

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

Desenho e Representação Gráfica

Elaborado e revisto por Paulo Flores e Filipe Marques - 2016



Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus de Azurém
4804-533 Guimarães - PT

Tel: +351 253 510 220
Fax: +351 253 516 007
E-mail: pflores@dem.uminho.pt
URL: www.dem.uminho.pt



Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus de Azurém
4804-533 Guimarães - PT

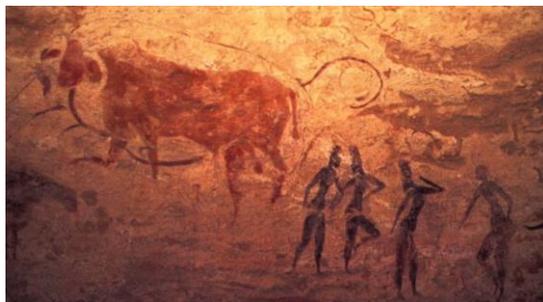
Tel: +351 253 510 220
Fax: +351 253 516 007
E-mail: fmarques@dem.uminho.pt
URL: www.dem.uminho.pt



T.01 – INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

1. Embriogénese da Comunicação Gráfica
2. Formas de Representação Gráfica
3. Breve Histórico do Desenho Técnico
4. Principais Tipos de Desenhos Técnicos
5. O Desenho Técnico no Desenvolvimento do Produto
6. O Desenho Técnico Assistido por Computador
7. A Importância da Normalização em Desenho Técnico
8. Revisão de Conhecimentos
9. Bibliografia Recomendada

Desde os primórdios da Humanidade que a **comunicação de ideias** é feita sob a forma de **representação gráfica**, como atestam as inúmeras representações de animais e objetos em paredes rochosas de cavernas e de locais que o homem ocupou ao longo dos tempos.



Tassili n'Ajjer (Argélia)



Tadrart Acacus (Líbia)



Tsodilo (Botsuana)



Arizona (EUA)



Piauí (Brasil)



Toquepala (Peru)

Na verdade, **pinturas, gravuras e réplicas escultóricas**, mais ou menos fiéis das entidades representadas, existem **um pouco por tudo todo o mundo**, e que vão desde a pré-história até aos nossos dias, tal como se pode observar nestas figuras.



Ajanta (Índia)



Sydney (Austrália)



Sigiriya (Sri Lanca)



Altamira (Espanha)



Chauvet (França)



Foz Côa (Portugal)

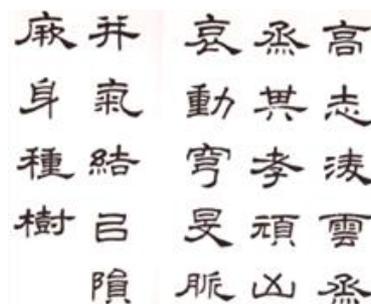
É costume dizer-se que **antes das palavras serem escritas**, os pensamentos e as ideias eram pintados nas paredes das cavernas.

Na escrita antiga usavam-se **desenhos esquemáticos e representações simbólicas**, que posteriormente deram origem à escrita ideográfica.

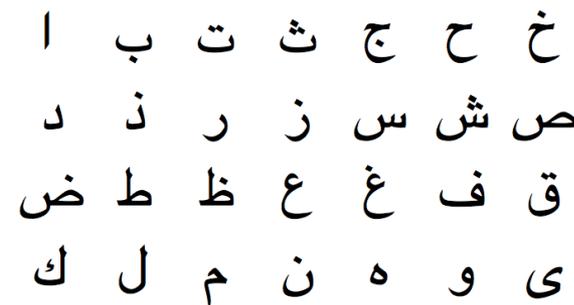
Os **hieróglifos egípcios** e a **escrita chinesa** são exemplos de escritas ideográficas, as quais, naturalmente, evoluíram até ao surgimento das **escritas com alfabeto**.



Hieróglifos egípcios



Escrita chinesa



Alfabeto árabe

Por vezes, com a representação gráfica consegue-se estar mais próximo da **realidade** do que com a comunicação oral ou escrita.

Este paradigma está bem patente na máxima popular do filósofo chinês **Confúcio** (551-479 a.C.) e que diz o seguinte **“uma imagem vale mais do que mil palavras”**.

As obras-primas do artista italiano **Miguel Ângelo** (1475-1564) são do mais sublime, espantoso e paradigmático concretizar da máxima de Confúcio.

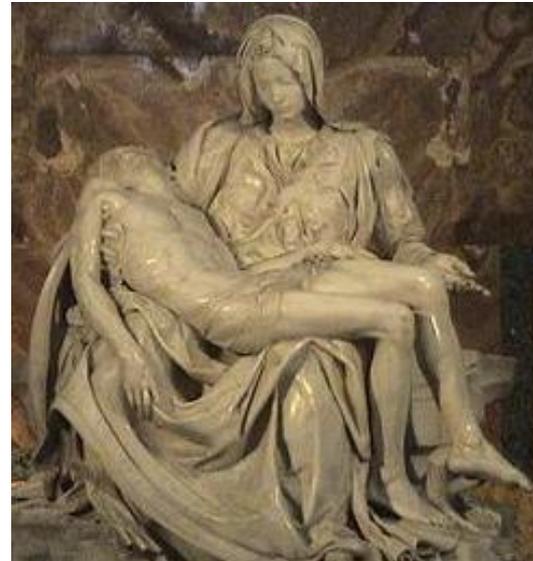
De facto, são de valor inestimável e por demais conhecidas muitas das obras de Miguel Ângelo e que vão desde a **pintura à escultura**, entre muitas outras áreas.

A **pintura juízo** final e a escultura pietá são apenas dois bons exemplos que immortalizaram Miguel Ângelo, tornando-o num dos maiores criadores de arte de todos os tempos.

Nestes exemplos pode observar-se a **qualidade** da comunicação gráfica, o **detalhe** de pormenores representados e a **natureza planar e tridimensional** da expressão.



Juízo final

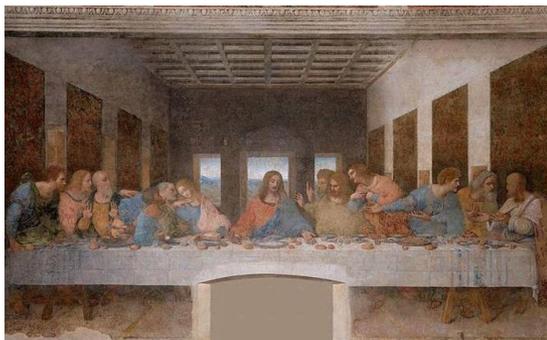


Pietà

Ainda no dealbar do período renascentista são notáveis os contributos do **multifacetado Leonardo da Vinci** (1452-1519). As suas obras abarcam diversas áreas, tais como a **pintura**, a **medicina**, a **engenharia**, etc.

A representação da **última ceia**, a ilustração da **anatomia humana**, bem como um vasto leque de esboços e **desenhos esquemáticos de máquinas** e mecanismos são exemplos bem reveladores do talento extraordinário daquele polímato.

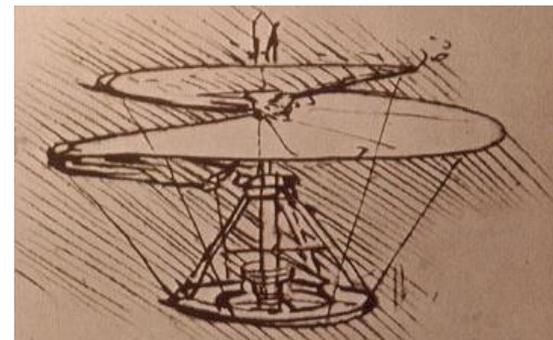
Pode facilmente observar-se que nas representações de Leonardo da Vinci está bem patente o **rigor**, o **detalhe** e a **proporcionalidade** dos elementos utilizados para comunicar as suas ideias.



Última ceia



Anatomia humana



Máquina voadora

É por demais evidente que os **projetistas e engenheiros** têm necessidade de **comunicar** e transmitir as suas ideias, produtos e soluções a **fabricantes e clientes**.

Esta comunicação só é possível de concretizar, de modo efetivo e eficaz, através de **esboços** e de **desenhos rigorosos**, os quais podem apresentar naturezas diversas.

