

Prof. Dr. Roberto Alcarria do Nascimento
Ms. Luís Renato do Nascimento

Desenho Técnico

Conceitos teóricos, normas técnicas e aplicações práticas



editora
VIENA

1ª Edição
Bauru/SP
Editora Viena
2014

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	13
1. ELEMENTOS BÁSICOS DO DESENHO TÉCNICO.....	15
1.1. Ponto.....	17
1.2. Linha.....	17
1.3. Reta, Semirreta e Segmento de Reta.....	18
1.4. Posições da Reta no Espaço.....	18
1.5. Plano e Suas Posições no Espaço.....	19
1.6. Retas Contidas em um Mesmo Plano.....	20
2. FIGURAS GEOMÉTRICAS.....	23
2.1. Figuras Geométricas Planas.....	25
2.2. Figuras Geométricas Tridimensionais.....	27
3. SISTEMAS PROJETIVOS DE REPRESENTAÇÃO.....	35
3.1. Conceito de Projeção.....	37
3.2. Sistema de Projeção Cônica.....	38
3.3. Sistema de Projeção Cilíndrica.....	39
3.3.1. Projeção Cilíndrica Oblíqua.....	40
3.3.2. Projeção Cilíndrica Ortogonal.....	40
4. VISTAS ORTOGRÁFICAS.....	45
4.1. Sistema Diédrico.....	47
4.2. Linhas e Traçados na Representação das Vistas.....	49
4.3. Padrões de Representação das Vistas Ortográficas.....	52
4.4. Aprofundando a Compreensão de Vistas Ortogonais.....	58
4.5. Faces Projetadas em Verdadeira Grandeza.....	58
5. REPRESENTAÇÕES EM PERSPECTIVA.....	69
5.1. Axonometrias.....	71
5.2. Perspectivas no Sistema de Projeção Oblíqua.....	72
5.3. Perspectivas no Sistema de Projeção Ortogonal.....	73
5.4. Perspectiva Cônica.....	75
5.5. Traçado de Axonometrias.....	77
6. CORTES E SEÇÕES.....	83
6.1. Corte Total.....	85
6.2. Meio Corte.....	87
6.3. Corte em Desvio ou Composto.....	89
6.4. Corte Parcial.....	90
6.5. Seções.....	91
6.6. Encurtamento.....	93
7. HACHURAS.....	99
7.1. Uso Geral.....	101
7.2. Hachura no Desenho de Conjunto.....	102
7.3. Tipos de Materiais.....	104
8. COTAGEM.....	109
8.1. Regras Gerais para Cotas.....	111
8.2. Cotagem de Ângulos.....	115

8.3.	Cotagem de Raios e Diâmetros	116
8.4.	Cotagem de Elementos Esféricos.....	117
8.5.	Cotagem de Arcos e Cordas	117
8.6.	Cotagem de Chanfros	118
8.7.	Cotagem em Espaços Reduzidos	118
8.8.	Elementos Repetidos.....	119
8.9.	Encurtamentos.....	120
8.10.	Cotagem em Hachura.....	120
8.11.	Representação Simplificada pela Supressão de Vistas	121
8.12.	Cotagem em Meio Corte e Meia Vista	125
9.	USO DE ESCALA	133
10.	TOLERÂNCIA DIMENSIONAL	139
10.1.	Dimensional Linear	141
10.2.	Sistema de Tolerância e Ajustes	143
10.3.	Dimensional Angular	149
11.	TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA	151
11.1.	Tolerância de Forma.....	154
11.2.	Tolerância de Orientação	155
11.3.	Tolerância de Posição	156
11.4.	Tolerância de Batimento ou de Oscilação.....	156
12.	SUPERFÍCIES	159
13.	FORMATOS DE PAPEL, MARGENS E LEGENDA.....	163
13.1.	Formatos do Papel	165
13.2.	Legenda	166
13.3.	Margem e Quadro	167
13.4.	Dobramento de Papel	168
14.	SOFTWARES.....	171
15.	EXERCÍCIOS PRÁTICOS.....	179
	REFERÊNCIAS	189

