à rosca ser feita no próprio material da peça.

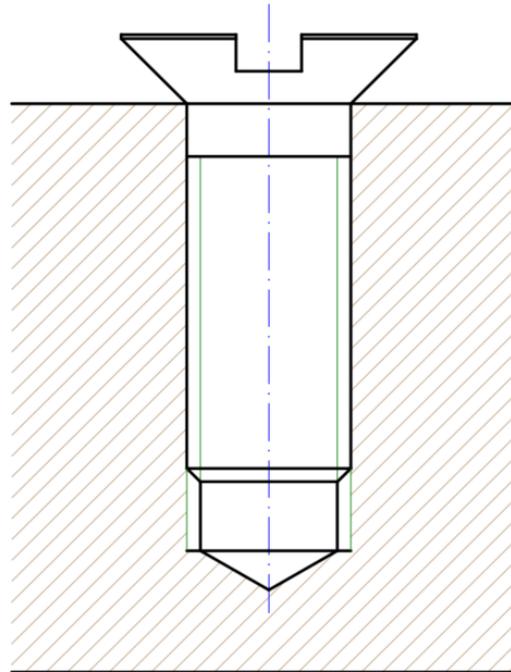
A profundidade do furo, ao contrário do parafuso, não inclui a extremidade triangular. Essa extremidade triangular se deve à extremidade da broca utilizada para fazer o furo. (linha de 30°).

Figura 11 – Representação dos furos rosqueados e lisos



Quando temos parafuso rosqueado em furo também rosqueado, o “desenho” que predomina é do parafuso, conforme a Figura 12.

Figura 12 - Representação de parafuso rosqueado em furo rosqueado

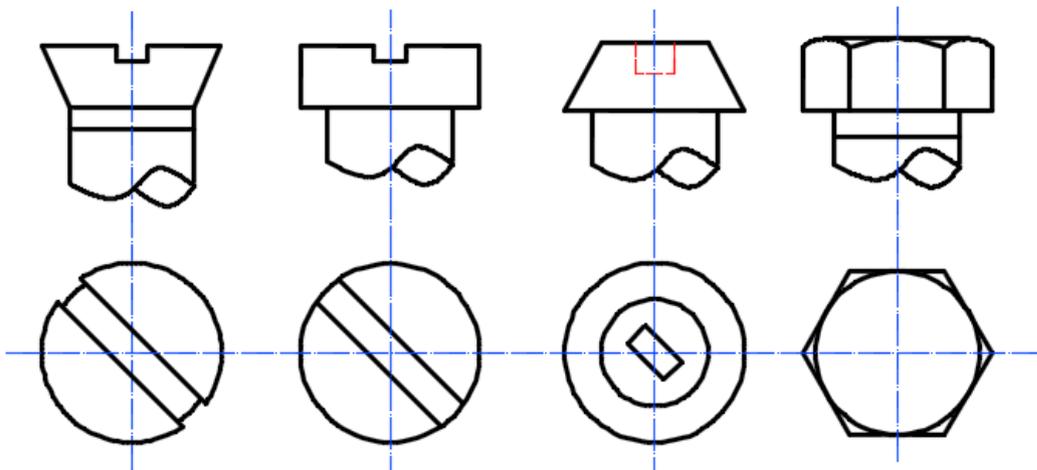


Lembrando, como visto no Capítulo 5, que o parafuso, ao ser cortado longitudinalmente, não deve ser hachurado, mas será hachurado quando for cortado transversalmente.

2.7 Representação das cabeças de parafusos

Na Figura 13 são apresentados alguns exemplos de representação de cabeça de parafuso. Observe que na vista anterior as fendas são representadas de frente, enquanto na vista superior elas são representadas a 45°. Outro detalhe é que na representação em vista superior da cabeça do parafuso evita-se colocar crista e raiz. Isso é para que a representação gráfica fique mais clara e limpa.

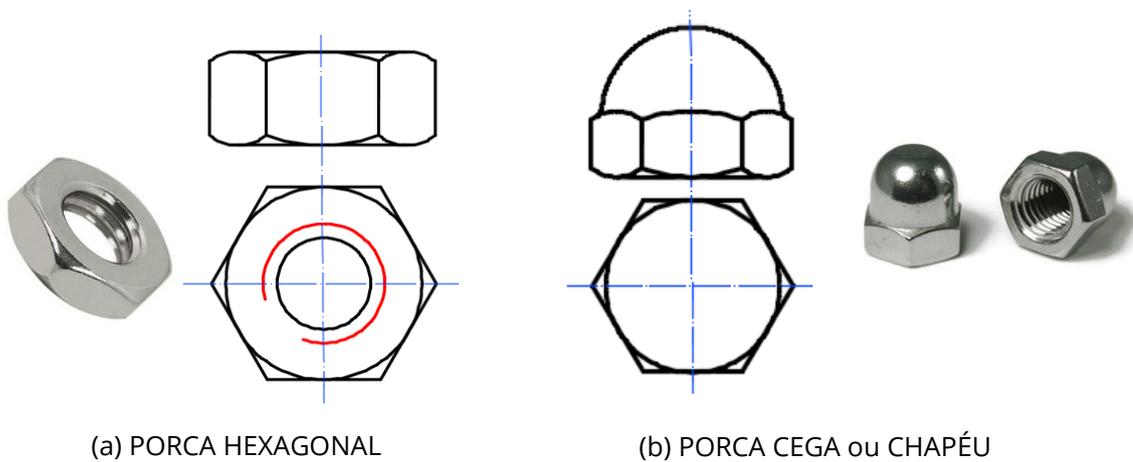
Figura 13 - Representação em vista de cabeças de parafusos



3 PORCAS E ARRUELAS

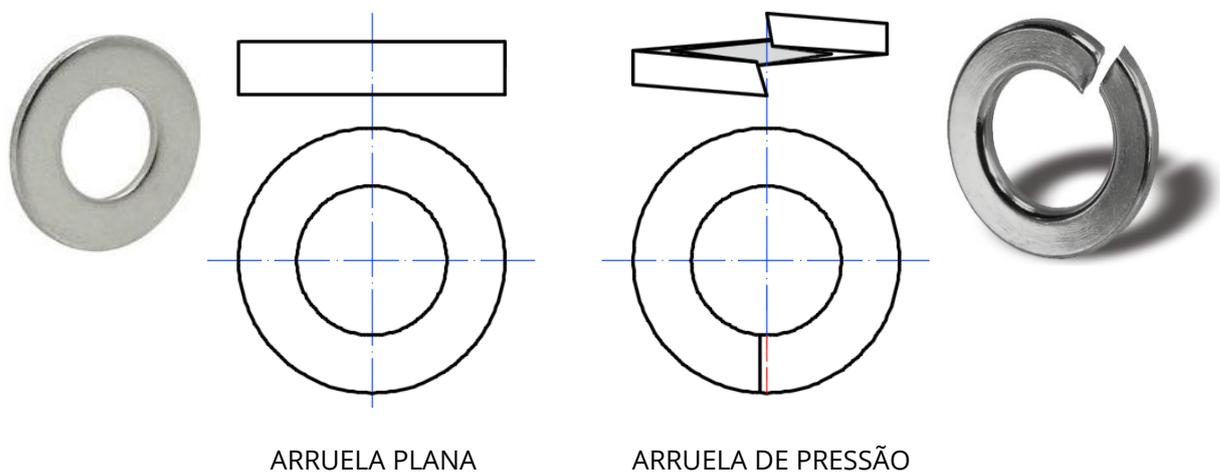
Porcas e arruelas fazem parte dos elementos de ligação e acompanham os parafusos, sendo encontrados diversos tipos no mercado. As mais comuns são as porcas hexagonais (com ou sem encontro esférico) e as porcas cegas, também chamadas de porcas chapéu (Figura 14-b). Observe que na representação em vista da porca a crista e a raiz só aparecem na vista superior da porca hexagonal, conforme a Figura 14-a.

Figura 14 - Representação em vista de porca hexagonal e porca cega/chapéu.



As arruelas ou anilhas têm a função de distribuir igualmente a força do aperto entre a porca e as partes envolvidas. Também podem atuar como elementos de trava. Quando apresentadas em desenho de conjunto cortado, podem ser apresentadas **cortadas ou em vista**. Na Figura 15 são apresentados dois exemplos de arruelas: plana e de pressão.