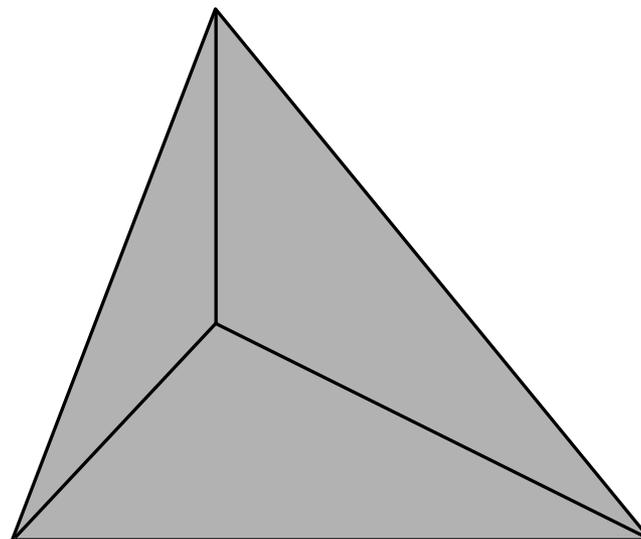
Gaspar Monge (1746-1818), engenheiro militar francês foi quem primeiramente inventou um método, a **geometria descritiva**, **método de Monge** ou método da **dupla projeção** que permitiu a realização de desenhos de forma universal e rigorosa.

De facto, até ao aparecimento da geometria descritiva, os desenhos eram usados para veicular informação, porém, sem qualquer **grau de uniformidade**, tornando-os de **difícil compreensão** e de **leitura ambígua**.

Por exemplo, da representação figura da direita facilmente se depreende que se trata de uma **pirâmide de base triangular**, todavia, daquela representação nada se pode inferir acerca das **dimensões**, do **material**, se é **oca ou maciça**, entre outras propriedades geométricas, materiais, físicas e tecnológicas.

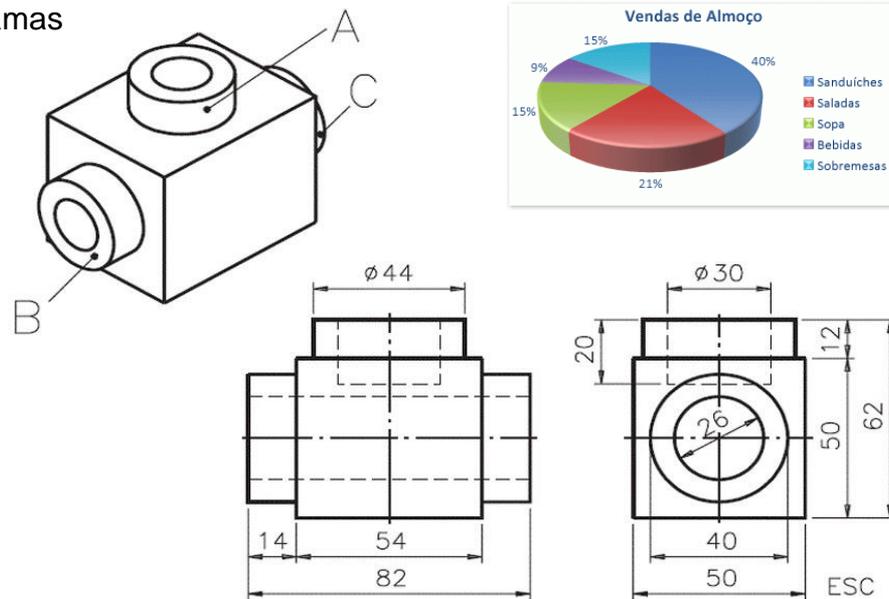
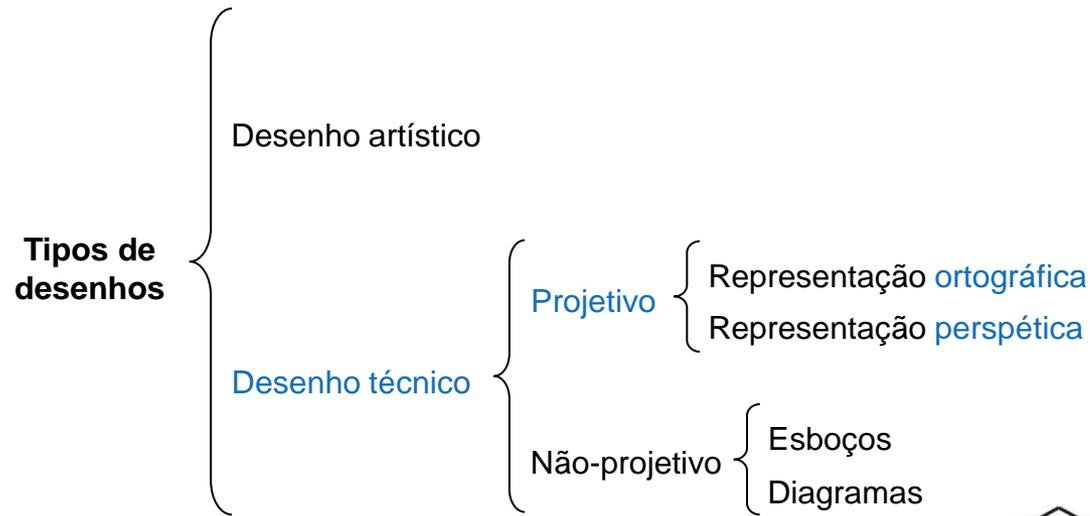


Gaspar Monge



Pirâmide

Os principais tipos de desenhos usados nas representações gráficas são o **desenho artístico** e o **desenho técnico**. Este último pode ser projetivo ou não-projetivo.



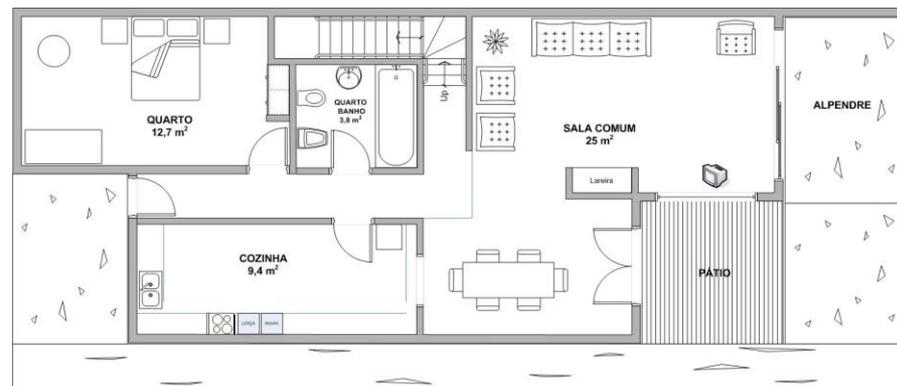
Num **desenho artístico** é objetivo comunicar **ideias e sensações**, através do estímulo da imaginação e criatividade do observador ou leitor.

Com um **desenho técnico** pretende-se representar objetos o **mais próximo possível da realidade**, quer no que diz respeito às **formas**, quer às **dimensões**, quer ainda às especificações físicas e técnicas dos objetos.

Um **desenho técnico** é um meio de comunicação claro e conciso de toda a informação necessária para transformar uma ideia ou um conceito em realidade.



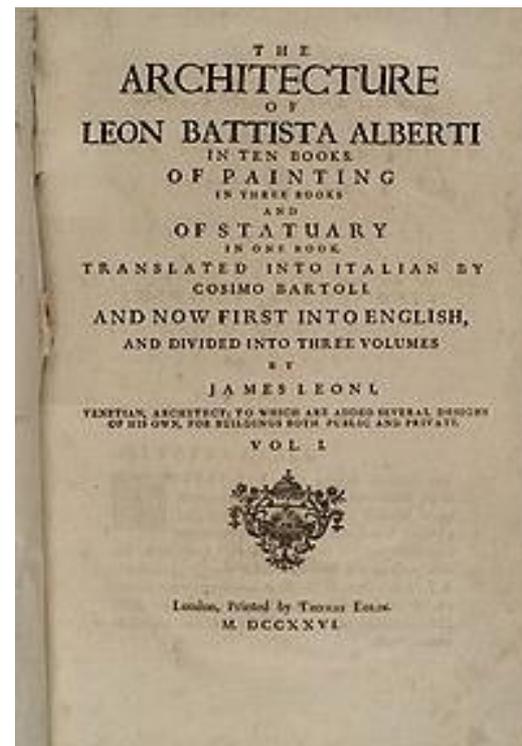
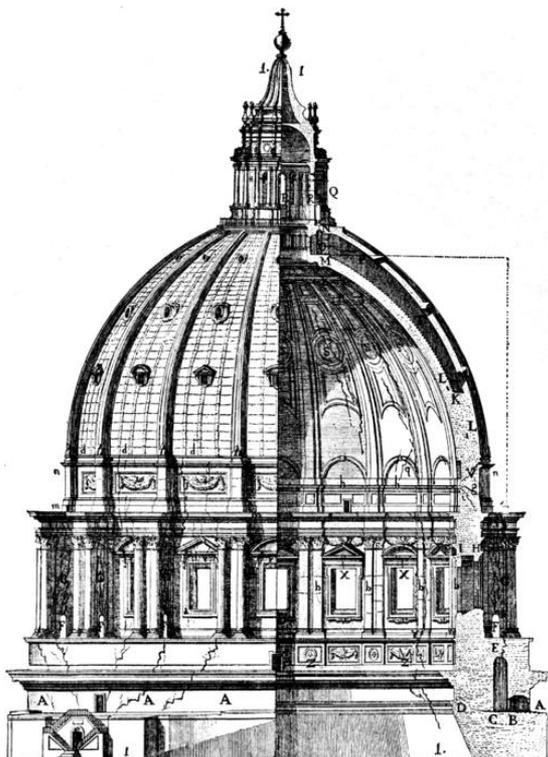
Guernica de Picasso