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<i>ABNT</i>	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas.</i>
<i>ANSI</i>	<i>American National Standards Institute.</i>
<i>BIM</i>	<i>Building Information Modeling.</i>
<i>CAD</i>	<i>Computer-Aided Design.</i>
<i>DIN</i>	<i>Deutsches Institut für Normung.</i>
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization.</i>
<i>IT</i>	<i>International Tolerance.</i>
<i>NBR</i>	<i>Norma Brasileira.</i>
<i>VG</i>	<i>Verdadeira Grandeza.</i>

CAPÍTULO



ELEMENTOS BÁSICOS DO DESENHO TÉCNICO

PONTO

•

LINHA

•

RETA, SEMIRRETA E SEGMENTO DE RETA

•

POSIÇÕES DA RETA NO ESPAÇO

•

PLANO E SUAS POSIÇÕES NO ESPAÇO

•

RETAS CONTIDAS EM UM MESMO PLANO



ELEMENTOS BÁSICOS DO DESENHO TÉCNICO

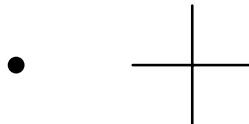
1

CAPÍTULO

Como o desenho técnico busca uma representação precisa das formas e objetos, a fim de que estes possam ser bem compreendidos por todos os que estão envolvidos no processo de seu desenvolvimento e produção, faz uso dos elementos da geometria (plana e espacial), pois estes se constituem em uma linguagem baseada na lógica e na racionalidade. Deste modo iniciamos pela abordagem dos entes geométricos básicos que são utilizados no desenho técnico.

1.1. PONTO

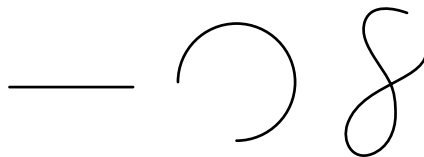
O ponto indica uma posição definida no espaço, a unidade básica da forma, não tendo dimensões (comprimento, largura, ou altura). No desenho, o ponto costuma ser determinado pela interseção entre duas linhas, ou seja, o elemento comum entre duas linhas que se cruzam.



O ponto e sua representação.

1.2. LINHA

A linha pode ser entendida como o resultado do movimento de um ponto no espaço. Do mesmo modo que o ponto, não tem largura nem altura, mas tem comprimento. E nesse movimento do ponto, a linha pode acabar se constituindo em uma forma aberta ou fechada, plana ou espacial.



Tipos de linha.

Ainda que a linha seja entendida como não tendo altura (ou volume), ela, necessariamente, não precisa ficar restrita ao espaço bidimensional. Imagine-se

desenhando uma linha no espaço com uma pequena luz em uma das mãos (um ponto luminoso), movimentando o braço, o corpo. Se puder registrar isso de diversos ângulos, pode-se perceber que a linha resultante, embora não tendo espessura, ocupa o espaço tridimensional.



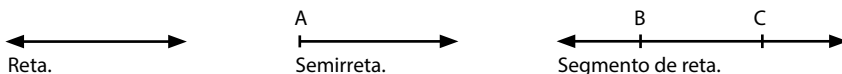
A linha como resultado da movimentação de um ponto no espaço.

1.3. RETA, SEMIRRETA E SEGMENTO DE RETA

A linha reta é formada pelo deslocamento do ponto em uma só direção, o que faz com que a mesma sempre pode estar inteiramente contida em um plano. A linha reta é ilimitada, ou seja, nos dois sentidos ela é entendida como infinita.

A semirreta, por sua vez, é determinada quando se define um ponto sobre a reta. Cada uma das direções opostas a partir do ponto, se constitui em uma semirreta e, embora tenha um começo (o ponto), não tem fim.

O segmento de reta surge quando são marcados dois pontos distintos em uma mesma reta. O espaço compreendido entre os dois pontos é o que define o segmento de reta, que tem comprimento definido.



1.4. POSIÇÕES DA RETA NO ESPAÇO

A reta (ou seu derivados – semirreta e segmento de reta) pode assumir três diferentes posições no espaço: vertical, horizontal e inclinada. A reta está na posição vertical, quando segue a direção do fio de prumo. Essa direção da reta é a que define a altura dos objetos no espaço. A posição contrária à vertical é a chamada horizontal e segue a direção da linha do horizonte. A linha reta na posição inclinada é quando está entre a posição vertical e a horizontal.

