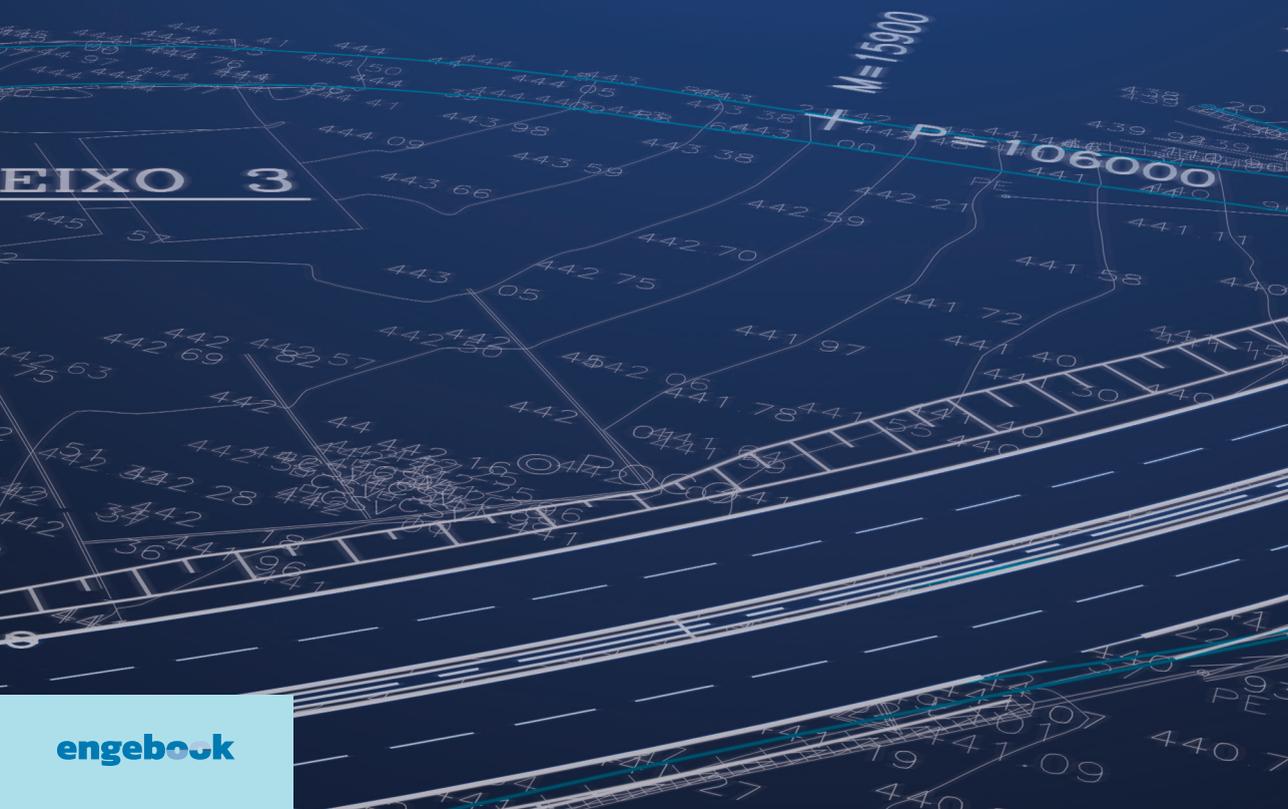


DESENHO TÉCNICO

para Arquitetura,
Engenharia e Construção (AEC)

RICARDO COSTA



AUTOR

Ricardo Costa

TÍTULO

Desenho Técnico – para Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)

EDIÇÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

CHANCELA

Engebook – Conteúdos de Engenharia e Gestão

PARCEIRO DE COMUNICAÇÃO

Construção Magazine – Revista Técnica e Científica de Engenharia Civil

APOIO INSTITUCIONAL

IPQ – Instituto Português da Qualidade

APOIO À EDIÇÃO

CENFIM – Centro de Formação Profissional da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica

ALPHA ENGENHARIA – Equipamentos e Soluções Industriais

REVISÃO

Publindústria, Produção de Comunicação, Lda.

DESIGN DE CAPA

Luciano Carvalho

Publindústria, Produção de Comunicação, Lda.



A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2018 | Publindústria, Produção de Comunicação, Lda.

Todos os direitos reservados a Publindústria, Produção de Comunicação, Lda. para a língua portuguesa.

A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, no todo ou em parte, sob qualquer forma ou meio, seja eletrónico, mecânico, de fotocópia, de gravação ou outros sem autorização prévia por escrito do autor.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU

744 Desenho linear e geométrico. Desenho técnico

ISBN

Papel: 9789898927071

E-book: 9789898927088

Booki – Catalogação da publicação

Família: Engenharia

Subfamília: Desenho Técnico

Prefácio

O setor que abarca a *Arquitetura, Engenharia e Construção* é, atualmente mas também historicamente, um dos fundamentais da nossa sociedade, como o demonstram tanto os números da economia e o seu impacto na sustentabilidade, como os inúmeros e impressionantes testemunhos de construções de épocas idas que chegaram até nós.

Este setor conjuga uma técnica avançada e uma forte componente de gestão do processo e do produto com diversos aspetos culturais e humanos, e baseia-se numa forte interatividade e colaboração entre os seus numerosos intervenientes. Por outro lado, operando na conceção, desenvolvimento, produção e manutenção, envolve quantidades cada vez maiores de informação. Ora, a combinação de múltiplos intervenientes com muita informação confere à comunicação um papel fulcral.

Esta comunicação tem de possibilitar uma transferência rápida de grandes quantidades de informação de forma rigorosa, sintética e clara, ou seja, inteligível para os referidos intervenientes: dono de obra, equipa de arquitetura, gabinetes de projeto, fiscalização, empreiteiro, fornecedores de produtos, autoridades responsáveis, etc. Tem também de ser compatível com os novos formatos e protocolos digitais.

O *Desenho Técnico* é um dos instrumentos que assegura este processo de comunicação. Trata-se de uma linguagem, e, como as demais, apresenta um léxico, que é um conjunto de traços e símbolos, uma semântica, ou seja, o sentido desses traços e símbolos, e uma sintaxe, que são as regras que gerem o uso desses traços e símbolos.