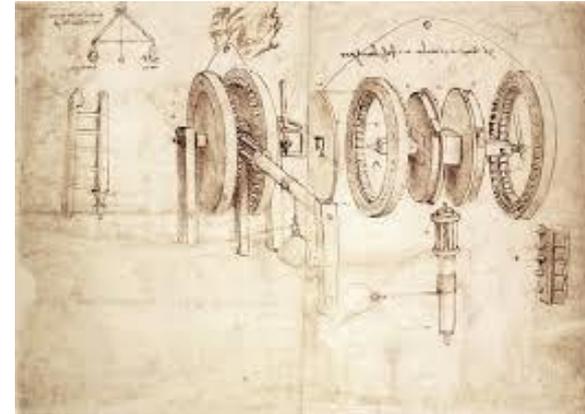
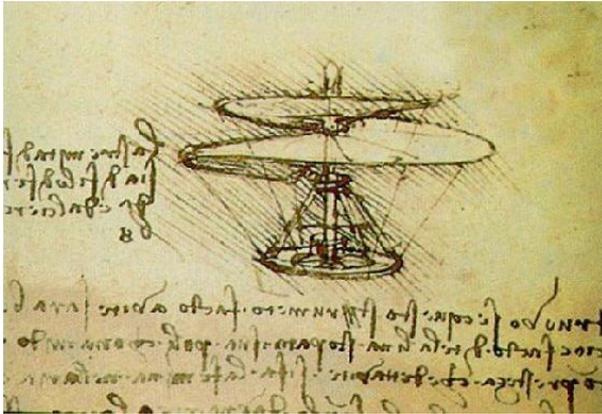
Planta de uma casa

Até se atingir o estado atual, o **desenho técnico** passou por diversas fases ao longo dos tempos. Assim, nos *slides* seguintes apresentam-se alguns dos principais marcos e contribuições no âmbito do desenvolvimento do desenho técnico.

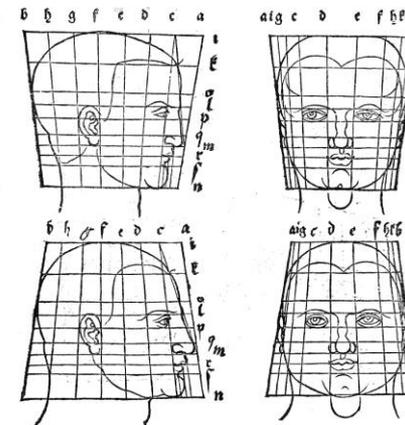
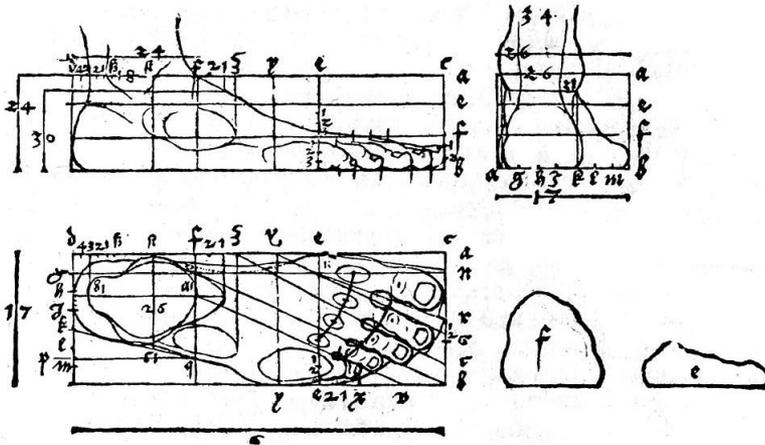
Uma das primeiras etapas no surgimento do desenho técnico teve como protagonistas os arquitetos italianos **Filippo Brunellschi** (1377-1446) e **Leon Battista Alberti** (1404-1472), que teorizaram sobre os sistemas de representação com base científica, nomeadamente no que diz respeito à projeção cónica.



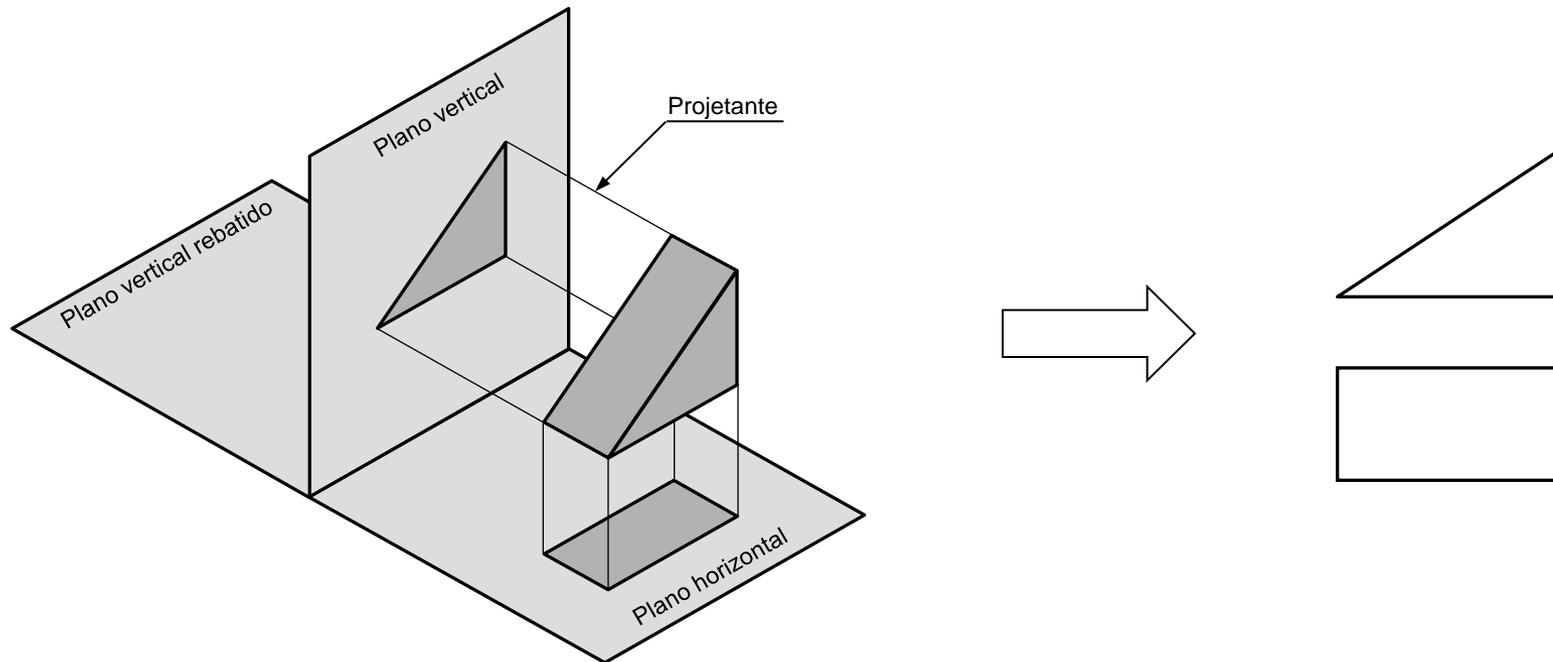
Leonardo da Vinci (1452-1519) veio dar novo e marcante impulso às formas de representação gráfica, podendo mesmo ser considerado como aquele que verdadeiramente abriu o caminho para o desenvolvimento do **desenho técnico moderno**.



O artista alemão **Albercht Dürer** (1471-1528) fez uma primeira abordagem empírica ao método de Monge através do alinhamento de vistas de um sólido. Este método surgiria alguns séculos mais tarde.



Já em pleno século XVIII, o engenheiro francês [Gaspar Monge](#) (1746-1818) criou um método gráfico de projeção ortogonal que veio permitir a representação de formas complexas tridimensionais com o [método de Monge](#) ou [sistema diédrico](#).