Figura 15 - Arruela plana e de pressão



4 REPRESENTAÇÃO DE CONJUNTO PARAFUSO/PORCA/ARRUELA EM FURO ROSQUEADO

Até agora, as roscas internas e externas foram tratadas de maneira separada. Contudo, muitas vezes no Desenho Técnico se faz necessário desenhar os elementos em conjunto. Nesses casos, as roscas internas e externas se sobreporão. Para compreender esta situação, basta imaginar uma tampa rosqueada em um pote (Figura 16), ou uma porca rosqueada no parafuso (Figura 17). Quando essas situações ocorrem, as roscas externas devem cobrir as roscas internas (Figuras 18 e 19).

Figura 16 - Pote e tampa com rosca



Figura 17 - Conjunto de parafuso e porca

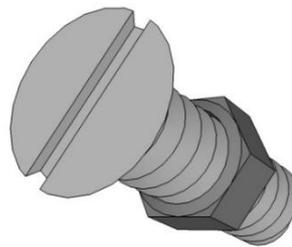


Figura 18 - Pote e tampa em corte

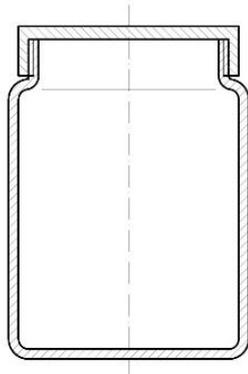
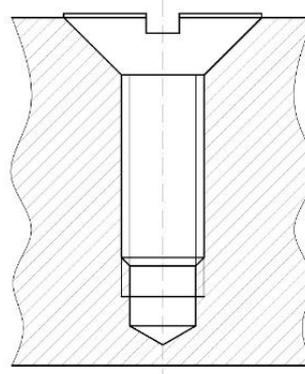
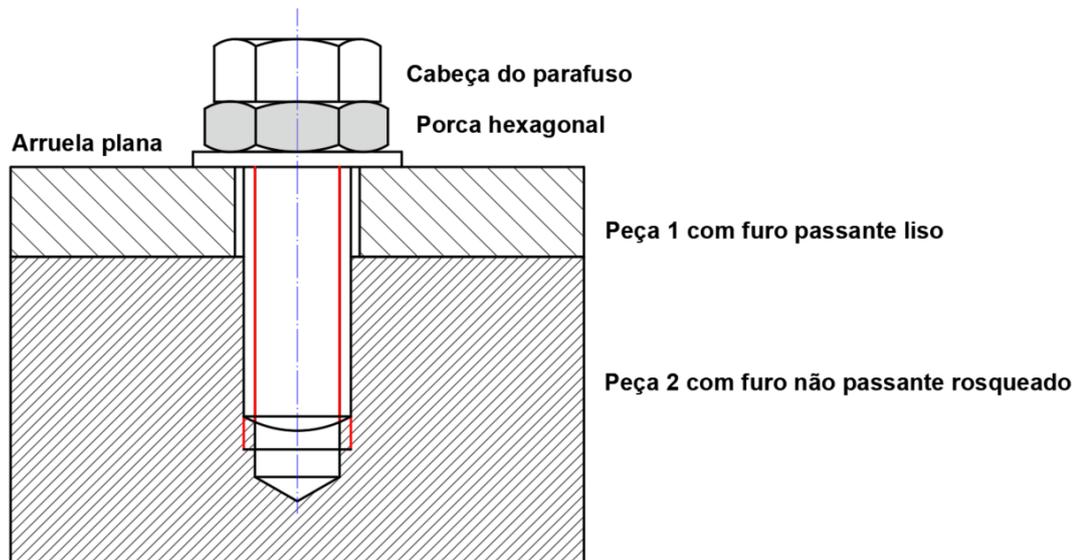


Figura 19 - Parafuso e furo com rosca



No desenho de conjunto em vista anterior, as porcas e arruelas são desenhadas em vista sem linhas não visíveis nem raiz. Independentemente da vista, predomina sempre o traço do parafuso como pode ser observado na Figura 20.

Figura 20 – Desenho de conjunto



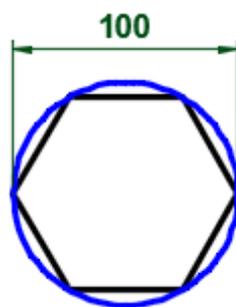
ATENÇÃO

Observe que as linhas de crista e de raiz aparecem invertidas no final do furo. Isso acontece porque no conjunto parafuso/furo predomina a representação do parafuso. Note também que na representação da vista anterior da porca e da arruela não aparecem linhas de representação de crista nem de raiz.

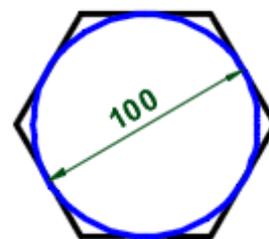
5 COMO DESENHAR UMA PORCA NO AUTO CAD – PASSO A PASSO

Primeiro vamos esclarecer o que é um polígono inscrito e um circunscrito.

Figura 21 – Diferença entre polígono inscrito e polígono circunscrito



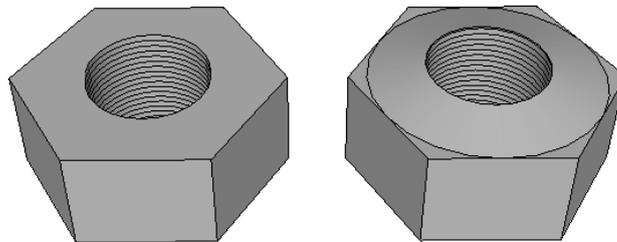
INSCRITO



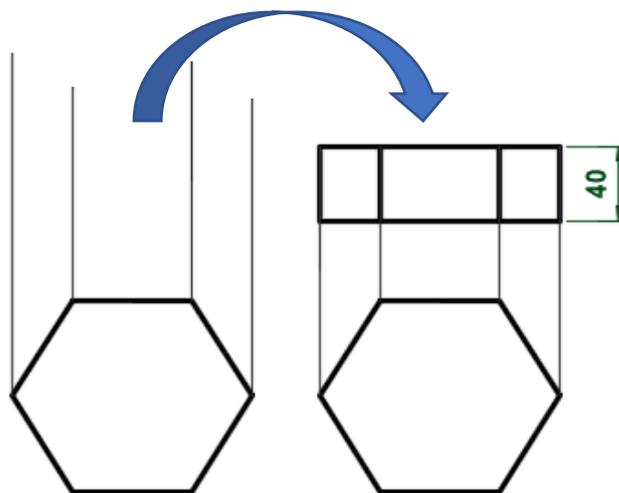
CIRCUNSCRITO

Para desenhar uma porca no AUTOCAD vamos considerar que ela terá um raio de 59 (inscrito) com furo de raio 25, uma raiz de 3,5 e altura de 40 com ambos os lados desbastados. Preparar o *layer* visível (linha larga), o *layer* raiz (linha estreita) e os *layers* eixo e cotas (linha estreita).

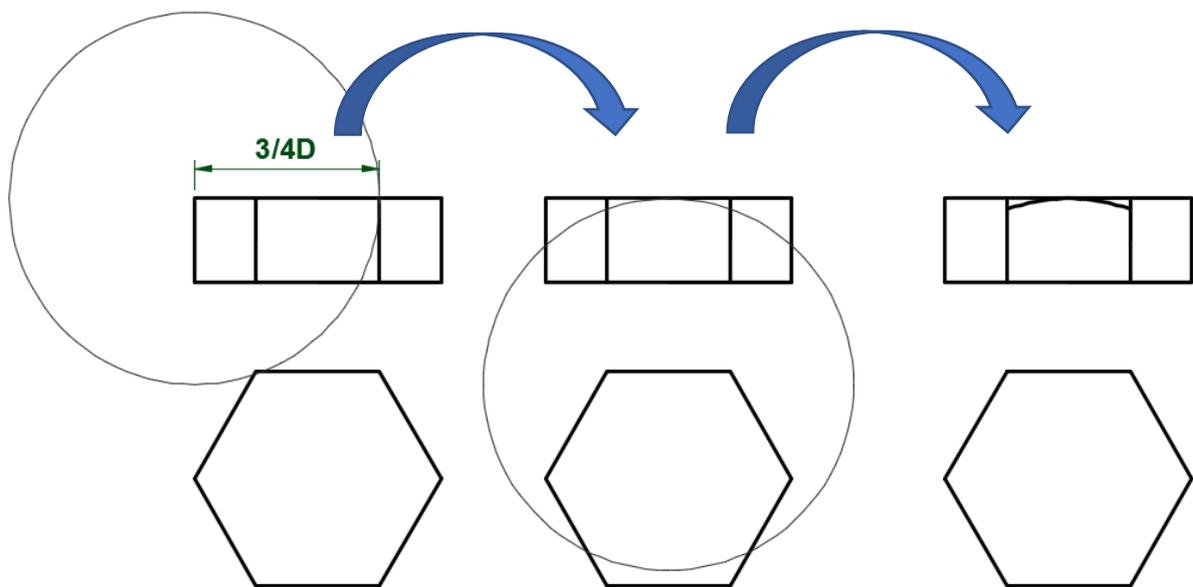
Figura 22 - Porca sem e com os cantos desbastados