O léxico do Desenho Técnico tem vindo a ser sistematicamente dilatado, sobretudo devido à ação de organizações ligadas à normalização, como a *ISO*, a *CEN* e o *IPQ*, que reconhecem a sua enorme importância organizacional e económica. Todavia, contrariamente às linguagens tradicionais, no Desenho Técnico o significado de cada símbolo ou traço, e o contexto em que devem ser aplicados, é definido de forma única e rigorosa – em direta oposição, pois, ao traço livre do artista.

Rigor, conhecimento, capacidade de operar com sistemas complexos, e mesmo sentido estético, são atributos incontornáveis de quem se queira lançar à escrita de uma obra atual e completa sobre o Desenho Técnico – aos quais ainda é necessário adicionar uma imensa capacidade de trabalho, dados os muitos tópicos a cobrir.

Tal obra terá de deixar claros os conceitos básicos e apresentar os elementos requeridos por quem pretenda dar os primeiros passos nesta linguagem técnico-gráfica, como os

estudantes, mas sem descurar os seus principais utilizadores, ou seja, os profissionais de *Arquitetura, Engenharia e Construção*. No que respeita a estes profissionais, esta obra terá de elencar de forma sistemática as normas aplicáveis e apresentar de forma sumária o conteúdo de cada uma, para que quem necessitar de interpretar ou representar algo suficientemente específico saiba que existe uma norma sobre esse assunto e a possa procurar.

Ora, Ricardo Costa tem todos os atributos acima elencados, como o demonstra este manual, de que impressionantemente é o único autor. E creio que a melhor forma de o leitor o confirmar é percorrer o seu índice, seleccionar os tópicos que mais lhe interessam, e folhear as páginas respetivas observando as cuidadas figuras e lendo o texto que as suporta e justifica.

Resta-me concluir com uma constatação ingrata: o autor deste manual de Desenho Técnico ousou refutar a afirmação de Fernando Pessoa de que uma linha é uma ficção: de facto, pelas mãos do autor desta obra, é possível descrever a realidade de forma totalmente rigorosa e inteligível com pouco mais que linhas a traço cheio e linhas a traço interrompido.

Paulo Providência
Coimbra, maio de 2018

Nota inicial

As obras em língua portuguesa dedicadas ao *Desenho Técnico* normalmente são excessivamente genéricas ou então focadas em domínios tecnológicos essencialmente do âmbito da Engenharia Mecânica, nomeadamente no *desenho de máquinas*, descurando a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

No entanto, o *Desenho Técnico* é fundamental para a indústria da AEC, existindo inclusivamente um conjunto de normas de *Desenho Técnico* sob a designação genérica *Desenhos de Construção*. Além disso, a transposição recente de normas internacionais de *Desenho Técnico* para a realidade nacional e com interesse para indústria da AEC alargou significativamente o conjunto de disposições normativas neste domínio em Portugal.

Por outro lado, os sistemas de *Desenho Assistido por Computador* (*Computer-Aided Design*, CAD) são atualmente ferramentas incontornáveis e que não podem deixar de ser tidos em conta no contexto do *Desenho Técnico*, o que nem sempre se verifica na bibliografia disponível.

Tendo em consideração os aspetos anteriores, julgou-se necessário um documento que, à semelhança de outros existentes, aborde os elementos do *Desenho Técnico* transversais a todas as áreas que dele façam uso mas que, para além disso, e contrariamente à maioria dos documentos disponíveis, também se foque nas especificidades da indústria da AEC, com forte ênfase na normalização e nas ferramentas CAD.

Este documento procura cumprir estes requisitos, surgindo no decurso das aulas lecionadas pelo autor na Universidade de Coimbra, tendo em vista constituir um auxiliar de apoio não só para os alunos mas também para profissionais da indústria da AEC.

Note-se ainda que, apesar deste documento abordar muitas disposições contidas em normas, nele apenas se discutem os aspetos essenciais, na ótica do autor, para guiar o leitor na interpretação das disposições destes documentos e para que este ganhe um entendimento genérico da sua relevância no âmbito do *Desenho Técnico*. Como tal, este documento não substitui, nem pretende substituir, a consulta das normas citadas, aconselhando-se a consulta direta das mesmas tendo em vista a identificação da totalidade dos elementos abrangidos por estas.

O presente trabalho resultou de diversas contribuições de colegas que generosamente se disponibilizaram para rever o documento, cederam desenhos, sugestões e opiniões, sendo de destacar as contribuições de Paulo Providência e Costa, João Negrão, Jorge Almeida e Sousa,

Miguel Ferreira, Álvaro Seco, Rui Simões e Alfredo Dias, a quem o autor agradece. O autor agradece ainda ao *Instituto Português da Qualidade* pela autorização em usar elementos das normas e à empresa *Infraestruturas de Portugal* pela cedência de desenhos.

Finalmente, o autor agradece que incorreções, omissões ou sugestões, lhe sejam comunicadas para o endereço rjcosta@dec.uc.pt.

Ricardo Costa
Coimbra, maio de 2018

Conteúdo

Prefácio	v
Nota inicial	vii
Como usar este documento	ix
Conteúdo	xi
Abreviaturas	xvii
I Elementos introdutórios	1
1 Introdução	3
1.1 O Desenho técnico e a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção . . .	3
1.2 Os desenhos em papel, os sistemas CAD e o BIM	4
1.3 Princípios gerais de representação	6
2 Normalização em Desenho Técnico	9
2.1 Considerações gerais	9
2.2 Normas em vigor	10
II Aspectos gerais de Desenho Técnico	17
3 Formatos, composição, apresentação e organização de desenhos	19
3.1 Formatos de folhas de desenho	19
3.2 Elementos gráficos de folhas de desenho	22
3.2.1 Esquadria	22
3.2.2 Marcas de corte e de centragem	22
3.2.3 Sistema de grelhas de referência	24
3.2.4 Legendas	24