No século XIX, o engenheiro italiano [Quintino Sella](#) (1827-1884) desenvolveu estudos no âmbito da [perspetiva isométrica](#) e foi também responsável pela implementação desta perspetiva na indústria, tendo em vista a economia e a diminuição de falhas no projeto e fabrico de máquinas e componentes.

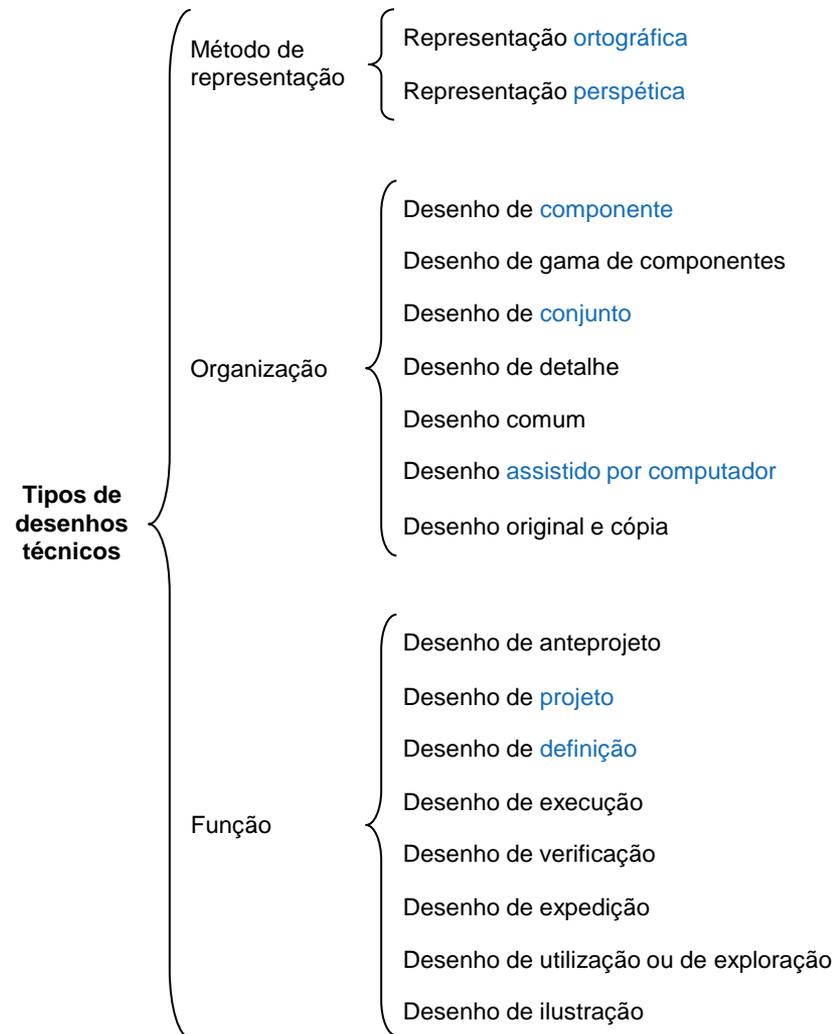
Morais (2009) apresenta um vasto leque de desenhos técnicos, os quais estão divididos em várias categorias (ver esquema aqui representado).

Cunha (2008) agrupa os desenhos técnicos em três classes.

Na primeira classe estão os **desenhos de conceção**, os quais se destinam a apresentar soluções idealizadas para um dado problema ou projeto.

Na segunda categoria estão os **desenhos de definição** que dizem respeito às características funcionais a que um dado objeto deve obedecer.

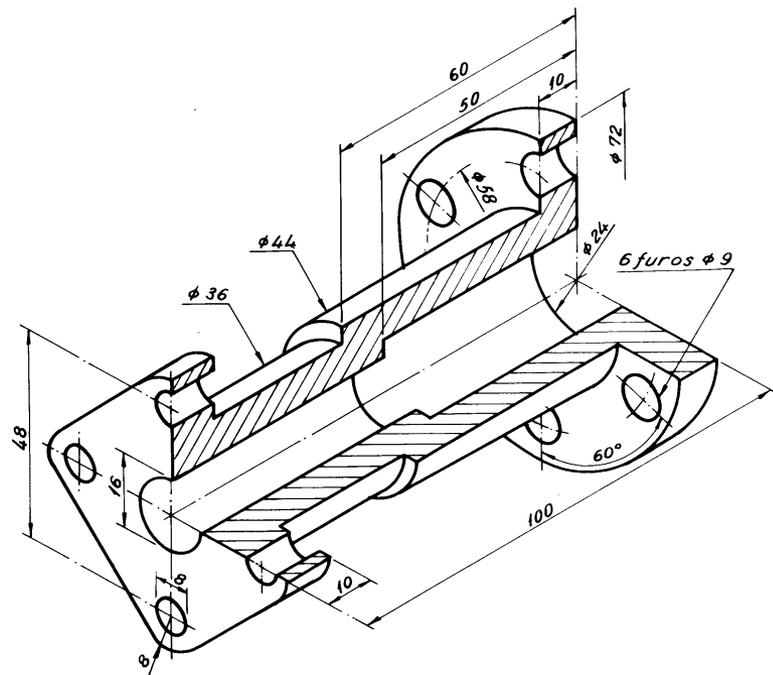
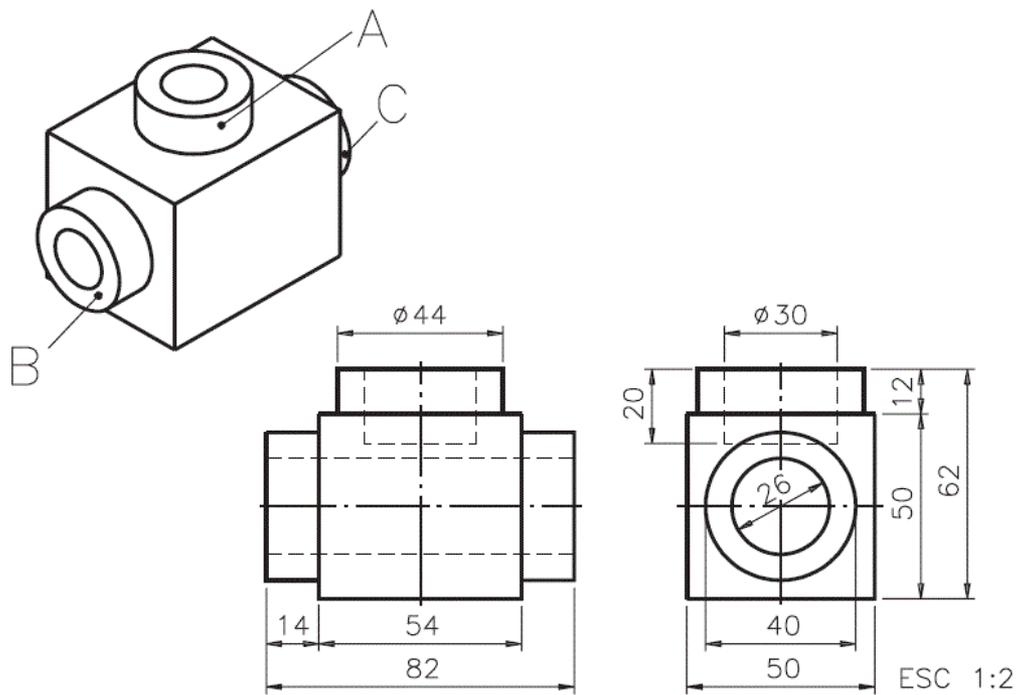
No terceiro grupo estão os **desenhos de execução ou fabrico**, os quais devem incluir toda a informação necessária e suficiente para a execução de um dado objeto tendo em consideração os processos tecnológicos adotados.



Das duas representações de baixo, facilmente se pode inferir a distinção entre **desenho em multivistas** e **desenho em perspectiva**.

O desenho técnico em multivistas é **mais frequente**, sendo também de **mais fácil execução**.

O desenho em perspectiva é utilizado quando se pretende ter uma **visualização rápida e espacial** do objeto a representar.