Na figura abaixo as posições da reta no espaço (horizontal, vertical e inclinada) estão identificadas pelos segmentos de reta que representam as interseções entre os planos da parede, teto e chão.



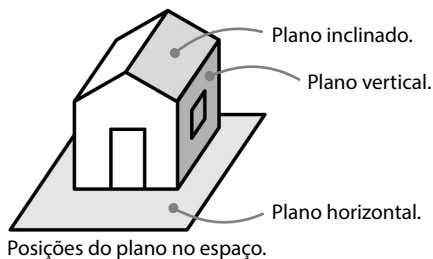
1.5. PLANO E SUAS POSIÇÕES NO ESPAÇO

Assim como o deslocamento de um ponto no espaço pode gerar uma linha reta, o deslocamento de uma reta no espaço pode gerar um plano. Entretanto, para que o resultado seja, de fato um plano, é necessário que esse deslocamento da reta se dê paralelamente à sua posição inicial e em uma única direção. O plano pode conter pontos, retas, semirretas, segmentos de reta e figuras planas.

O plano não tem limites e, para sua representação, normalmente são utilizadas formas fechadas contidas no mesmo (formas planas), como um retângulo, um quadrado, um paralelogramo ou, até mesmo formas curvas, como um círculo, uma elipse.

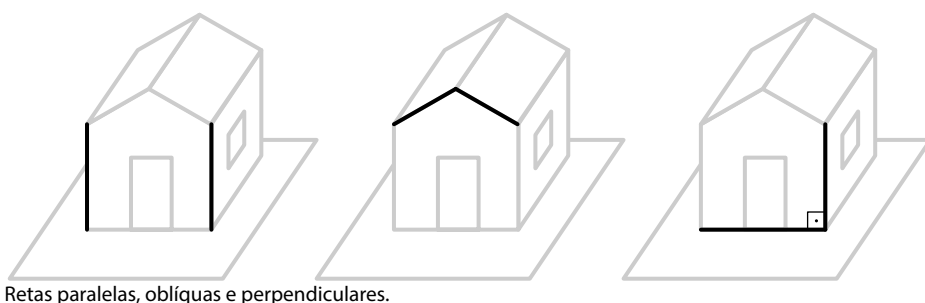
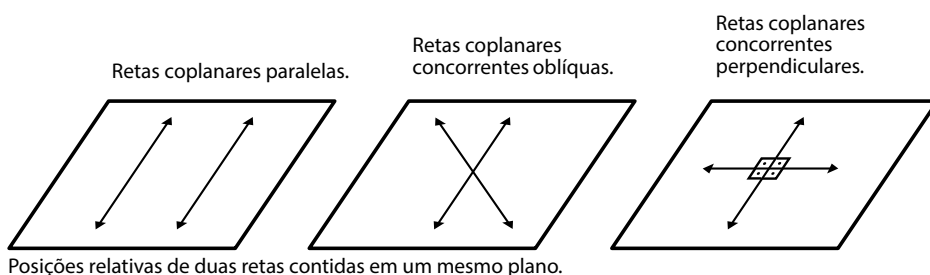
No nosso cotidiano os planos estão muito presentes, sempre definidos por limites, como portas, paredes, espelhos, etc. que se constituem em partes limitadas de planos infinitos. Justamente por se apresentarem através de formas limitadas são chamadas de “superfícies planas”.

Do mesmo modo que a reta, o plano também assume diferentes posições no espaço. Ele pode estar na posição vertical, como as paredes de uma casa e na posição horizontal, como o piso. O melhor exemplo de um plano na posição horizontal é o da superfície da água parada. A posição inclinada é quando não está nem na horizontal e nem vertical, como o telhado da casa. As linhas de encontro entre as superfícies planas das paredes (que definem seus limites) são denominadas de **arestas**.