3.3	Dobragem de folhas de desenho	26
3.3.1	Dobragem de folhas sem margem de fixação (<i>em maço</i>)	26
3.3.2	Dobragem de folhas com margem de fixação (<i>em fascículos</i>)	26
3.4	Escalas	28
3.5	Listas de peças	32
3.6	Organização dos documentos	33
4	Regras e procedimentos gerais	35
4.1	Linhas	35
4.1.1	Tipos de linhas	35
4.1.2	Dimensões das linhas	36
4.1.3	Cores e designação das linhas	37
4.2	Escrita normalizada	38
4.3	Cotagem e referênciação	40
4.3.1	Generalidades	40
4.3.2	Elementos de cotagem	43
4.3.3	Métodos de cotagem	55
4.4	Cortes e secções	58
4.4.1	Conceitos gerais	58
4.4.2	Representação de áreas em corte e secção	62
4.5	Símbolos diversos	65
5	Regras e procedimentos vocacionados para sistemas CAD	69
5.1	Linhas em sistemas CAD	69
5.2	Escrita normalizada em sistemas CAD	71
5.3	Camadas (<i>layers</i>)	75
5.4	Aspetos correntes na utilização de sistemas CAD	76
5.4.1	Área de desenho, dimensões do desenho e escala	76
5.4.2	Camadas e cores de linhas	77
5.4.3	Gestão dos tipos e espessura das linhas	77
5.4.4	Disposição de texto	78
5.4.5	Blocos	79
5.4.6	Desenhos paramétricos	79
5.4.7	Reutilização de conteúdos	81
6	Métodos de projeção	83
6.1	Considerações gerais	83
6.1.1	Definições e convenções	83
6.1.2	Métodos de projeção	85
6.1.3	Invariantes	86
6.2	Representações ortográficas	88
6.2.1	Projeção no primeiro diedro	90

6.2.2	Projeção no terceiro diedro	91
6.2.3	Disposição de vistas segundo setas referenciadas	93
6.2.4	Representação ortográfica refletida ou espelhada	96
6.2.5	Construção de representações ortográficas	96
6.3	Geometria cotada	97
6.3.1	Retas	98
6.3.2	Planos	102
6.3.3	Métodos auxiliares em geometria cotada	105
6.3.4	Aplicações elementares	107
6.4	Representações axonométricas	112
6.4.1	Generalidades	112
6.4.2	Princípios gerais em representações axonométricas	113
6.4.3	Representações axonométricas ortogonais	114
6.4.4	Representações axonométricas oblíquas	120
6.4.5	Construção de representações axonométricas	123
6.5	Perspetiva central	130
6.5.1	Generalidades	130
6.5.2	Tipos de perspetiva central	133
6.5.3	Construção da perspetiva central	134
6.5.4	Perspetiva central de pontos	137
6.5.5	Perspetiva central de retas	139
6.5.6	Perspetiva central de figuras planas e de sólidos	142
6.5.7	Perspetiva central de pontos dispostos ao longo de uma reta	144
6.5.8	Perspetiva central sobre planos de projeção inclinados	145
6.5.9	Aspetos a considerar na construção de perspetivas centrais	145
III Desenho Técnico para Arquitetura, Engenharia e Construção		149
7	Regras e procedimentos gerais na indústria da AEC	151
7.1	Considerações gerais	151
7.2	Linhas em Desenhos de Construção	152
7.3	Escrita	157
7.4	Indicação de tolerâncias	157
7.5	Desenhos de projetos de reabilitação	158
8	Referenciação e organização em desenhos na indústria da AEC	161
8.1	Sistemas de designação de edifícios e partes de edifícios	161
8.1.1	Considerações gerais	161
8.1.2	Edifícios e partes de edifícios	162
8.1.3	Pisos e andares	162
8.1.4	Compartimentos	164

8.1.5	Elementos estruturais	165
8.2	Disposição dos conteúdos nas folhas de desenho	166
8.3	Referenciação, posicionamento e orientação de figuras em folhas de desenho	169
8.4	Organização e designação de camadas e ficheiros em sistemas CAD	174
8.4.1	Regras de codificação do nome das camadas	174
8.4.2	Estrutura dos nomes das camadas	175
8.4.3	Documentação das regras de codificação e da estrutura de um sistema de designação de camadas	175
8.4.4	Nomes de ficheiros	184
9	Projeto de edifícios	187
9.1	Disposições gerais	187
9.2	Fases de um projeto	188
9.2.1	Programa preliminar	188
9.2.2	Programa base	188
9.2.3	Estudo prévio	189
9.2.4	Anteprojeto ou projeto base	190
9.2.5	Projeto de execução	190
9.3	Métodos de projeção	191
9.4	Desenhos modulares	192
9.5	Malha de projeto ou de referência	193
9.6	Tipos de desenhos	196
9.6.1	Desenhos de disposição geral	197
9.6.2	Desenhos de montagem, componente e pormenor	197
9.6.3	Desenhos de gama de componentes e/ou mapas	198
10	Desenhos de arquitetura	199
10.1	Considerações gerais	199
10.2	Representação simbólica em desenhos de disposição	200
10.2.1	Paredes e pavimentos em corte	200
10.2.2	Escadas e rampas em planta	200
10.2.3	Planos inclinados em planta	202
10.2.4	Vãos	203
10.2.5	Tetos falsos em planta	208
10.2.6	Aberturas e reentrâncias	208
10.2.7	Aparelhos sanitários	209
10.2.8	Desenhos de paisagismo	209
10.3	Peças desenhadas de um projeto de arquitetura	214
10.3.1	Planta de localização	214
10.3.2	Desenhos de implantação	216
10.3.3	Plantas	217
10.3.4	Cortes gerais	228

10.3.5	Alçados	232
10.3.6	Cortes de pormenorização	233
10.3.7	Pormenores de execução	234
10.3.8	Mapas de vãos	236
10.3.9	Mapas de acabamentos	237
11	Desenhos de estruturas	243
11.1	Considerações gerais	243
11.2	Desenho de modelos estruturais	244
11.3	Desenhos de estruturas de betão armado e pré-esforçado	246
11.3.1	Tipos de desenhos	246
11.3.2	Considerações gerais	247
11.3.3	Desenhos definidores da estrutura	248
11.3.4	Desenhos de armaduras	257
11.3.5	Mapas de armaduras	273
11.3.6	Estruturas prefabricadas	281
11.4	Desenhos de estruturas metálicas	287
11.4.1	Disposições genéricas	287
11.4.2	Designação/identificação de elementos metálicos	288
11.4.3	Desenhos de projeto	290
11.4.4	Desenhos de execução	293
11.4.5	Desenhos de montagem	295
11.4.6	Representação de elementos de fixação	298
11.4.7	Representação de soldaduras	306
12	Desenhos de instalações	317
12.1	Considerações gerais	317
12.2	Desenhos de disposição em instalações	319
12.2.1	Representação em projeção ortográfica	319
12.2.2	Representação em perspetiva isométrica	322
12.2.3	Símbolos gráficos	324
12.2.4	Exemplos de aplicação	326
12.3	Desenhos de pormenor em instalações	329
12.3.1	Considerações gerais	329
12.3.2	Exemplos de aplicação	329
13	Desenho topográfico e de vias de comunicação rodoviárias	333
13.1	Considerações gerais	333
13.2	Representação da superfície terrestre recorrendo a curvas de nível	335
13.2.1	Aspetos gerais	335
13.2.2	Características das curvas de nível	337
13.2.3	Identificação de acidentes do terreno	338