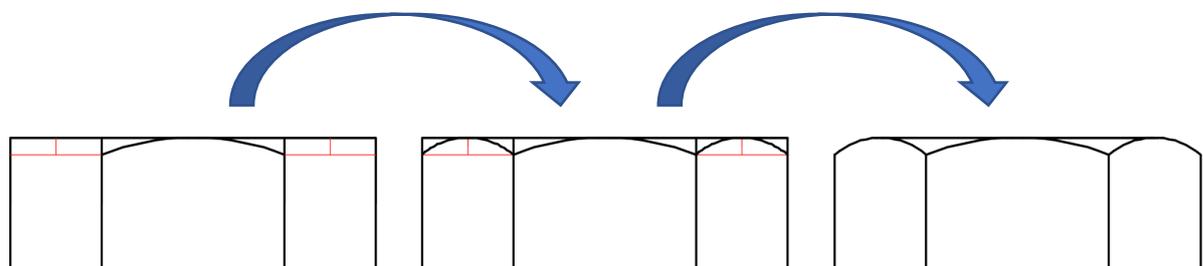
Passo 1: fazer um polígono de 6 lados inscrito (vista superior), puxar os alinhamentos e iniciar a vista anterior.



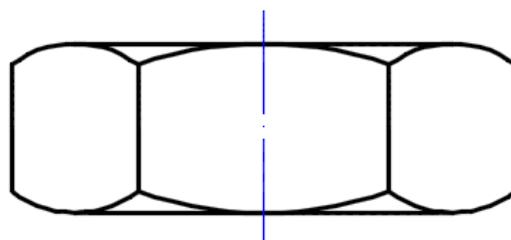
Passo 2: fazer um círculo com centro em uma das extremidades com raio $r=3/4D$. Posteriormente mover o círculo com o *base point* no quadrante do círculo até o *midpoint* da aresta superior da porca.



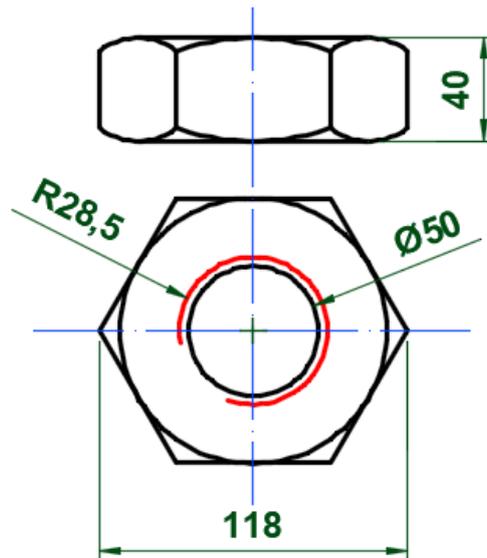
Passo 3: fazer linhas de construção nas laterais (vermelha) para fazer os arcos (comando *arc 3 points*) das extremidades. Finalizar retirando as linhas excedentes.



Passo 4: repetir o processo anterior para a parte inferior da porca ou utilizar o comando *mirror*.



Passo 5: finalizar a vista superior com os dados fornecidos anteriormente e cotar.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VEIGA DA CUNHA, L. **Desenho Técnico**. Fundação Calouste Gulbenkian. 14^o edição, 2008.

GIESECKE, F.E., et al. **Technical Drawing With Engineering Graphics**. Ed. Prentice Hill. 14^o edição, 2012

MORAIS, S. **Desenho Técnico Básico** – 3, Ed. Porto. Porto, Portugal. 26^o edição. 2017.

RIBEIRO, A.C., PERES, M.P., IZIDORO, N. **Curso de Desenho Técnico e Autocad**. Ed. Pearson, São Paulo, Brasil 2013.

DESENHO SIMBÓLICO: CANALIZAÇÕES

PAULETE FRIDMAN SCHWETZ

1	INTRODUÇÃO	133
2	REPRESENTAÇÃO DOS PRINCIPAIS DISPOSITIVOS.....	134
3	REPRESENTAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE JUNÇÃO	135
4	REPRESENTAÇÃO DE CONJUNTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS	137
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139

1 INTRODUÇÃO

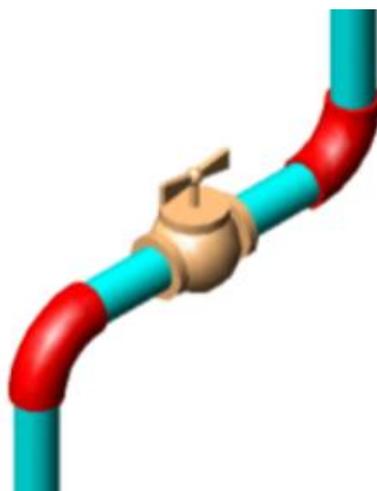
Nos trabalhos que envolvem os conhecimentos tecnológicos de Engenharia e Arquitetura, a possibilidade da implementação de boas ideias depende de cálculos exaustivos, estudos de viabilidade econômica e análise de riscos que, na maioria dos casos, são resumidos em desenhos que representam o que deve ser executado ou construído.

Todo o processo de desenvolvimento e criação está intimamente ligado à Expressão Gráfica. O Desenho Técnico é a ferramenta que permite que ideias concebidas por um profissional das áreas de Engenharia e Arquitetura sejam executadas por terceiros com rigor geométrico, de forma completa e sem qualquer ambiguidade.

Um exemplo de aplicação do Desenho Técnico em projetos é a representação do desenho de canalizações em instalações prediais. As redes de canalizações que alimentam os chamados aparelhos sanitários, nos locais das edificações que o projeto arquitetônico define, são constituídos por partes principais ligadas à rede geral de abastecimento de água na área em que a edificação se insere. Delas, partem as derivações necessárias a cada aparelho sanitário, cuja alimentação é comandada pelo usuário através do acionamento de válvulas. O desenho de instalações deve, portanto, ser explícito em todos esses aspectos (SILVA, 2011).

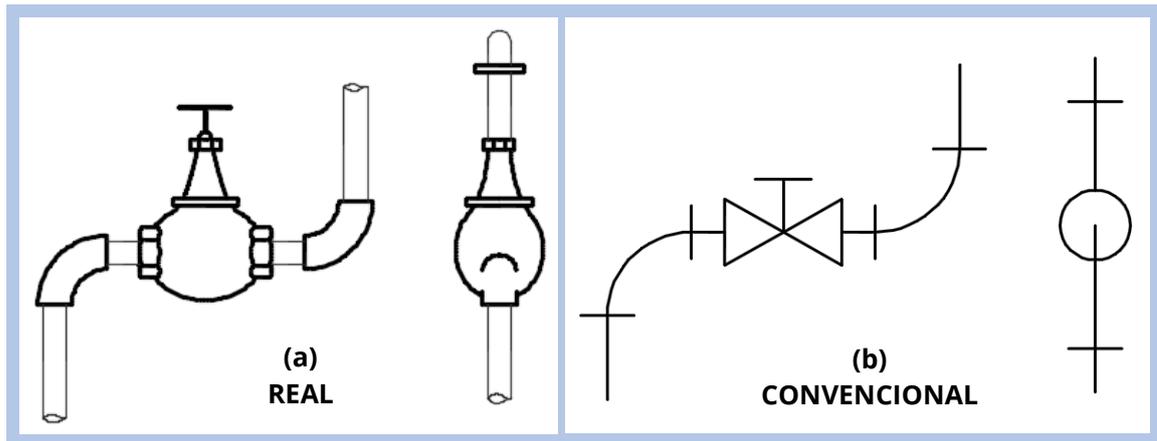
Tradicionalmente, esse projeto é representado sobre plantas de arquitetura sem cotagem. Em função dos elementos que compõem esse desenho possuírem uma representação exata muito trabalhosa, dispendendo muito tempo para sua execução, os mesmos são representados através de uma simbologia. A Figura 1 apresenta a perspectiva de um exemplo de canalização.