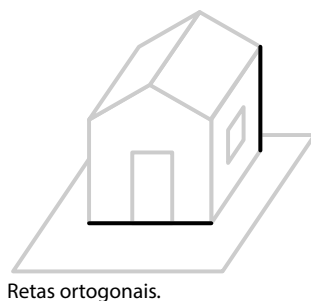


1.6. RETAS CONTIDAS EM UM MESMO PLANO

Quando duas retas distintas estão contidas em um mesmo plano elas são ditas coplanares. Pode até acontecer o caso de, em uma peça, duas retas (ou segmentos de reta) não estarem contidas em um mesmo plano (uma face por exemplo), mas ser possível definir um plano pelos dois elementos. Se duas retas admitem um plano comum elas são coplanares. Duas retas coplanares podem ser paralelas (quando não admitem nenhum ponto em comum) e concorrentes (quando se cruzam e determinam um ponto em comum). Quando são concorrentes, elas podem se cruzar formando quatro ângulos iguais (retos = 90°) e são denominadas **perpendiculares**. Se os ângulos formados não forem de 90° (retos), as retas são chamadas de **obíquas**.

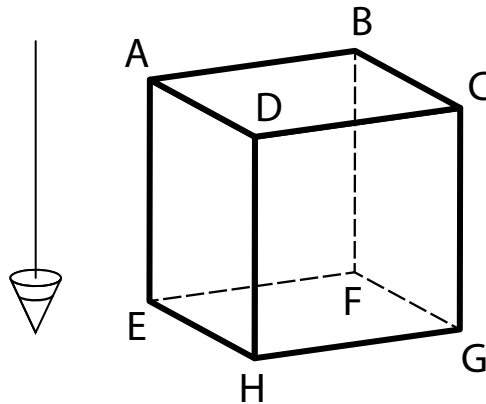


Uma reta horizontal e uma outra vertical, se forem coplanares (isto é, estiverem no mesmo plano) como já dito, são chamadas de perpendiculares. Mas uma reta horizontal e outra vertical não precisam, necessariamente, estarem em um mesmo plano. Quando isso acontece, as retas são chamadas de “ortogonais”. Duas retas ortogonais nunca podem estar contidas em um mesmo plano.



Questões Complementares

1. A figura ilustra um cubo ao lado de um fio de prumo, apoiado sobre um plano horizontal. Observe-o atentamente e responda:



- a) A aresta CD corresponde a:

- () Reta.
 () Segmento de reta.
 () Semireta.

- b) As arestas BC e AD são:

- () Paralelas.
 () Perpendiculares.
 () Oblíquas.

- c) Indique três pares de arestas perpendiculares entre si.

- d) Indique dois pares de arestas ortogonais entre si.

e) O plano formado pelos vértices ADEH está na posição:

() Horizontal.

() Vertical.

() Inclínada.

f) O plano formado pelos vértices BCHE está na posição:

() Horizontal.

() Vertical.

() Inclínada.

g) Relacione a posição com cada um dos segmentos indicados:

Inclínada

Vertical

Horizontal

AB

BF

FH

AH

CG

CH

h) Indique dois pares de arestas coplanares.



Anotações

CAPÍTULO



FIGURAS GEOMÉTRICAS

FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS

•

FIGURAS GEOMÉTRICAS TRIDIMENSIONAIS



FIGURAS GEOMÉTRICAS

2

CAPÍTULO

Além de pontos, linhas, retas e planos, o desenho técnico também se utiliza de figuras, que podem ser planas, ou bidimensionais, (possuem apenas duas dimensões) e tridimensionais (aquelas que têm três dimensões).

2.1. FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS

Figuras geométricas planas são aquelas que estão totalmente contidas em um plano, portanto, não têm volume e são classificadas como bidimensionais (comprimento e largura). Uma figura plana pode ser aberta ou fechada, composta de linhas retas, curvas ou a mistura das duas. No desenho técnico as figuras planas mais utilizadas são os polígonos regulares (em que todos os lados e ângulos internos são iguais, como quadrado, triângulo equilátero, pentágono, hexágono, etc.), alguns polígonos não regulares (como o retângulo, trapézio, triângulo retângulo e isósceles). As figuras geométricas planas também podem ser curvas, como o círculo e a elipse.

Polígonos regulares



Quadrado.



Pentágono.



Hexágono.

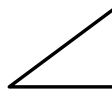


Triângulo equilátero.

Polígonos não regulares



Retângulo.

Triângulo
retângulo.Triângulo
isósceles.