13.2.4	Vantagens e desvantagens da representação do terreno por curvas de nível	340
13.2.5	Aplicações do desenho topográfico	342
13.3	Desenhos de vias de comunicação rodoviárias	348
13.3.1	Plantas	349
13.3.2	Perfis longitudinais	349
13.3.3	Perfis transversais	351
 Anexos		
Anexo A	Terminologia para Arquitetura, Engenharia e Construção	357
Anexo B	Elementos para interpretação de desenhos de betão armado	363
Anexo C	Elementos para desenho de estruturas metálicas	369
C.1	Dimensões de elementos lineares de aço para aplicações estruturais	369
C.1.1	Varões de aço laminados a quente	370
C.1.2	Barras quadradas de aço laminadas a quente (vergalhões)	370
C.1.3	Barras retangulares de aço laminadas a quente	371
C.1.4	Barras hexagonais de aço laminadas a quente	372
C.1.5	Cantoneiras de abas iguais e desiguais	373
C.1.6	Perfis em T de aço laminado a quente	374
C.1.7	Perfis tubulares	376
C.1.8	Perfis estruturais em U	377
C.1.9	Perfis estruturais em I e H	377
C.2	Ligadores mecânicos	384
C.2.1	Designação de sistemas ou componentes	385
C.2.2	Conjuntos para ligações aparafusadas estruturais para aplicações com pré-esforço – sistema HR	387
C.2.3	Conjuntos para ligações aparafusadas estruturais para aplicações com pré-esforço – sistema HV	387
C.2.4	Conjuntos para ligações aparafusadas estruturais para aplicações com pré-esforço – sistema HRC	391
Anexo D	Simbologia para desenhos de instalações	395
D.1	Regulamentos de distribuição e drenagem de águas	395
D.2	Simbologia preconizada pela NP EN ISO 6412	395
D.3	Simbologia preconizada pela NP EN ISO 4067-1	400
D.4	Cores e códigos de identificação de fluidos	403
Bibliografia		405
Índice		415

Capítulo 1

Introdução

1.1 O Desenho técnico e a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção

A indústria da *Arquitetura, Engenharia e Construção* (AEC), face à permanente pressão para o aumento de eficiência e, também, devido à redução dos constrangimentos geográficos decorrentes do desenvolvimento das tecnologias de comunicação, apresenta um caráter cada vez mais *colaborativo*, na medida em que requer uma forte interação entre intervenientes, e *global*, porque tem como mercado uma vasta região geográfica. Estas características requerem, agora mais do que nunca, a adoção por parte dos seus intervenientes de processos de comunicação e partilha de informação claros e objetivos, como forma de eliminar ineficiências, atrasos, custos não programados, conflitos e, eventualmente, litígios. O *Desenho Técnico* (DT) é, em grande medida, a resposta a estas necessidades na medida em que proporciona um meio de comunicação eficaz entre intervenientes na indústria da AEC.

O *Desenho Técnico* constitui uma linguagem gráfica universal que conjuga as técnicas de *Geometria Descritiva* – ciência que tem por objeto a representação de objetos 3D – com um conjunto de *regras*, estabelecidas em normas ou meras recomendações, que podem ser vistas como a *gramática* desta linguagem. Assim, da mesma forma que uma linguagem verbal escrita requer o conhecimento do alfabeto, palavras, sintaxe, etc., o DT requer o conhecimento do significado da utilização de determinados tipos de linha, números, símbolos, etc., para a interpretação dos desenhos. Desta forma, a utilização universal da mesma *linguagem* gráfica (estabelecida em normas internacionais) é, por um lado, uma consequência, e, por outro lado, um fator para a promoção da prestação de serviços e do comércio na indústria da AEC a nível global.

O DT distingue-se do *desenho artístico* não só pela existência de *regras* e pela interpretação livre de ambiguidades, mas também pela utilização de *representações convencionais e simbólicas*, i.e. não procura ser uma representação *realista*. Já o *desenho artístico* é subjetivo ao nível tanto da representação como da interpretação.

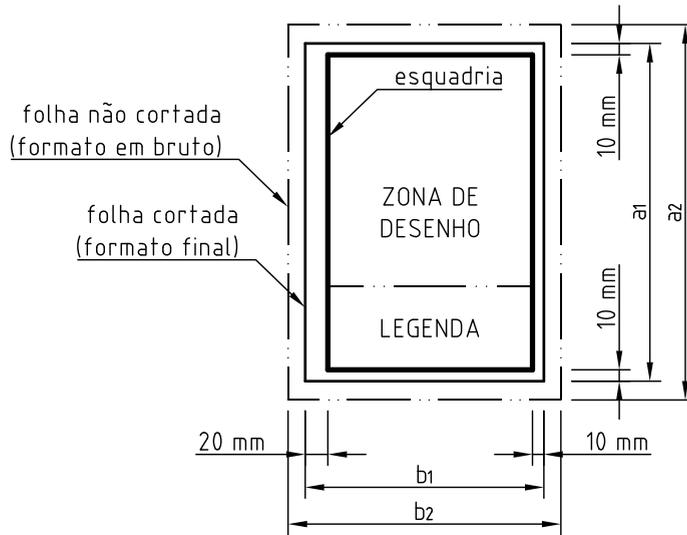


Figura 3.2: Folhas da série ISO-A: formato A4 na vertical.