Figura 1 - Perspectiva de uma canalização



Essa canalização é a apresentada na Figura 2-a na sua forma Real, enquanto que na Figura 2-b sua representação é feita através de símbolos, também chamada Representação Convencional

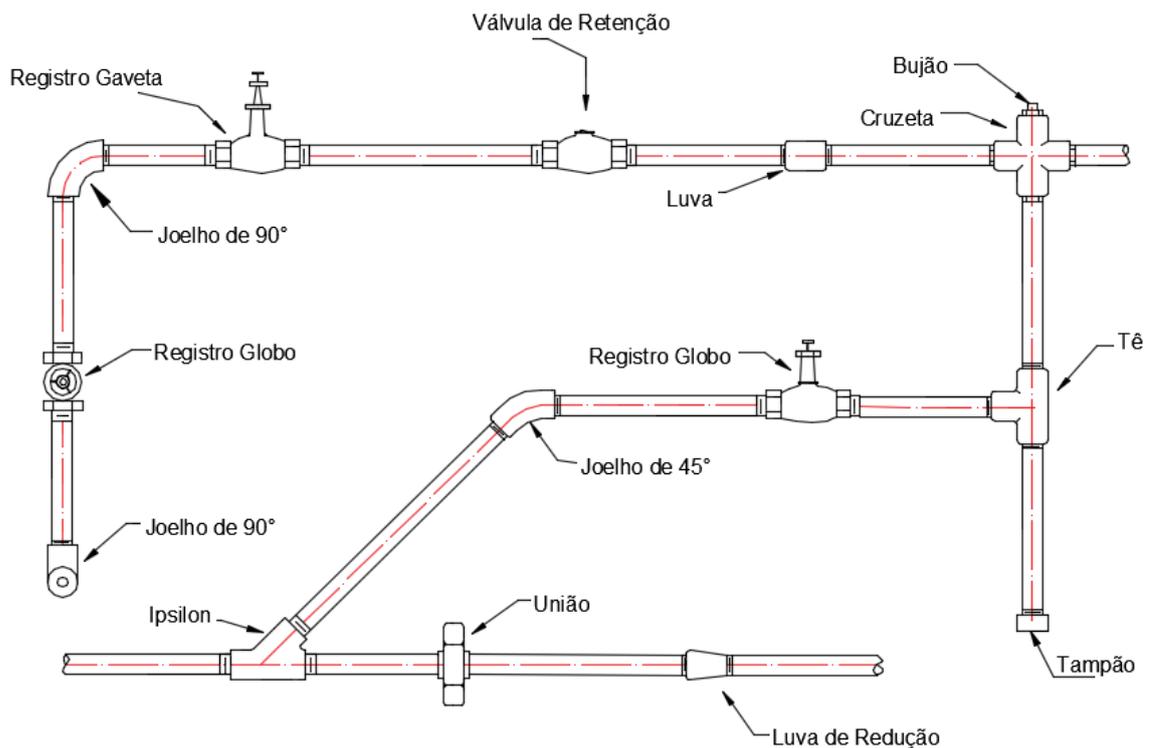
Figura 2 - Formas de representação de uma canalização



2 REPRESENTAÇÃO DOS PRINCIPAIS DISPOSITIVOS

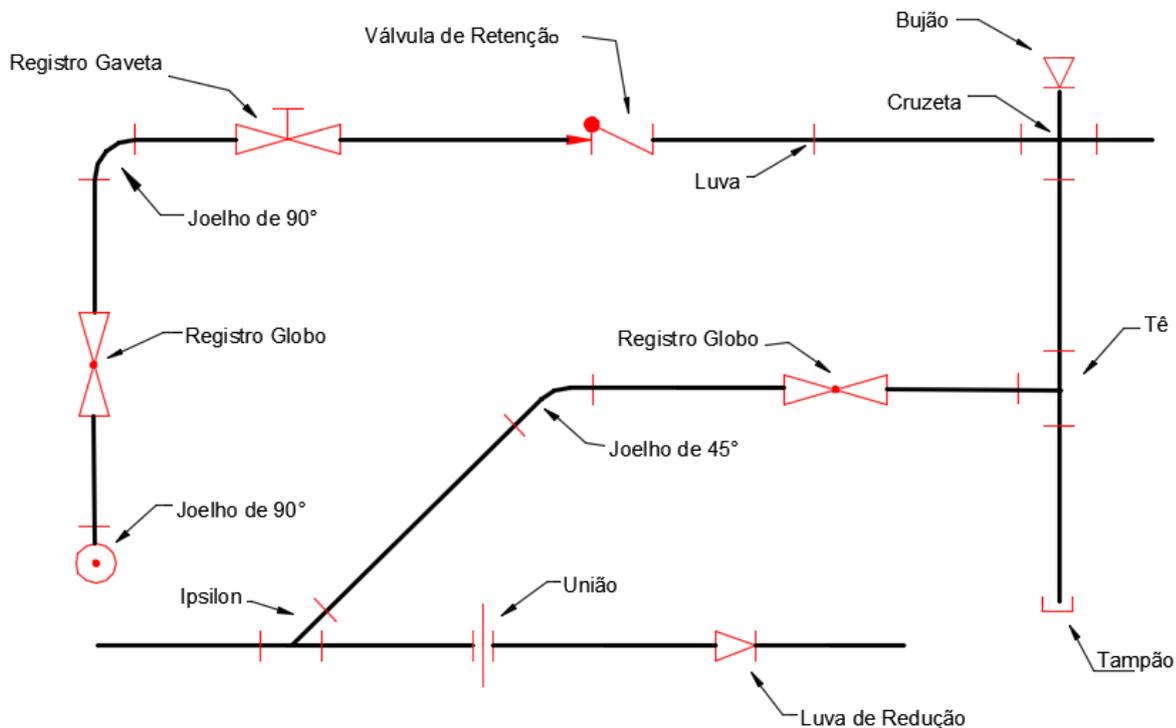
As canalizações apresentam inúmeros dispositivos que são representados no desenho técnico de forma esquemática. Não existem normas brasileiras que recomendem as simbologias a serem adotadas na representação de canalizações, podendo a mesma variar conforme o projetista. Conseqüentemente, torna-se indispensável a utilização de uma legenda dos símbolos adotados nas pranchas de desenho. Na utilização de recursos computacionais, é recomendado criar e trabalhar com bibliotecas de blocos disponíveis no mercado. A Figura 3 apresenta exemplos de dispositivos usuais de um projeto de canalização predial em sua forma Real.

Figura 3 - Representação dos dispositivos em sua forma Real



A Figura 4 apresenta os mesmos dispositivos da Figura 3, mas na forma convencional ou simbólica.

Figura 4 - Representação dos dispositivos usuais em sua forma Convencional

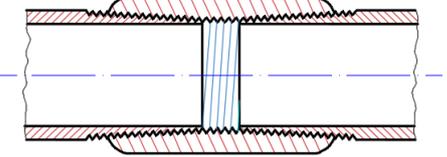
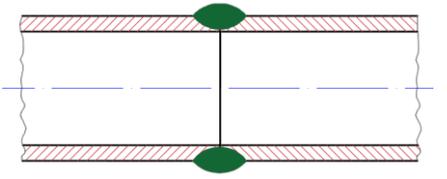
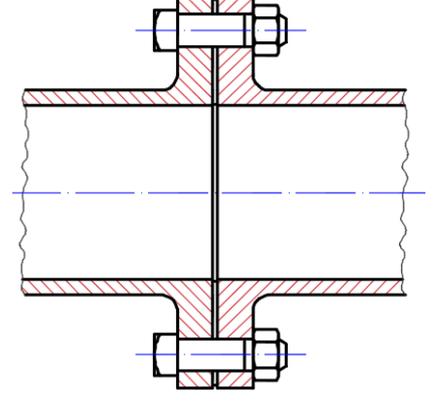
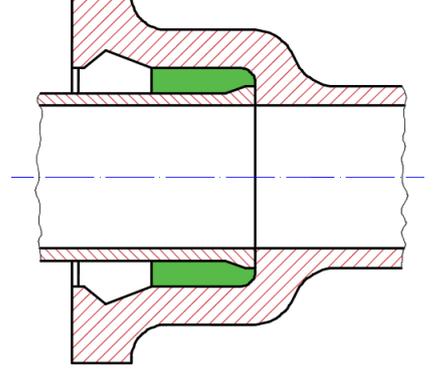
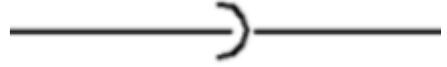


Através da representação simbólica é possível desenvolver desenhos técnicos complexos de projetos de canalizações de forma ágil e precisa. É importante salientar que, por se tratarem de símbolos, suas dimensões devem ser proporcionais ao tamanho do desenho, aconselhando-se que essa decisão seja tomada a partir da experiência de cada projetista.