Figuras curvilíneas

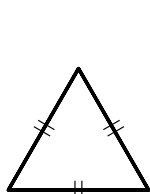


Círculo.

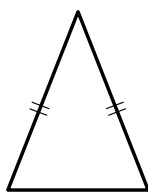


Elipse.

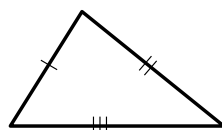
Os triângulos podem ser classificados pelos lados e pelos ângulos. Levando-se em consideração os lados, eles podem ser equilátero, isósceles ou escaleno. O único regular é o equilátero, pois tem todos os lados e ângulos iguais. O triângulo isósceles é aquele que possui dois lados iguais e um diferente e o escaleno é o que tem os três lados diferentes.



Equilátero.

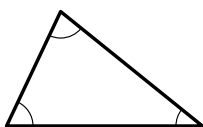


Isósceles.

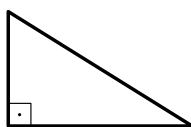


Escaleno.

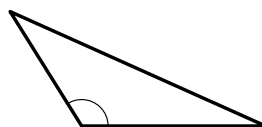
Quando se leva em consideração os seus ângulos, os triângulos podem ser acutângulo (quando os três ângulos são agudos, menores que 90°), retângulo (quando um dos ângulos é reto, 90°) e obtusângulo (quando um ângulo é obtuso, maior que 90°).



Acutângulo.

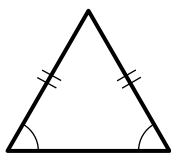


Retângulo.

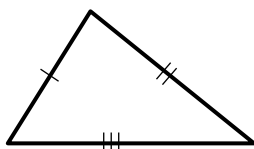
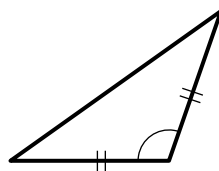
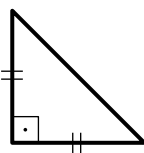


Obtusângulo.

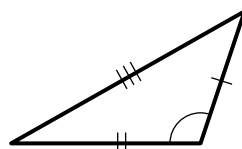
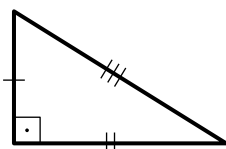
Um triângulo equilátero é sempre acutângulo. Porém, o triângulo isósceles pode ser acutângulo, retângulo e obtusângulo. A mesma coisa pode acontecer com o triângulo escaleno.



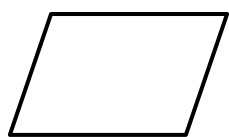
Triângulo isósceles acutângulo, retângulo e obtusângulo.



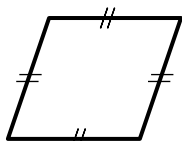
Triângulo escaleno acutângulo, retângulo e obtusângulo.



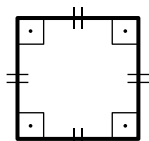
Os quadriláteros (figuras de quatro lados) mais comuns no desenho técnico são o paralelogramo, o losango, o quadrado e o trapézio. Paralelogramo é o quadrilátero cujos lados são paralelos dois a dois. O losango é um caso particular do paralelogramo, pois tem os lados paralelos dois a dois e são todos iguais. O retângulo é outro caso particular do paralelogramo, em que os quatro ângulos são retos. Já o quadrado é um caso particular de paralelogramo, de losango e de retângulo, pois tem os lados paralelos dois a dois, os quatro lados iguais e quatro ângulos retos.



Paralelogramo.

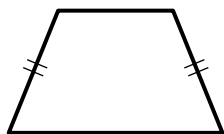


Losango.

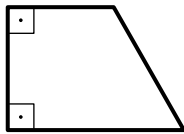


Quadrado.

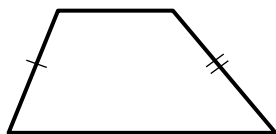
Os chamados trapézios são os quadriláteros que só tem dois lados paralelos. Também podem ser classificados em: trapézio isósceles (quando os dois lados não paralelos são iguais); trapézio retângulo (quando tem dois ângulos retos); e trapézio escaleno (quando os lados não paralelos são desiguais).



Trapézio isósceles.



Trapézio retângulo.