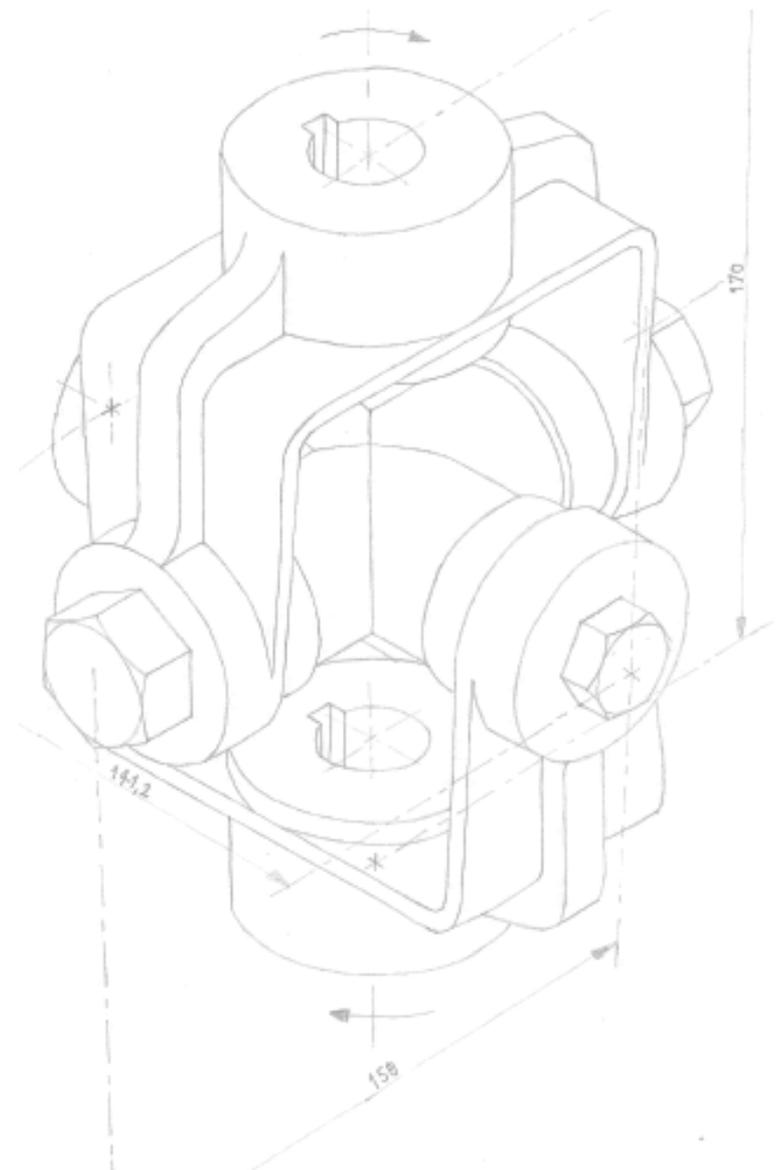
Os **esboços** são desenhos técnicos elaborados à mão livre que servem para definir a configuração geral do objeto a representar.

Neste tipo de desenho não há grandes preocupações com o detalhe e o rigor da representação.

A figura do lado ilustra uma união de veios do tipo *cardan* ou universal, realizada **à mão livre em perspetiva**.

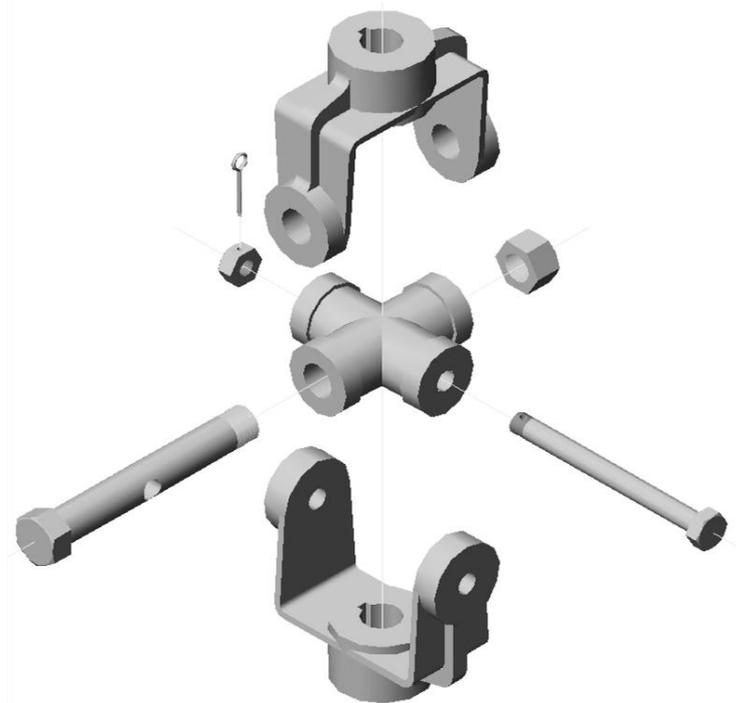
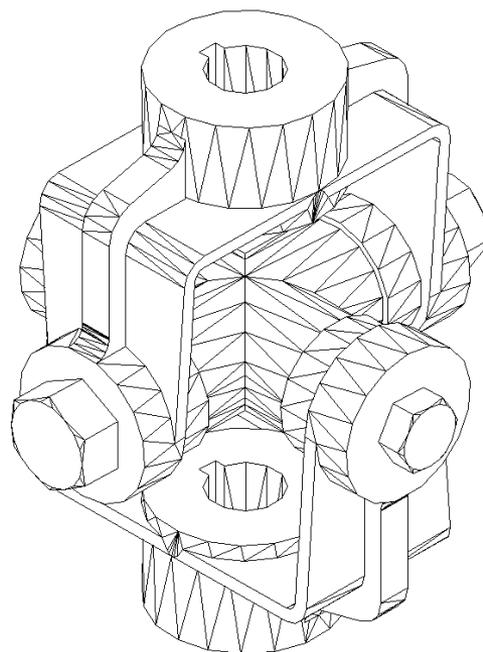
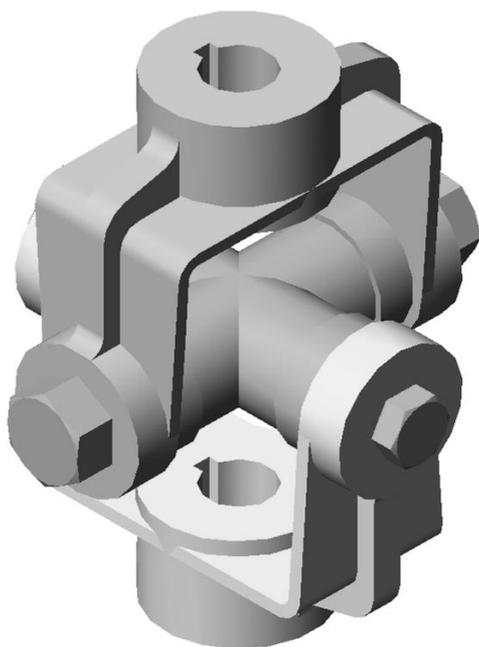
Pode facilmente observar-se que nos esboços não há necessidade de se considerar uma **escala**.

Todavia, é muito importante garantir a **proporcionalidade** entre os diversos elementos representados.