3 REPRESENTAÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE JUNÇÃO

A união entre as canalizações também é realizada através de símbolos de dispositivos específicos. As principais formas de junção podem ser visualizadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Principais tipos de junção e sua representação

DISPOSITIVO	REPRESENTAÇÃO	
	Real (linha dupla)	Simbólica (linha simples)
Rosca ou Cola		
Solda		
Flange		
Ponta e Bolsa		

4 REPRESENTAÇÃO DE CONJUNTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS

A complexidade do fenômeno físico do escoamento em pressão no interior de tubulações obriga a consideração de cuidadosos critérios de traçado e dimensionamento de canalização de instalações prediais. O desenho de instalações, cuja maior importância se reporta ao traçado em planta, deve, portanto, ser criteriosamente realizado (SILVA, 2011).

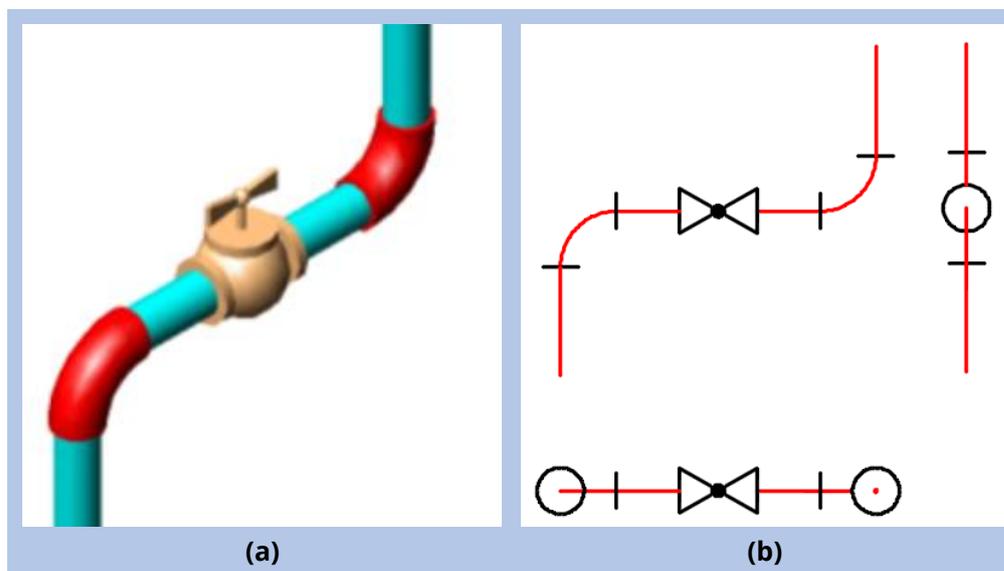
A representação das canalizações pode ser feita de duas formas distintas e complementares. Uma delas é realizada através de Vistas Ortográficas e a outra é feita utilizando-se uma perspectiva isométrica simplificada denominada Estereograma.

4.1 Vistas Ortográficas

A representação em vistas ortográficas não é a mais usual nem a mais simples de ser gerada. Contudo, deve ser compreendida. A complexidade da representação em vistas decorre do fato de a maioria das canalizações ser implantada sob diferentes paredes, pisos e lajes, fazendo com que tenhamos um emaranhado de linhas em cada uma das vistas. Soma-se a isto o fato da tubulação ser representada como uma pequena circunferência quando vista transversalmente.

A Figura 5 mostra a representação de parte de uma canalização. A Figura 5-a apresenta uma canalização em perspectiva com representação Real. Na Figura 5-b é representada a mesma canalização através de vistas ortográficas (Vista Anterior, Vista Superior e Vista Lateral Esquerda). Essa canalização é composta por um registro globo, quatro tubulações (uma vertical inferior, uma horizontal à esquerda do registro globo, uma horizontal à direita do registro globo e uma vertical superior) e dois joelhos de 90°.

Figura 5 – (a) Perspectiva Real de uma canalização e (b) Representação da canalização através de Vistas Ortográficas



Observando a Vista Anterior (VA), verifica-se a representação em linha simples da canalização, dos joelhos (através dos arcos e das linhas transversais que indicam a emenda ou junção) e do registro.

A Vista Superior (VS), alinhada com a Vista Anterior, representa as canalizações verticais através de duas circunferências. Porém, a representação das duas circunferências é diferente. Pode-se verificar que a canalização representada à esquerda possui uma linha que parte de seu centro, enquanto que a da direita possui apenas um ponto no seu centro. **Essa diferença reside no fato de que, na VS, não é possível visualizar o interior da canalização à esquerda, enquanto que o interior da canalização à direita é visível.** Observa-se, ainda, que os joelhos não são representados na VS. Isto ocorre porque os joelhos não aparecem em verdadeira grandeza nessa vista.

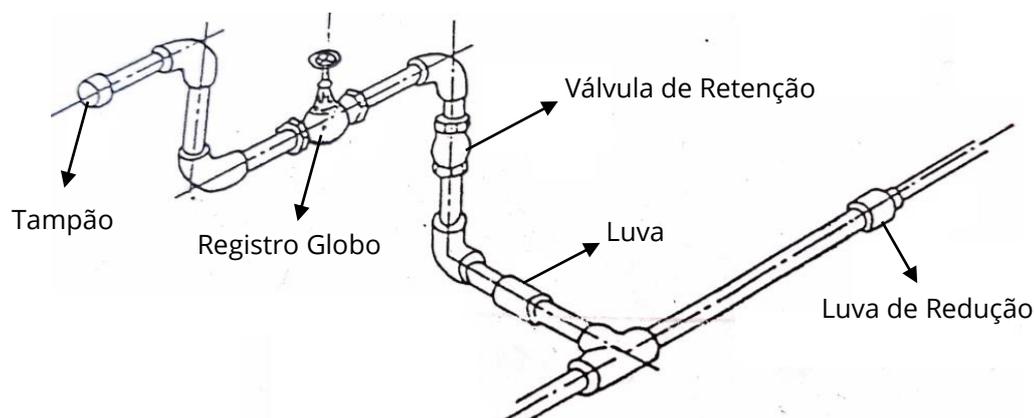
Na Vista Lateral Esquerda (VLE), a canalização horizontal é representada através de uma circunferência. Da mesma forma que na VS, a canalização que se sobrepõe (neste caso, a vertical inferior) se estende até o centro da mesma. É possível constatar, ainda, que o registro tipo globo não está representado, uma vez que o mesmo não aparece em verdadeira grandeza nessa vista.

4.2 Estereograma

O Estereograma é a representação da rede de abastecimento através de uma perspectiva isométrica simplificada sem escala, ou seja, uma perspectiva onde os eixos X, Y e Z são apresentados de forma planificada e com o mesmo fator de redução. Esse tipo de representação é utilizado quando a edificação apresenta muitos pisos, derivações e, em geral, mais de uma coluna de abastecimento.

O objetivo do Estereograma é explicitar a configuração da rede, auxiliando na quantificação de dispositivos acessórios e de ligação das tubulações. Na Figura 6 é possível visualizar parte de um projeto de canalizações em perspectiva isométrica com representação Real.