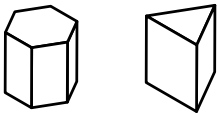
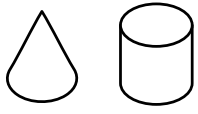
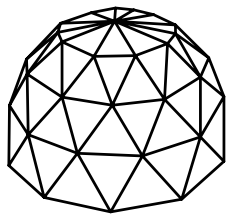
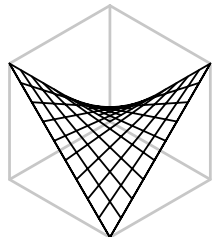


Trapézio escaleno.

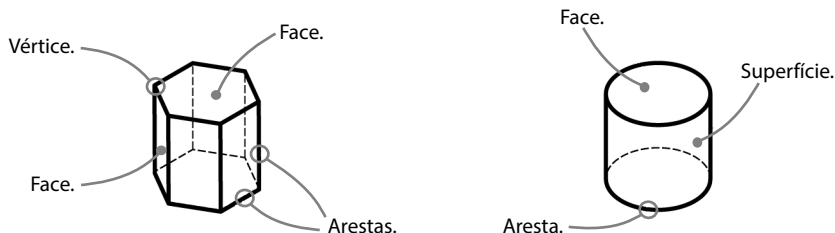
2.2. FIGURAS GEOMÉTRICAS TRIDIMENSIONAIS

Figuras geométricas tridimensionais são as que não podem estar totalmente contidas em um plano, possuindo uma terceira dimensão (altura). Formas tridimensionais podem ser abertas ou fechadas. De modo semelhante ao que acontece no plano (em que as formas podem ser formadas de linhas retas e curvas), as formas tridimensionais podem ser compostas de polígonos (em que todas as faces são planas), de superfícies curvas (esfera, elipsóide) ou pela mistura de superfícies curvas e planas (como o cone e o cilindro). Se a superfície é fechada e composta de planos é chamada de poliedro. Se for aberta é denominada superfície poliédrica.

Figuras Geométricas Tridimensionais

	POLIÉDRICAS	CURVAS
FECHADAS		
ABERTAS	 Superfície geodésica.	 Superfície parabolóide hiperbólica.

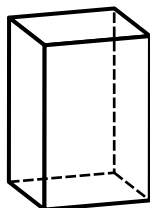
Faces são entendidas como as partes planas que compõem uma forma tridimensional. Arestas são as linhas de interseção entre duas faces ou entre uma face e uma superfície curva (como a base do cilindro ou do cone). Os pontos de encontro entre arestas são chamados de vértices.



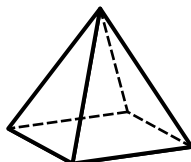
Entre os poliedros, os mais comuns são cubos, prismas, pirâmides e alguns poliedros regulares, como tetraedro e octaedro. Prismas são as figuras formadas por duas bases paralelas e iguais (polígonos regulares ou irregulares) e faces retangulares. As pirâmides, por sua vez, tem uma só base (um polígono regular ou não) e as faces laterais são sempre triangulares. Os poliedros regulares são aqueles em que todas as faces são iguais e todos os ângulos diédricos (ângulos entre duas faces) também são iguais.