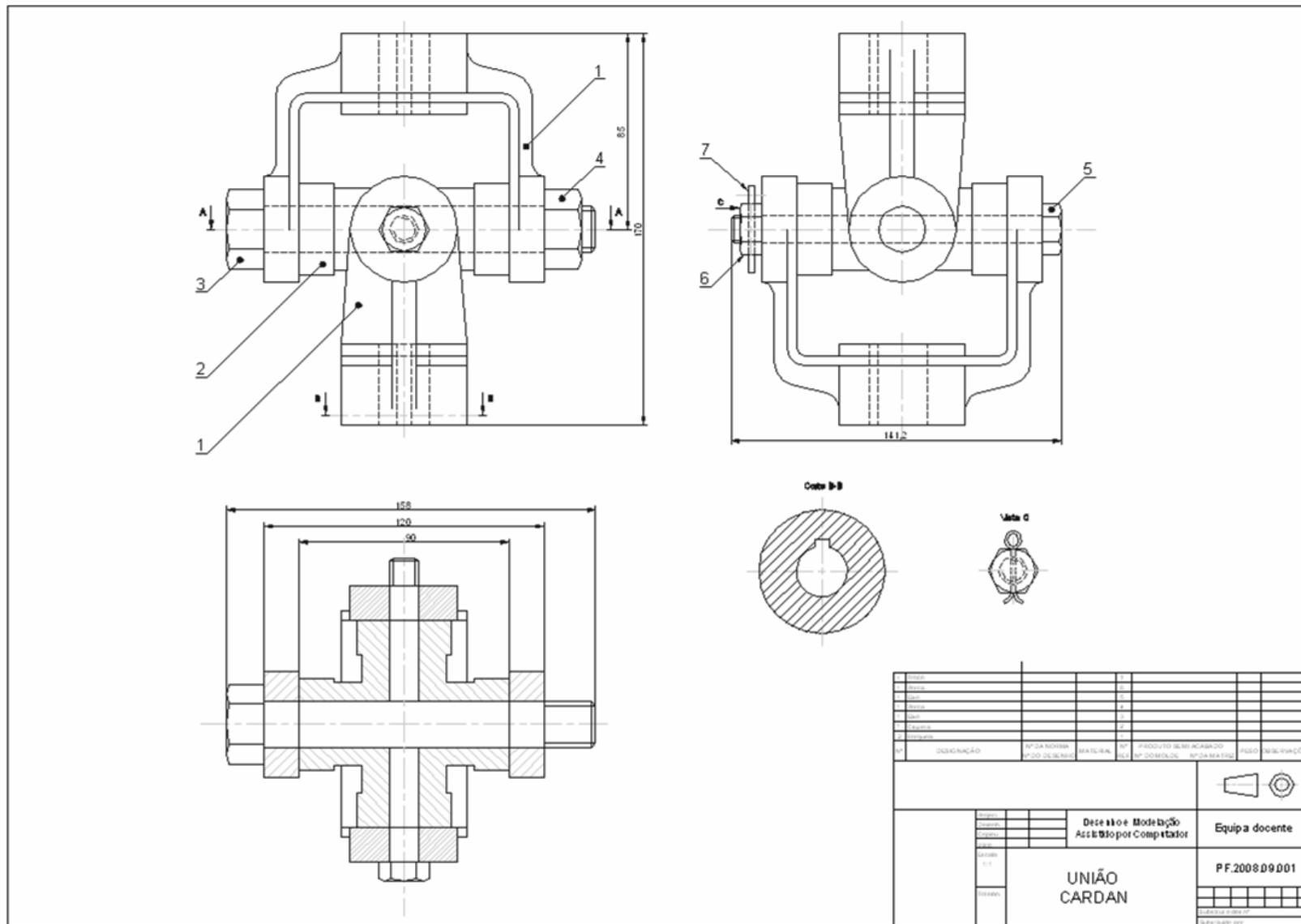


Nas figuras de baixo estão representados **desenhos assistido por computador** de uma união *cardan*, que incluem representações que diferem no modo de visualização, isto é, em **modo sólido** e em **arame**.

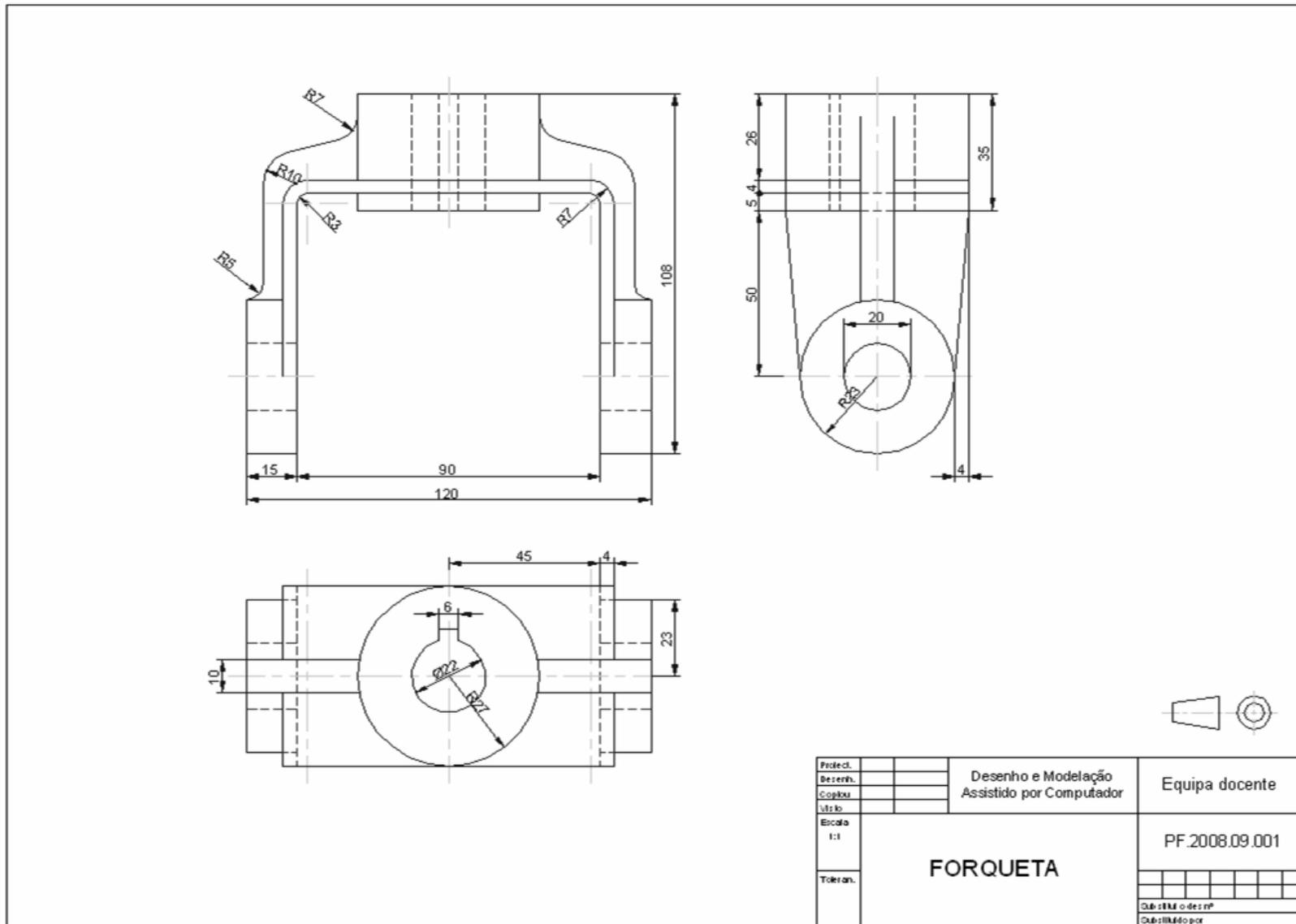
Estas representações dizem respeito ao desenho de **conjunto montado e explodido**, em que se faz uso da perspectiva isométrica.



Na figura de baixo representa-se o **desenho de conjunto em multivistas** de uma junta *cardan*.



A figura de baixo refere-se ao **desenho de componente** da forqueta da união *cardan* anteriormente referida.



O **desenho técnico** desempenha um papel de capital importância como ferramenta de apoio ao **desenvolvimento do produto**, pois neste processo são necessários meios e suportes que permitam a comunicação e expressão gráfica.

Shigley e Mischke (1989) descrevem **seis fases** distintas associadas à realização de um projeto de desenvolvimento do produto, tal como se ilustra na figura do lado.

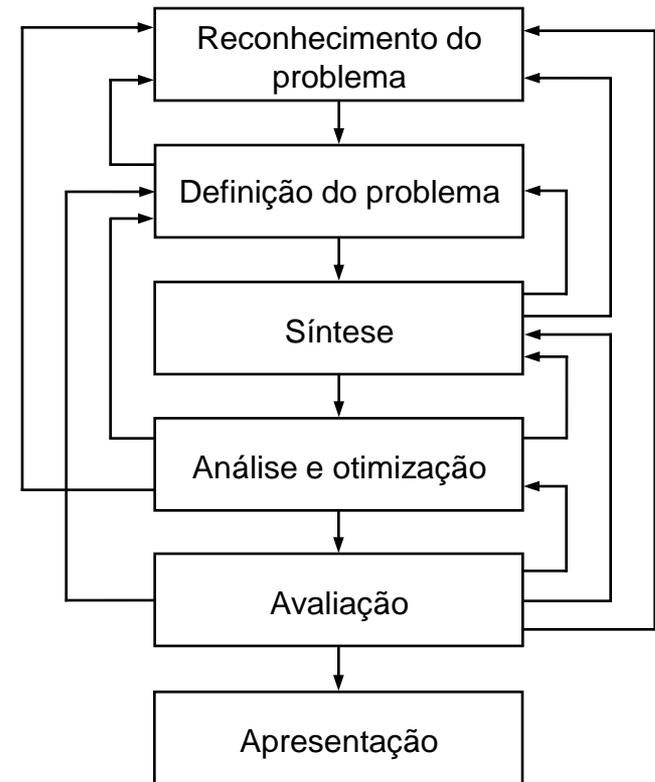
No âmbito das **construções mecânicas**, os projetistas realizam principalmente:

- desenhos de **concepção**,
- desenhos de **definição**,
- desenhos de **execução**.

Os primeiros são usados fundamentalmente na **fase de investigação e desenvolvimento**, isto é, durante a execução de **anteprojetos e projetos**.

Por sua vez, os desenhos de definição são utilizados na fase relativa ao **estabelecimento das exigências funcionais** dos objetos.