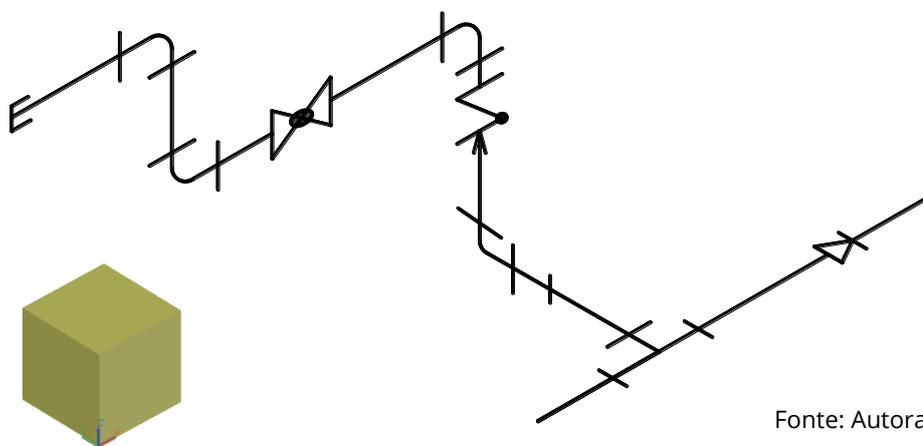
Figura 6 - Projeto de Canalizações em Perspectiva Isométrica com representação real



Analisando a Figura 7, observa-se que o Estereograma é uma representação simbólica, onde os diversos elementos são dispostos em uma perspectiva isométrica simplificada. Verifica-se, ainda, que a representação dos elementos de ligação deve obedecer a direção do eixo isométrico ao qual estiverem mais próximos. A posição do elemento é de escolha do projetista. A canalização é representada com uma linha de traço largo, posicionada no eixo da tubulação, e os elementos, representados através de símbolos, também obedecem a orientação dos eixos isométricos.

Na Figura 7, o mesmo projeto é representado no formato Estereograma.

Figura 7 – Projeto de Canalizações em Estereograma



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, L.V. **Desenho Técnico**. 15. Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

SILVA, A.; RIBEIRO, C.T.; DIAS, J. **Desenho Técnico Moderno**. 4. Ed. Rio de Janeiro, 2006.

DESENHO SIMBÓLICO: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

*CLARISSA SARTORI ZIEBELL
DANIEL GARCIA*

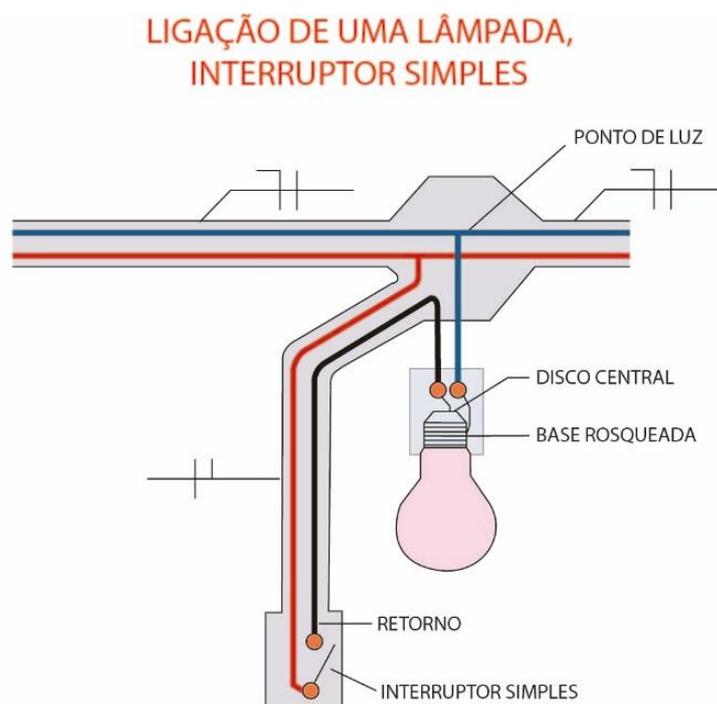
1	INTRODUÇÃO	141
2	PRINCIPAIS DISPOSITIVOS E REPRESENTAÇÃO	142
3	PASSO A PASSO PARA A REPRESENTAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS	144
4	FIOS FASE, NEUTRO E RETORNO	145
5	CIRCUITOS	147
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	148

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar duas diferentes linguagens de representação de instalações elétricas prediais. Para tanto, inicialmente faz-se necessário conhecer os princípios básicos de funcionamento de um circuito elétrico. É importante ressaltar que neste livro não serão abordados aspectos referentes ao projeto e dimensionamento de instalações elétricas, mas apenas a forma de representação usual das mesmas.

Para que uma lâmpada acenda, é necessário que a instalação elétrica tenha três fios condutores: um fase, um retorno e um neutro. O fio fase é aquele que liga a fonte de energia a um determinado ponto elétrico, como um interruptor, por exemplo. O fio retorno é aquele que liga o interruptor à lâmpada, e o neutro é aquele que liga a lâmpada à fonte de energia. Ao se fechar ou abrir o circuito, ligando ou desligando o interruptor, a lâmpada acende ou apaga, respectivamente (Figura 1).

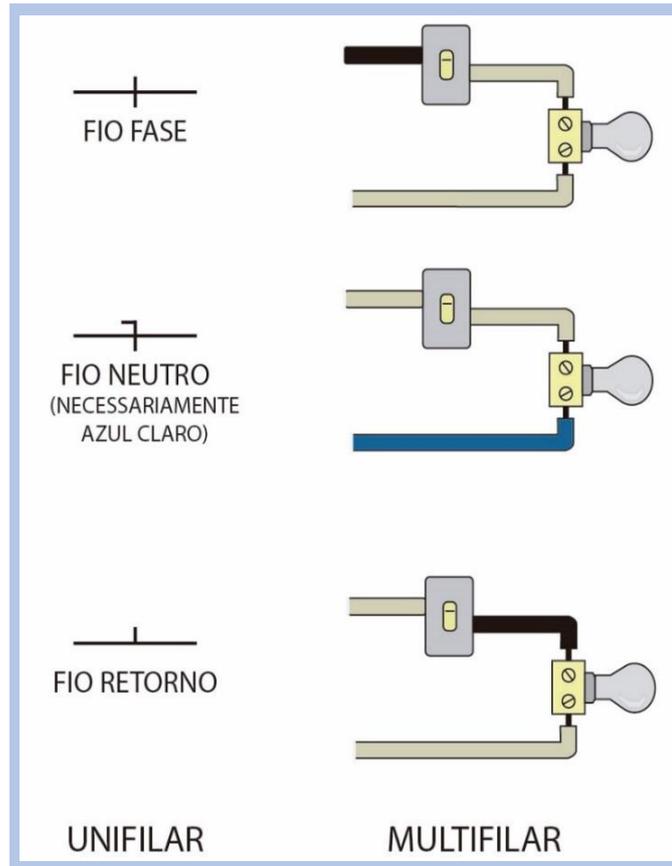
Figura 1 - Esquema de funcionamento de um circuito monofásico com uma lâmpada e um interruptor



A representação de uma instalação elétrica pode ser realizada através das seguintes linguagens:

- multifilar: todos os objetos que compõem a instalação devem ser representados, tornando sua representação próxima do produto final.
- unifilar: os objetos da instalação são representados através de símbolos, conforme a NBR 5444 (ABNT, 1988) (Figura 2).

Figura 2 - Representações unifilar e multifilar



2 PRINCIPAIS DISPOSITIVOS E REPRESENTAÇÃO

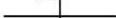
De maneira geral, a norma NBR 5444 (ABNT, 1989) tem como símbolos de representação dos diversos componentes de um circuito elétrico figuras geométricas, como por exemplo:

- linhas, geralmente arqueadas, representam o eletroduto;
- o círculo pode representar um ponto de luz ou um interruptor;
- o triângulo equilátero representa as tomadas.

A simbologia gráfica utilizada em Desenho Técnico para o desenho de instalações elétricas prediais, conforme NBR 5444 (ABNT, 1989), é apresentada de forma resumida na Figura 3. A representação simbólica das tomadas também é diferenciada segundo a altura de instalação das mesmas. Tomadas baixas são as mais comuns, enquanto tomadas médias são empregadas em cozinhas, banheiros e áreas de serviço. Já as tomadas altas são utilizadas geralmente para instalações de ar-condicionado. Importante ressaltar que as hachuras dos interruptores e do ponto de luz na parede não fazem parte do símbolo, sendo apenas uma referência da posição do símbolo em relação à parede. O

ponto de luz fluorescente possui uma representação simbólica alongada, de forma a considerar, para efeito de projeto e desenho, sua verdadeira posição em planta.