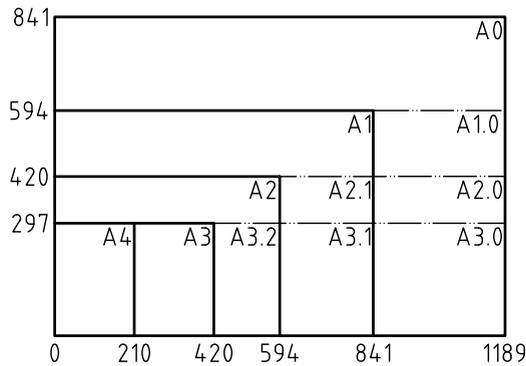


Figura 3.3: Folhas da série ISO-A (formatos finais, em mm) [63].

- (i) o lado maior de cada um dos formatos é igual ao lado menor do formato imediatamente superior e o lado menor é igual a metade do lado maior também do formato imediatamente superior;
- (ii) a área de cada um dos formatos é igual a metade da do formato imediatamente anterior;
- (iii) o lado maior de cada formato é igual à diagonal do maior quadrado que é possível inscrever nele.

Os formatos da série *alongada* resultam da combinação da dimensão do lado menor de um formato da série ISO-A (p. ex. A3, 297 mm) com a dimensão do lado maior de um outro formato também da série ISO-A maior que o anterior (p. ex. A2, 594 mm). Ao formato resultante atribui-se uma designação que envolve ambos os formatos – para o caso anterior, a designação do

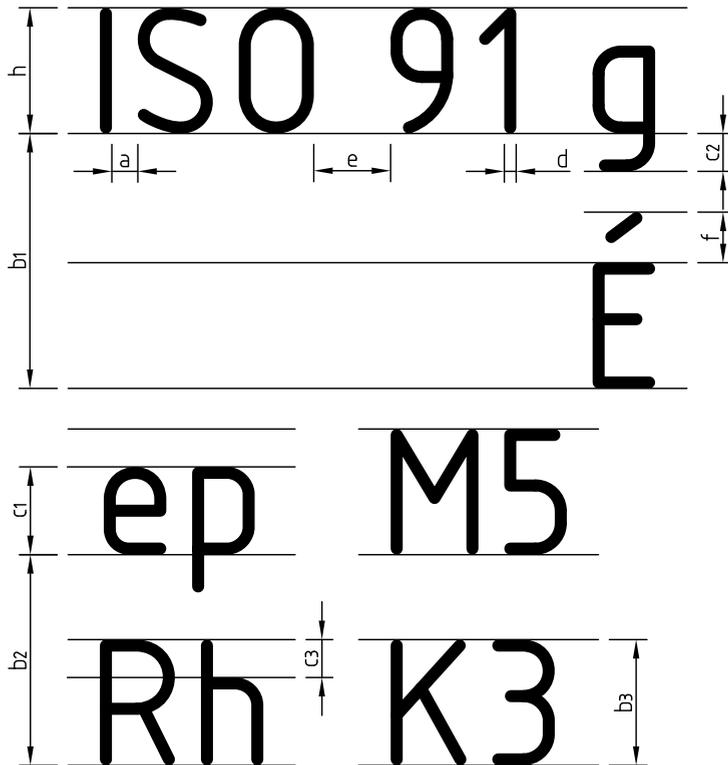


Figura 4.2: Simbologia para definição das dimensões da escrita na Tabela 4.7 [58].

são de evitar textos com altura excessiva e desproporcional em relação aos desenhos com os quais se relacionam, Fig. 4.3(b). A §7.3 apresenta algumas indicações para a altura da escrita em desenhos da indústria da AEC em função das dimensões da folha de desenho (§3.1) e do tipo de informação.

4.3 Cotagem e referenciação

4.3.1 Generalidades

A *cotagem* consiste na inscrição no desenho de *cotas* e/ou de outras indicações auxiliares relacionadas com as *cotas*. As *cotas* podem ser entendidas como os números e/ou símbolos que traduzem as dimensões lineares ou angulares dos objetos representados.

Numa primeira análise a *cotagem* pode parecer redundante, na medida em que facilmente se podem extrair dimensões de desenhos *à escala* (§3.4), quer no formato impresso, que no formato digital. No entanto a *cotagem* é imprescindível em *desenhos técnicos* essencialmente, por dois motivos [19]:

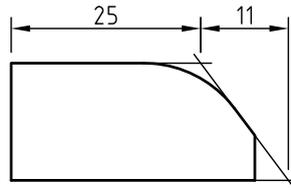


Figura 4.13: Linhas de extensão referenciadas a linhas de construção.

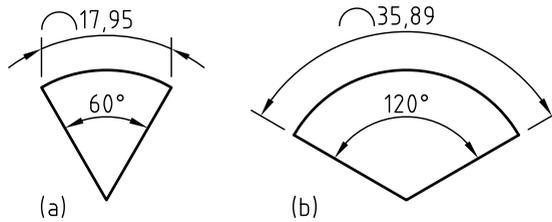


Figura 4.14: Linhas de extensão de arcos.

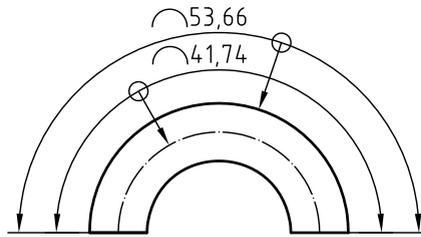


Figura 4.15: Clarificação do arco cujo comprimento é indicado.

- (i) ângulo ao centro inferior a 90° – *linhas de extensão* devem apresentar uma direção ortogonal à corda do arco de circunferência, Fig. 4.14(a);
- (ii) ângulo ao centro superior a 90° – *linhas de extensão* devem apresentar uma direção radial, Fig. 4.14(b).

Nos casos em que a relação entre o arco cujo comprimento está a ser indicado e o valor dimensional correspondente é ambígua, esta relação deve ser clarificada através de uma *linha de indicação* (§4.3.2.3) que termina com uma seta no arco cujo comprimento se quer cotar e se inicia com um ponto ou um círculo situado sobre a *linha de cota*, Fig. 4.15.

4.3.2.3 Linhas de indicação

Uma *linha de indicação* é uma linha a traço contínuo *fino* (linha tipo 01.1) que estabelece, de forma inequívoca, a ligação entre os elementos de uma representação gráfica e *anotações*¹⁰ [100]. As *linhas de indicação*:

¹⁰Alfanuméricas e/ou escritas, p. ex. notas, especificações técnicas, referências de artigos.