Poliedros irregulares

Prisma

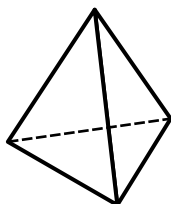


Pirâmide

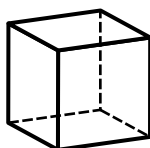


Poliedros regulares

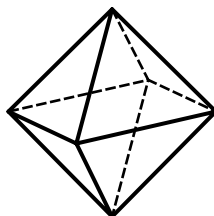
Tetraedro



Cubo



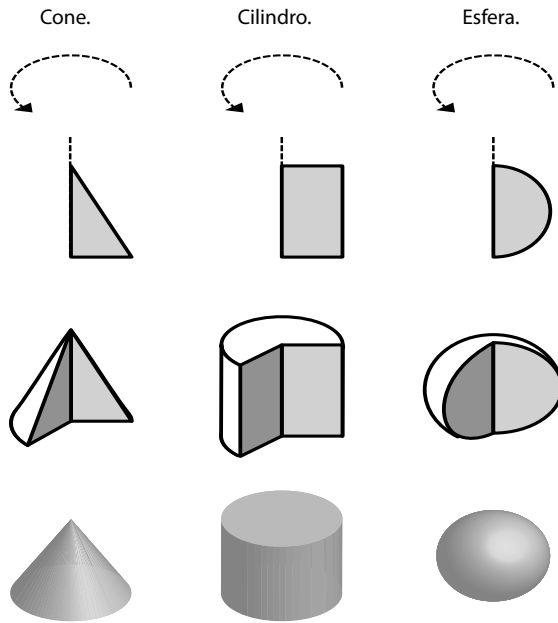
Octaedro



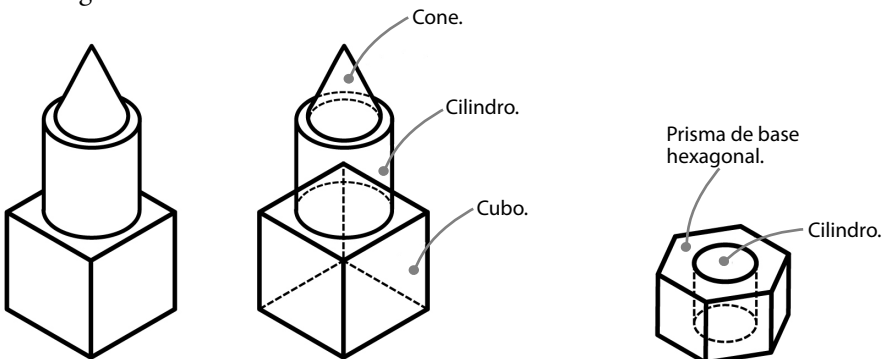
Cone, cilindro e esfera, são denominados de **sólidos de revolução**, pois são gerados pela rotação de uma forma plana em torno de uma reta (eixo). Assim, o cilindro pode ser gerado pela rotação de um retângulo em torno de um de seus lados. O cone, pela rotação de um triângulo retângulo em torno de um de seus catetos. E a esfera, gerada pela rotação de uma semicircunferência em torno do diâmetro.

Outras formas podem ser geradas no espaço, como um elipsoide que é gerado por uma semi-elipse rotacionada em torno de um de seus eixos. Porém, as mais comuns no desenho técnico são as apontadas anteriormente.

O cone também tem vértice, ainda que não seja resultante do encontro de duas arestas, como no caso de formas poliédricas. Neste caso, o vértice é o ponto de encontro da linha geratriz com o eixo.

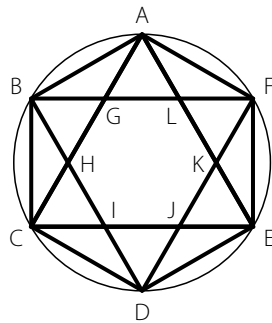
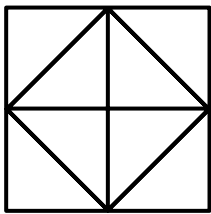


Em geral, as peças não se constituem em uma única forma geométrica, mas são decorrentes da justaposição e/ou interseção de formas similares que se repetem ou que são totalmente diferentes entre si. Na ilustração seguinte são apresentadas algumas peças compostas pela junção de diferentes formas geométricas tridimensionais. Na última imagem da direita, a forma final é o resultado da interseção de um prisma de base hexagonal com um cilindro.



Questões Complementares

1. Analise as figuras abaixo e responda:



a) Na imagem da esquerda, ao todo quantos quadrados estão representados? E quantos triângulos? Que tipo de triângulos são esses?

b) Na imagem da direita, a figura ABCDEF é um octógono, um hexágono ou um pentágono? Existe outra figura do mesmo tipo? Se sim, identifique-a pelos seus vértices.

c) A figura ACE é um triângulo equilátero. Quantos triângulos equiláteros estão representados na imagem:

- () 2
- () 6
- () 8

d) Os triângulos ABF e ALF são de que tipo:

- () Equilátero.
- () Isósceles.
- () Escaleno.

e) Existe algum retângulo presente na imagem? Se sim, identifique-o pelos seus vértices.