Figura 3 – Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais

SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS - NBR 5444	
	Tubulação no piso
	Tubulação no teto
	Condutor neutro
	Condutor fase
	Condutor de retorno
	Interruptor Tree-Way (hotel)
	Interruptor de 1 seção
	Interruptor de 2 seções
	Interruptor de 3 seções
	Caixa de passagem no teto
	Ponto de luz no teto
	Ponto de luz na parede
	Ponto de luz fluorescente no teto
	Tomada baixa = 30cm
	Tomada média = 120cm
	Tomada alta = 200cm
	Caixa para medidor
	Quadro Painel CD (Centro de Distribuição)
	Quadro Geral (Caixa de Distribuição)

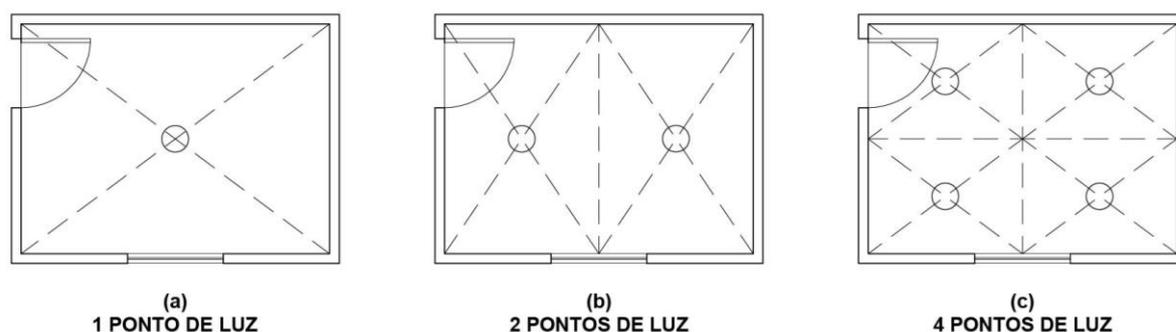
Fonte: NBR 5444 (ABNT, 1989)

3 PASSO A PASSO PARA A REPRESENTAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

A representação das instalações elétricas prediais na linguagem unifilar é desenvolvida sobre um desenho de planta baixa. Inicialmente, devem ser feitos a identificação e posicionamento dos principais dispositivos elétricos (pontos de luz, tomadas, interruptores, caixa e centro de distribuição).

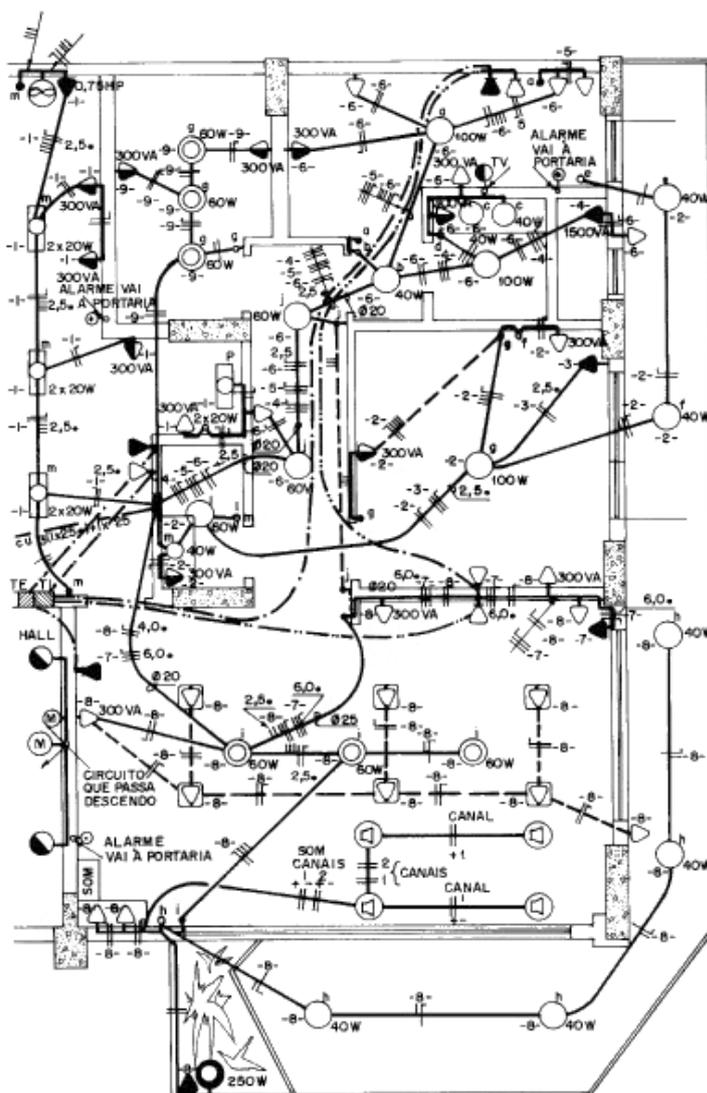
Os pontos de luz de teto devem ser posicionados, quando não há uma indicação específica para o mesmo, no centro geométrico do cômodo. Este centro pode ser identificado através de linhas que partem do canto do cômodo até seu extremo diagonal. A Figura 4-a indica, no cruzamento das linhas tracejadas, o centro geométrico de uma sala. Já as Figura 4-b e Figura 4-c mostram quais devem ser os procedimentos para a instalação de mais de um ponto de luz no mesmo cômodo. Neste caso, é necessário inicialmente dividir o cômodo em porções iguais, segundo a quantidade de pontos de luz. Na sequência, deve-se proceder, para cada região demarcada, da mesma forma que na implantação de apenas um ponto de luz.

Figura 4 - Definição do centro geométrico para 1, 2 e 4 pontos de luz



Símbolos de tomadas e interruptores devem ser posicionados rentes à linha da parede. Os símbolos podem apresentar informações adicionais como potência, tensão, identificação, etc., conforme a Figura 5. Depois disso, deve-se identificar a posição dos eletrodutos, que consistem em canalizações nas quais a fiação é inserida. Os eletrodutos são posicionados junto às lajes e na parte interna das paredes. Existem também eletrodutos externos. É comum apresentar os eletrodutos posicionados na laje através de linhas arqueadas. Este recurso torna mais visível o eletroduto, destacando-o das linhas retas do projeto arquitetônico.

Figura 5 - Exemplo de planta baixa de instalações elétricas



Fonte: NBR 5444 (ABNT, 2005, pág. 9).

Finalmente, deve-se proceder a identificação da fiação: neste passo basta identificar simbolicamente as representações dos fios neutro, fase e retorno. Havendo diferentes circuitos no desenho, os mesmos devem ser convenientemente identificados através de numeração crescente (Figura 5).

4 FIOS FASE, NEUTRO E RETORNO

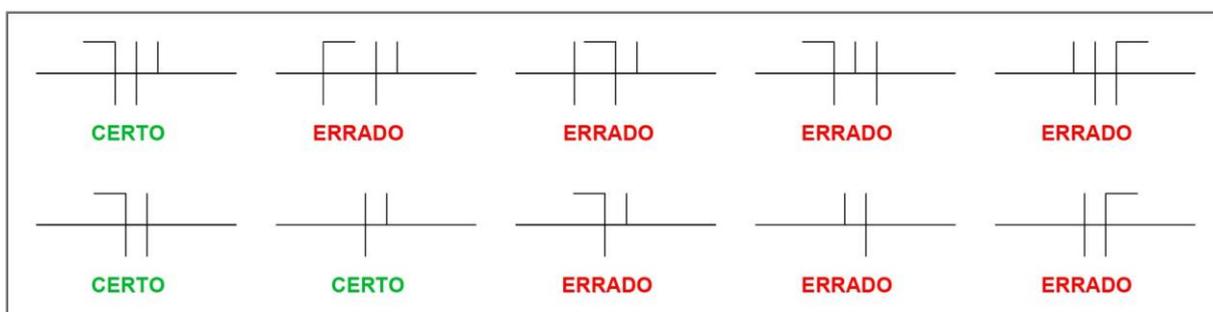
Os fios neutro, fase e retorno possuem simbologia conforme apresentado na Figura 5. É importante saber aplicar corretamente a simbologia. Os cuidados que devem ser tomados referem-se a:

- sequência
- orientação
- conexão ao ponto de luz

4.1 Sequência

A representação dos fios neutro, fase e retorno apresenta uma sequência única. O fio neutro deve preceder todos os demais e o fio fase precede o fio retorno. As sequências corretas e incorretas são apresentadas na Figura 6.