Finalmente, os desenhos de execução são considerados sobretudo para a preparação do **fabrico, montagem, instalação e verificação dos componentes**.



A figura do lado apresenta alguns exemplos de desenhos técnicos usados no estudo e desenvolvimento de um **telescópio**.

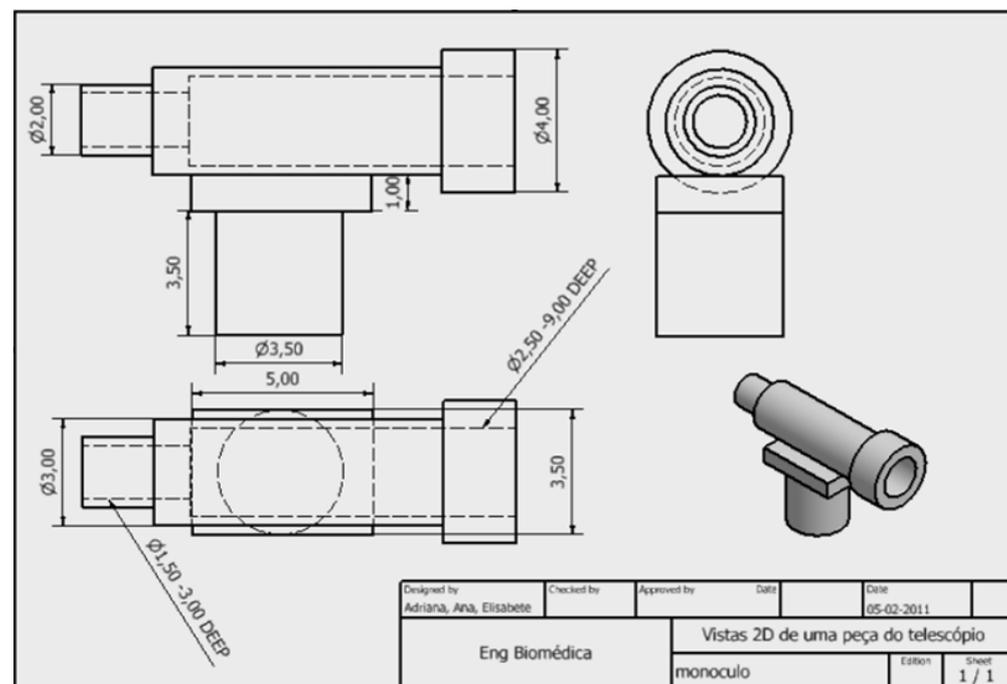
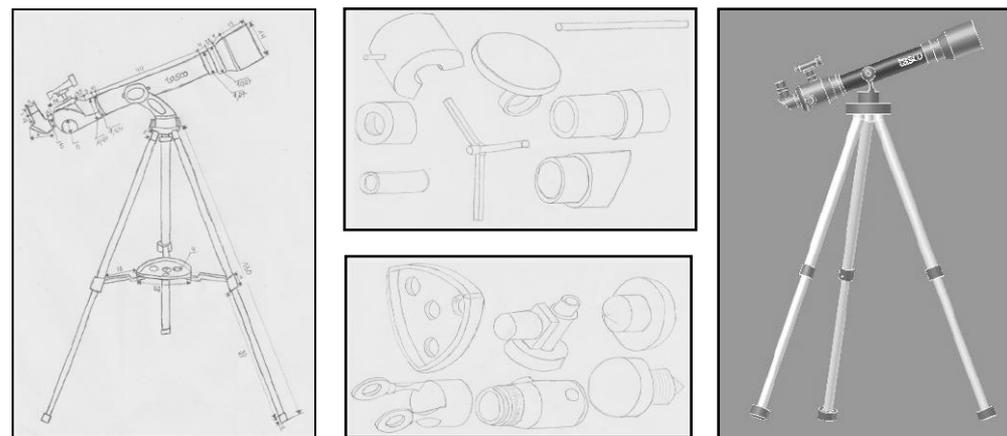
Nesta figura podem observar-se **esboços à mão livre do conjunto** e de componentes individuais, os quais são usados para estudos prévios.

Ainda nesta figura está representado um **modelo computacional em sólidos do conjunto montado**, a partir do qual se podem realizar estudos complementares e obter desenhos técnicos em multivistas.

Finalmente, na figura no lado apresenta-se **um desenho em multivistas de um dos componentes** do telescópio.

Estes exemplos podem facilmente ser associados a **diferentes fases** do processo de desenvolvimento do produto.

Em todas as etapas é importante que se tenha sempre presente a **implementação final** e a **viabilidade do produto**.





O desenvolvimento de tecnologias de conceção e desenho assistido por computador, vulgarmente designadas pela sigla inglesa **CAD** (*Computer Aided Design*) deu origem a uma verdadeira revolução nos métodos tradicionais de desenho.

Graças aos impressionantes avanços, tanto ao nível do *software*, como do *hardware*, foi possível aos utilizadores usufruir de computadores a preços acessíveis, e, deste modo, terem ferramentas e programas informáticos de auxílio ao desenho técnico.

Os sistemas CAD possibilitam diferentes métodos de representação de modelos, nomeadamente através de **elementos bidimensionais** (linhas, letras, algarismos, etc.) como no tradicional desenho técnico, ou de **entidades tridimensionais** (superfícies, sólidos, etc.).

É ainda possível atribuir **propriedades aos objetos** modelados nos sistemas CAD, tal como o tipo de material, a **massa**, a **textura das superfícies**, entre muitas outras características.

Deste modo, a elaboração de documentação técnica, incluindo diversos tipos de desenhos técnicos é facilitada sobremaneira pelos sistemas CAD, promovendo **o intercâmbio e a interoperabilidade da informação técnica** nas diversas áreas da engenharia.

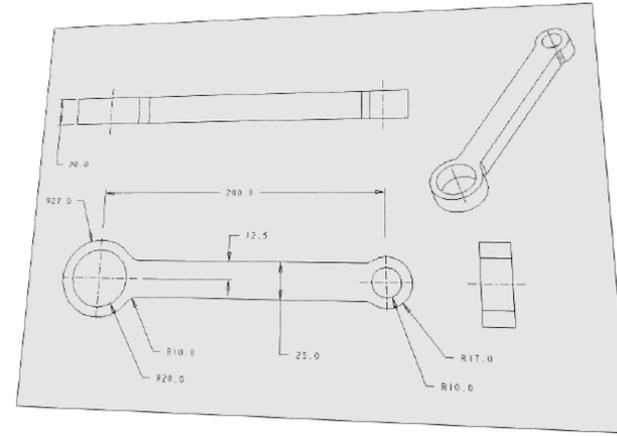
Uma das grandes vantagens dos sistemas CAD tem a ver com a possibilidade de criar **modelos sólidos paramétricos** dos objetos, sendo que as dimensões dos seus elementos geométricos podem ser facilmente alteradas e ajustadas.

Uma outra característica muito interessante dos sistemas CAD prende-se com a possibilidade de realizar **montagens**, isto é, juntar ou agrupar, de forma lógica e coerente, diversos componentes ou peças que formam um conjunto funcional.

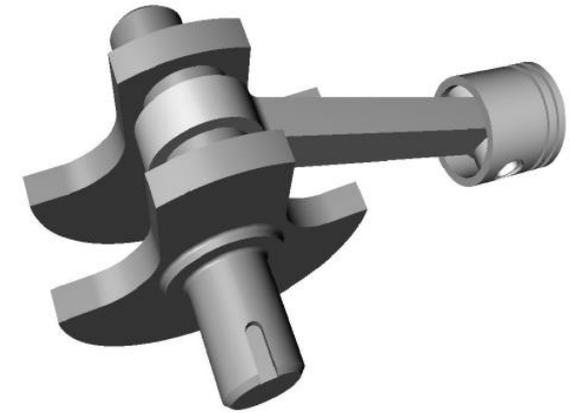
De seguida apresentam-se alguns exemplos demonstrativos dos conceitos anteriormente descritos.