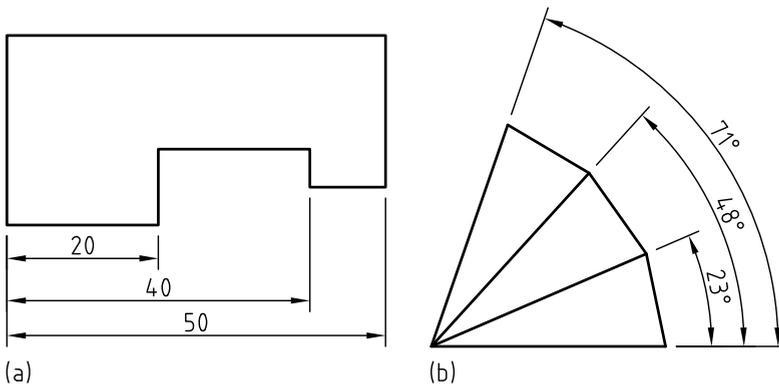


Figura 4.29: Cotagem em paralelo.

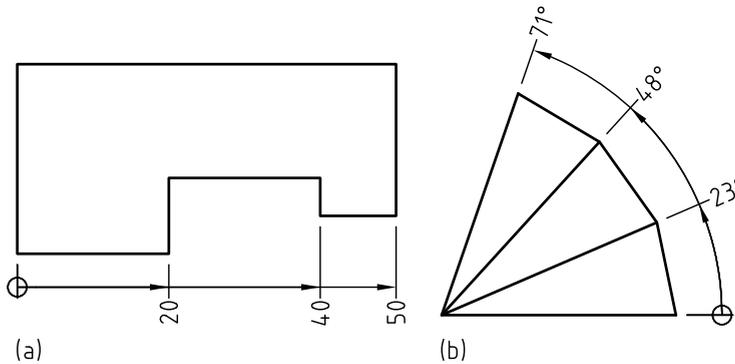


Figura 4.30: Cotagem sobreposta e valores dimensionais alinhados com a linha de extensão.

4.3.3.2 Cotagem sobreposta

A *cotagem sobreposta* é um método de cotagem alternativo à *cotagem em paralelo*, que deve ser adotado quando existem limitações de espaço que impedem a utilização desta última. Tal como o nome indica, neste método as *linhas de cota* são sobrepostas, o que não permite identificar de forma clara a origem comum às cotas, que, por isso, tem que ser assinalada pelo *círculo de origem* representado na Tabela 4.10 (símbolo n.º 7). Neste caso, os *valores dimensionais* podem ser dispostos junto à extremidade da *linha de cota* (i) alinhados com a *linha de extensão*, Fig. 4.30, ou (ii) acima da *linha de cota*, Fig. 4.31.

4.3.3.3 Cotagem em série

A *cotagem em série* é um método de cotagem no qual as *cotas* são dispostas em linha, umas a seguir às outras, sendo adequada quando as *cotas* pretendidas não apresentam uma referência comum, Fig. 4.32.

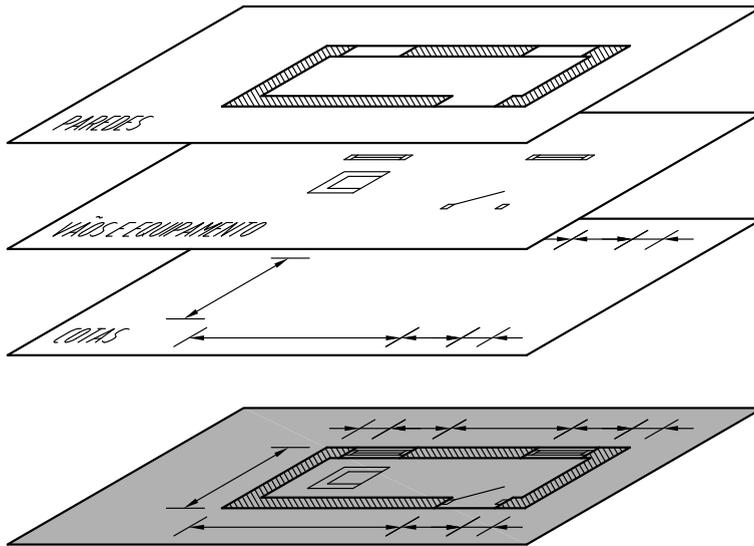


Figura 5.7: Analogia entre o desenho em *transparências* e a utilização de *camadas* em sistemas CAD.

decomposição da informação num ficheiro de CAD, de acordo com as diferentes necessidades dos utilizadores finais da informação;

- (iii) utilização de classificações nacionais ou internacionais, quando estas existem e se for apropriado.

Na §8.4 será abordada organização e designação de *camadas* em sistemas CAD na indústria da AEC.

5.4 Aspectos correntes na utilização de sistemas CAD

5.4.1 Área de desenho, dimensões do desenho e escala

Nos sistemas CAD a área onde é possível realizar desenhos não possui um tamanho definido e os seus limites podem ser configurados. Desta forma, contrariamente ao que ocorre no desenho manual – em que o desenhador tem que representar os objetos recorrendo a dimensões previamente determinadas para a *escala* pretendida, p. ex. um elemento com um metro de comprimento representado à ESCALA 1:100 deverá ser desenhado com 10 mm de comprimento –, no desenho em sistemas CAD os objetos podem ser representados através das suas medidas reais, havendo apenas de definir as unidades de representação do sistema CAD, p. ex. um elemento de um metro de comprimento será representado por um elemento com comprimento igual a uma unidade do sistema CAD se a unidade adotada neste sistema

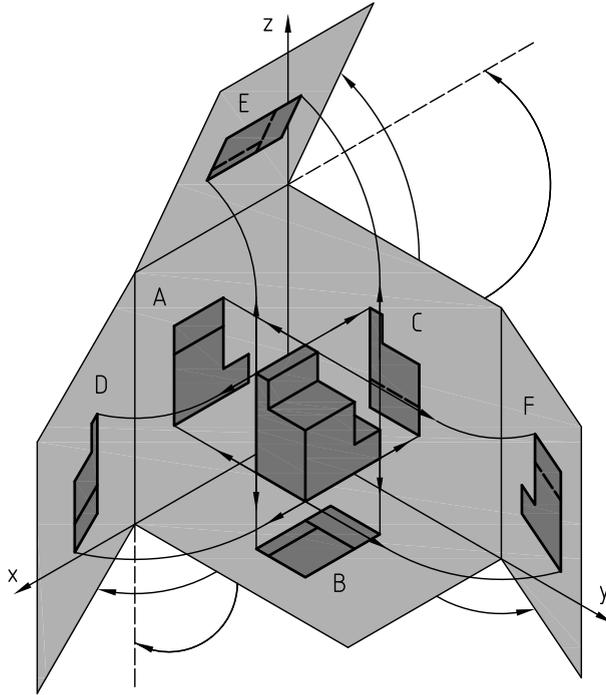


Figura 6.8: Planificação dos planos de projeção – método de projeção no primeiro diedro [85].