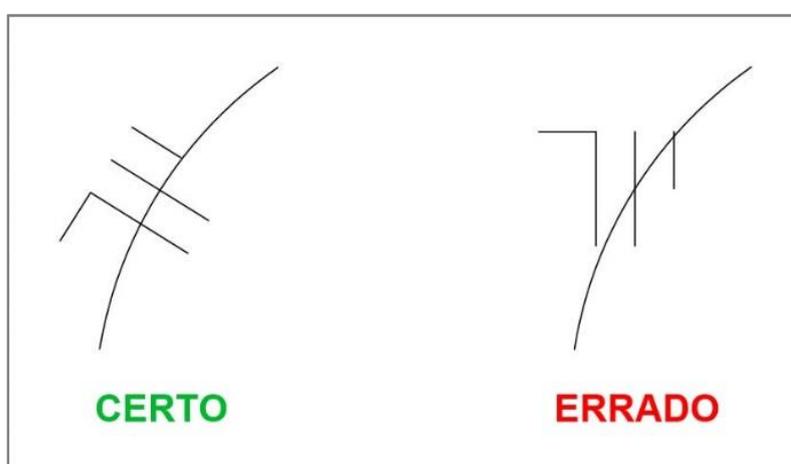
Figura 6 – Sequência de simbologia dos fios condutores



4.2 Orientação

Outro cuidado que deve ser tomado é quanto à perpendicularidade da simbologia dos fios em relação à linha de eletroduto. A Figura 7 mostra a posição válida e inválida.

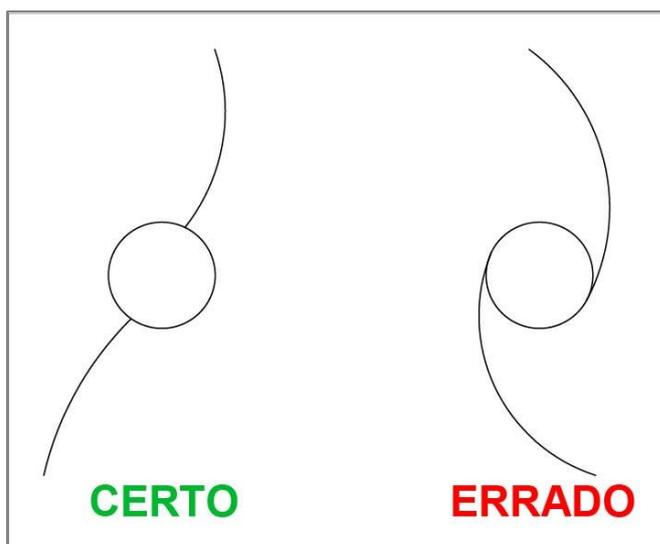
Figura 7 – Orientação da simbologia dos fios condutores



4.3 Conexão ao Ponto de Luz

Por fim, a conexão aos pontos de luz deve ser feita de forma perpendicular ao eletroduto. A caixa de ponto de luz é octogonal, permitindo a conexão de até oito eletrodutos. Contudo, a conexão de vários eletrodutos em um ponto de luz não é recomendada, pois cria um ponto de baixa resistência na laje. A Figura 8 indica como deve ser representada a conexão do eletroduto ao ponto de luz.

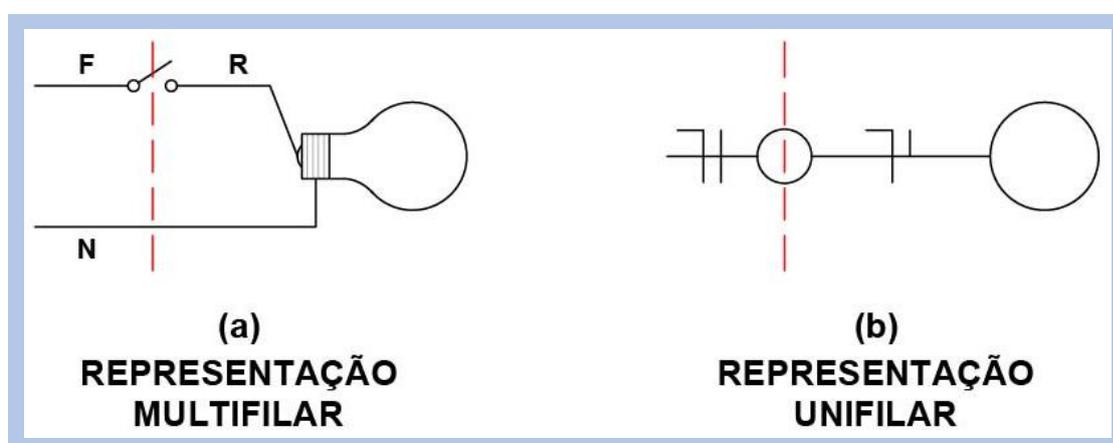
Figura 8 - Conexão aos pontos de luz



5 CIRCUITOS

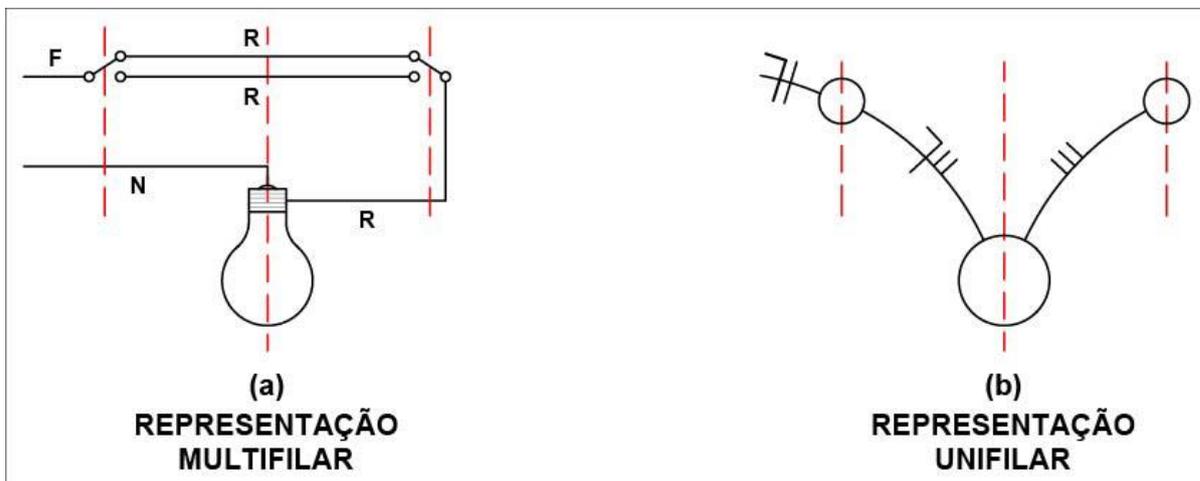
Geralmente, em residências, temos circuitos monofásicos (1 fase e 1 neutro). Já em instalações industriais, podemos ter circuitos bifásicos e trifásicos. Um exemplo de circuito monofásico, com um interruptor e uma lâmpada, pode ser observado na Figura 9-a, na linguagem multifilar, e na Figura 9-b, na linguagem unifilar. Na Figura 9-a e na Figura 9-b uma linha tracejada indica a posição do interruptor. O fio fase, por questão de segurança, não deve ser conectado diretamente à lâmpada. Desta forma, o fio fase chega ao interruptor, de onde parte o fio de retorno até a lâmpada. O circuito é fechado através do fio neutro. Sempre teremos os fios fase e neutro chegando nas tomadas.

Figura 9 - Exemplo de circuito com interruptor e lâmpada



Existem também circuitos mais complexos como, por exemplo, o circuito tipo hotel (Figura 10). Este circuito é empregado em grandes corredores onde se deseja ingressar em uma das extremidades, ligando a luz através de um primeiro interruptor, e sair por outra, desligando a luz através de um segundo interruptor.

Figura 10 - Exemplo de circuito tipo hotel



REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5444 – Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais**. Rio de Janeiro, ABNT, 1989.