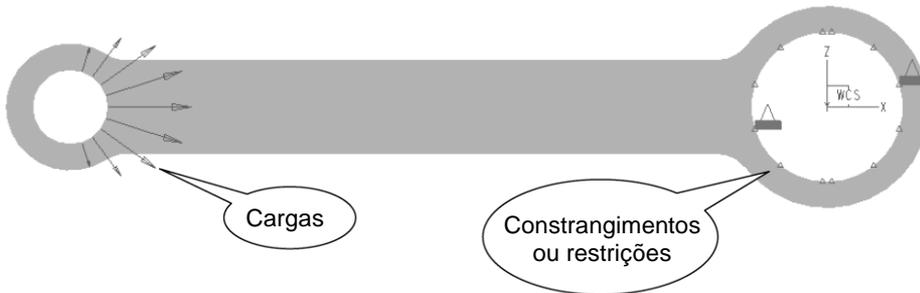
Modelo sólio de biela



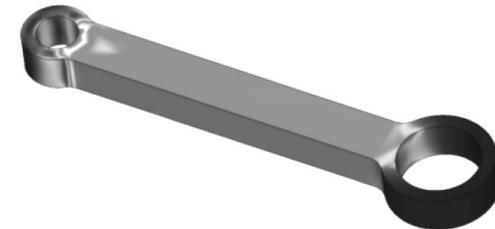
Projeções da biela



Biela-manivela com pistão



Aplicação de cargas e de condições de fronteira



Comportamento estrutural

O desenho técnico, tal como existe hoje, surge no decorrer da [revolução industrial do século XIX](#), aquando do aparecimento das primeiras normas, cujo principal objetivo se prendia com a [uniformização](#) do modo de [utilização da geometria descritiva como linguagem gráfica](#) de engenharia e arquitetura.

Com o advento daquela revolução, o projeto e fabrico de máquinas e componentes requeriam, por um lado, maior rigor na sua representação e, por outro, os diferentes profissionais necessitavam de uma linguagem comum para comunicar.

A normalização em desenho técnico foi também fortemente impulsionada pelas duas [grandes guerras](#) e do surgimento dos principais [organismos internacionais](#) tal como o *International Organization for Standardization* (ISO).

A normalização de desenho técnico tem como finalidade estabelecer [regras e procedimentos](#) para representar os objetos de modo claro e uniforme, bem como [simplificar a execução](#) de um produto ou serviço.



Segundo a norma NP EN 45020:2001, **normalização** diz respeito a uma “atividade conducente à obtenção de soluções para problemas de carácter repetitivo, essencialmente no âmbito da ciência, da técnica e da economia, com vista à **realização do grau ótimo de organização** num dado domínio”.

Norma é um documento escrito e aprovado pelos organismos competentes que contém prescrições técnicas elaboradas com base em conhecimentos científicos e tecnológicos.

Normalizar consiste em definir, unificar e simplificar tanto os produtos acabados, como os elementos que se empregam para os produzir.

Definir significa precisar qualitativa e quantitativamente todos os materiais, objetos e elementos que se utilizam na produção, bem como os próprios produtos finais.

Unificar e **simplificar** têm em vista reduzir as variedades supérfluas de todos os materiais, elementos e operações, quer do processo de produção, quer dos produtos finais.

Em Portugal, o organismo responsável pela normalização é o **Instituto Português da Qualidade** (IPQ).

NP – Normas Portuguesas (e.g. NP 48:1968)

NP EN – Normas Portuguesas provenientes de normas europeias (e.g. NP EN 150 128-21:2002)

NP ISO – Normas Portuguesas provenientes de normas ISO (e.g. NP ISO 128-22:2002)

EN ISO – Normas europeias proveniente de normas ISO (e.g. EN ISO 216:2001)

NP EN ISO – Normas portuguesas provenientes de normas europeias e ISO (e.g. NP EN ISO 6284:2002)

A figura de baixo refere-se a uma visão geral da norma NP 48:1968 relativa aos formatos de papel.

NORMA PORTUGUESA DEFINITIVA	DESENHO TÉCNICO Formatos	NP-48 1968	
Desenho técnico. Formatos			
<p>1 — OBJECTIVO</p> <p>A presente Norma destina-se a estabelecer as dimensões dos formatos finais dos papéis de desenho, bem como as dimensões dos formatos brutos que, em correspondência com os primeiros, asseguram as margens suplementares necessárias à execução.</p> <p>2 — FORMATOS</p> <p>Como formatos finais de desenhos adoptam-se os formatos da série A (veja-se a Norma NP-17) indicados no quadro I, que inclui também os formatos brutos correspondentes.</p>			
QUADRO I			
Designação do Formato	Formatos finais		Formatos brutos Dimensões em mm
	Dimensões em mm	Área em m ²	
2A0	1 189 × 1 682	2,00	1 230 × 1 720
A0	841 × 1 189	1,00	880 × 1 230
A1	594 × 841	0,50	625 × 880
A2	420 × 594	0,25	450 × 625
A3	297 × 420	0,1250	330 × 450
A4	210 × 297	0,0625	240 × 330
A5	148 × 210	0,0312	—
A6	105 × 148	0,0156	—
<p>3 — APLICAÇÃO DOS FORMATOS</p> <p>a) <i>Formatos finais</i> (cópias cortadas): devem ser adoptados em todos os desenhos técnicos, cópias, desenhos impressos e papéis impressos de desenho.</p> <p>b) <i>Formatos brutos</i>: utilizam-se em especial nos papéis para desenhos, opacos ou transparentes, e nos papéis para reprodução de desenhos.</p>			
(Continua)			
<p>Port. n.º 18 845, de 1958-9-25 Port. n.º 19 847, de 1962-11-27 Port. n.º 28 751, de 1986-12-4</p>		<p>Elaborada pela Comissão Técnica Portuguesa de Normalização de Desenhos</p>	

NP-48 (1968) p. 2		
4 — LARGURA NORMAL DOS ROLOS DE PAPEL PARA DESENHO		
<p>As larguras normais dos rolos de papel para desenho são 125 cm e 90 cm. A utilização mais favorável destes rolos para obtenção dos formatos brutos é a indicada no quadro II.</p>		
QUADRO II		
Formatos	Obtenção dos formatos brutos a partir de rolos com largura normal (Dimensões em milímetros)	
	Largura 1250	Largura 900
2A0	1 230 + 20	—
A0	1 230 + 20	880 + 20
A1	2 × 625	880 + 20
A2	2 × 625	2 × 450
A3	2 × 450 + 330 + 20	2 × 450
A4	3 × 330 + 240 + 20	2 × 330 + 240
<p>5 — FORMATOS ALONGADOS</p> <p>5.1 — Em casos especiais poderão ser utilizados formatos finais alongados, que se obtêm a partir de cada formato da série A multiplicando o seu lado menor por um factor <i>P</i> tal que:</p> <ul style="list-style-type: none"> — para os formatos A6 até A1, <i>P</i> é um múltiplo inteiro e maior que 1, da fracção $\frac{1}{4}$, — para o formato A0, <i>P</i> é um múltiplo inteiro e maior que 1, da fracção $\frac{1}{2}$. <p>5.2 — Os formatos alongados serão designados antepondo à designação do formato normal do que derivam o factor <i>P</i>.</p> <p><i>Exemplos:</i></p>		



Apresenta-se, de seguida, um **conjunto diversificado de questões** relativo à introdução ao desenho técnico.

- Diga o que entende por representação gráfica.
- Distinga desenho artístico de desenho técnico.
- Apresente três exemplos de desenhos técnicos projetivos.
- Discuta a importância do método de Monge no desenho técnico.
- Quais os principais elementos associados ao método de Monge?
- Diga quais são os principais tipos de desenho técnico.
- Defina desenho de conjunto.
- O que entende por desenho de conceção?
- Caracterize o desenho técnico em perspetiva.
- Compare os desenhos técnicos em multivistas e em perspetiva.
- O que entende por desenho de componente?
- Apresente as principais fases ou etapas do desenvolvimento de produto.
- Faça uma breve reflexão sobre a aplicação dos sistemas CAD como ferramenta de apoio ao desenho técnico.
- Discuta a importância da normalização no âmbito do desenho técnico.

Apresentam-se em seguida as [principais fontes bibliográficas](#) utilizadas na preparação deste documento:

- Cunha, L.V. (2008) *Desenho Técnico*. 14ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- Flores, P., Marques, F. (2016) *Desenho e Representação Gráfica. Apresentação da Unidade Curricular*. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, publicação interna, Guimarães, Portugal, 20p.
- French, T.E., Vierck, C.J., Foster, R.J. (1993) *Engineering Drawing and Graphic Technology*. 14th Edition. McGraw-Hill.
- International Standard Organization, ISO 10209 (2012) *Technical product documentation - Vocabulary - Terms relating to technical drawings, product definition and related documentation*.
- International Standard Organization, ISO 11442 (2006) *Technical product documentation - Document management*.
- Morais, J.M.S. (2009) *Desenho Técnico Básico*. Volume 3, Desenho de Construções Mecânicas. 23ª Edição. Porto Editora, Porto.
- Silva, A., Ribeiro, C.T., Dias, J., Sousa, L. (2004) *Desenho Técnico Moderno*. 11ª Edição. Lidel. Lisboa.
- Shigley, J.E., Mischke, C.R. (1989) *Mechanical Engineering Design*. 5th Edition. McGraw-Hill. NewYork.