6.2.1 Projeção no primeiro diedro

O método de projeção no primeiro diedro² e o método de projeção no terceiro diedro³ são métodos de projeção ortográfica em que o arranjo das vistas em relação à vista principal e a posição relativa entre o objeto e o plano de projeção são predefinidos e fixos [85].

Na projeção no primeiro diedro, o objeto a ser representado é posicionado entre o observador e os planos de projeção e a posição das vistas relativamente à vista principal é definida pela rotação dos planos de projeção em torno de linhas paralelas aos eixos de coordenadas globais contidas no plano de coordenadas no qual a vista principal é projetada. Esta operação é análoga à planificação das faces do paralelepípedo que materializa o primeiro quadrante definido pelo sistema de eixos xyz (e que envolve objeto) com o plano de coordenadas xz (onde é projetada a vista principal), Fig.6.8.

Do processo anterior resulta a posição relativa para as vistas ilustrada na Fig.6.9 para o objeto representado na Fig.6.8. Assim, tomando como referência a vista principal:

- a vista B (vista de cima) é colocada por baixo;
- a vista E (vista por baixo) é colocada por cima;

²Também designado método de projeção europeu.

³Também designado método de projeção americano.

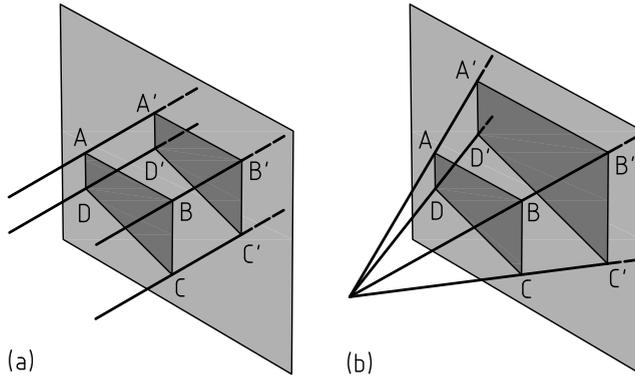


Figura 6.4: Linhas de projeção (a) paralelas e (b) convergentes.

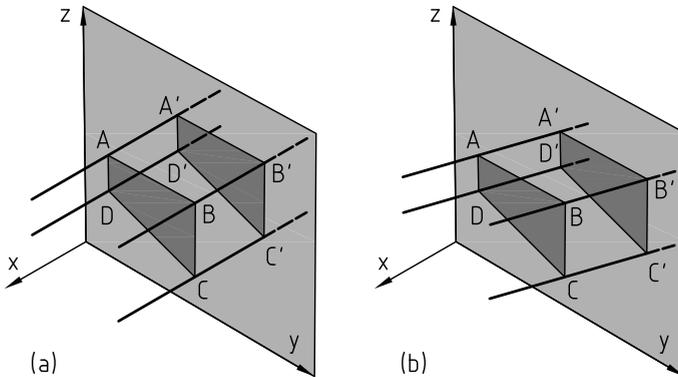


Figura 6.5: Posição das linhas de projeção relativamente ao plano de projeção (a) ortogonais e (b) oblíquas.

plano de projeção, que visam fornecer uma representação do objeto idêntica à imagem percebida pelo olho humano, e *representações não perspetivas* (NP) – neste documento as *representações perspetivas* serão genericamente referidas como *perspetivas*.

A Tabela 6.1 apresenta as combinações dos aspetos referidos anteriormente e os *métodos de projeção* resultantes, que serão sumariamente abordados nos §§6.2 a 6.5.

6.1.3 Invariantes

Invariantes são elementos do objeto representados *em verdadeira forma*, i.e. a sua projeção é geometricamente semelhante aos elementos correspondentes do objeto [84]. Os *invariantes* dependem do tipo de projeção e o seu conhecimento é útil na medida em que facilitam a construção expedita das projeções dos objetos:

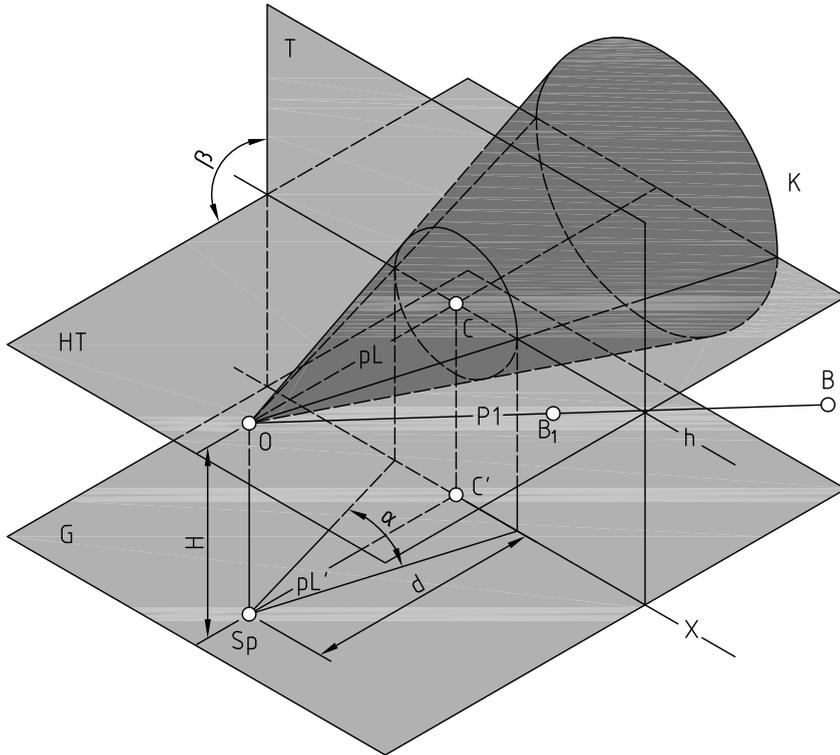


Figura 6.60: Alguns elementos intervenientes na construção de uma *perspetiva central*.

6.5.2 Tipos de perspetiva central

Tal como nas *representações axonométricas* (§6.4), diferentes orientações do *sistema de eixos de coordenadas* (XYZ) associado ao objeto em relação ao *plano de projeção* (T) dão origem a diferentes tipos de *perspetiva central*:

- (i) *método de projeção a um ponto* – um dos *planos de coordenadas* é disposto paralelamente ao *plano de projeção* (T) – esta disposição é designada *posição especial* – o que conduz a que (Fig. 6.61):
 - (a) a projeção das retas que contêm arestas do objeto paralelas ao *plano de projeção* (T) são paralelas às retas que contêm as arestas originais, p. ex. a projeção de retas horizontais é horizontal e a projeção de retas verticais é vertical – ver *invariantes da perspetiva central*, §6.1.3;
 - (b) a projeção de retas que contêm arestas do objeto perpendiculares ao *plano de projeção* (T) converge para o *ponto de fuga* (V) que por sua vez coincide com o *ponto principal* (C);
- (ii) *método de projeção a dois pontos* – apenas um *eixo de coordenadas* é paralelo ao *plano de projeção* (T) – normalmente o eixo Z é disposto na vertical quando o *plano de*

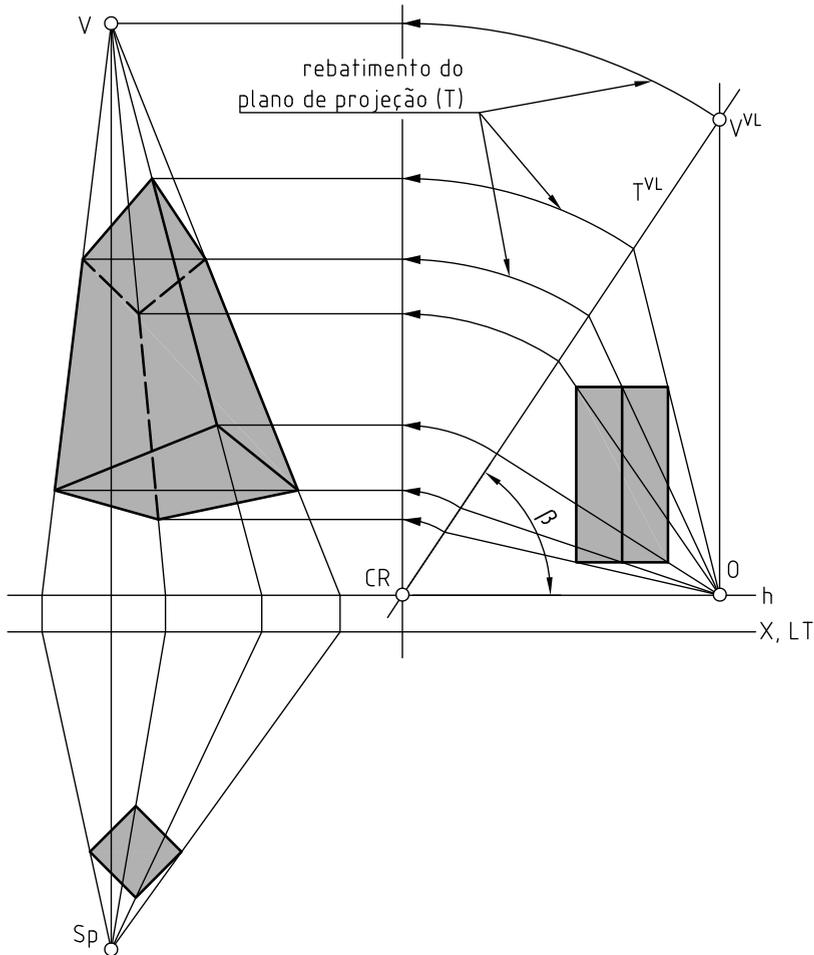


Figura 6.76: *Perspetiva central* de um objeto sobre um plano de projeção para $\beta < 90^\circ$.

- (i) se o objeto for colocado entre o *centro de projeção* (O) e o *plano de projeção* (T), a *projeção central* do objeto apresenta dimensões superiores às reais;
- (ii) se o objeto for colocado para além do *centro de projeção* (O) e do *plano de projeção* (T), a *projeção central* do objeto tem dimensões inferiores às reais;
- (iii) se o objeto estiver colocado para além do *centro de projeção* (O) e do *plano de projeção* (T) a dimensão da *projeção central* do objeto é tanto menor quanto maior a distância do objeto ao *plano de projeção* (T);
- (iv) se o objeto estiver colocado entre o *centro de projeção* (O) e o *plano de projeção* (T) a dimensão da *projeção central* do objeto é tanto maior quanto menor a distância do objeto ao *centro de projeção* (O).

algarismo 1, 2 ou 3 para o traço *fino*, *grosso* ou *extragrosso*, respetivamente, de outro ponto, e de um número correspondente à aplicação específica.²

Tabela 7.2: Exemplos de aplicações de linhas em desenhos da indústria da AEC [101].

n.º	descrição e exemplificação	ref.
01.1	linha a traço contínuo fino	
01.1.1	limites de materiais diferentes (alternativa a 01.2.2)	
	<p>(vista de cima (<i>planta</i>) de um pavimento com diferentes materiais)</p>	[95]
01.1.2	trajejados	
	<p>(secção vertical de uma parede)</p>	[102] (§4.4.2.1)
01.1.3	diagonais para indicação de aberturas, furos e reentrâncias	
	<p>(abertura numa parede)</p>	[95] (§10.2.6)
01.1.4	setas em escadas, rampas e outras superfícies inclinadas	
	<p>(escadas) (rampa)</p>	[95] (§10.2.2)
01.1.5	linhas de malha	
		[98] (§9.4) (§9.5)

(continua na página seguinte)

²Para uma listagem exaustiva das aplicações de cada tipo de linha no âmbito da indústria da AEC consultar a NP ISO 128-23 [101].

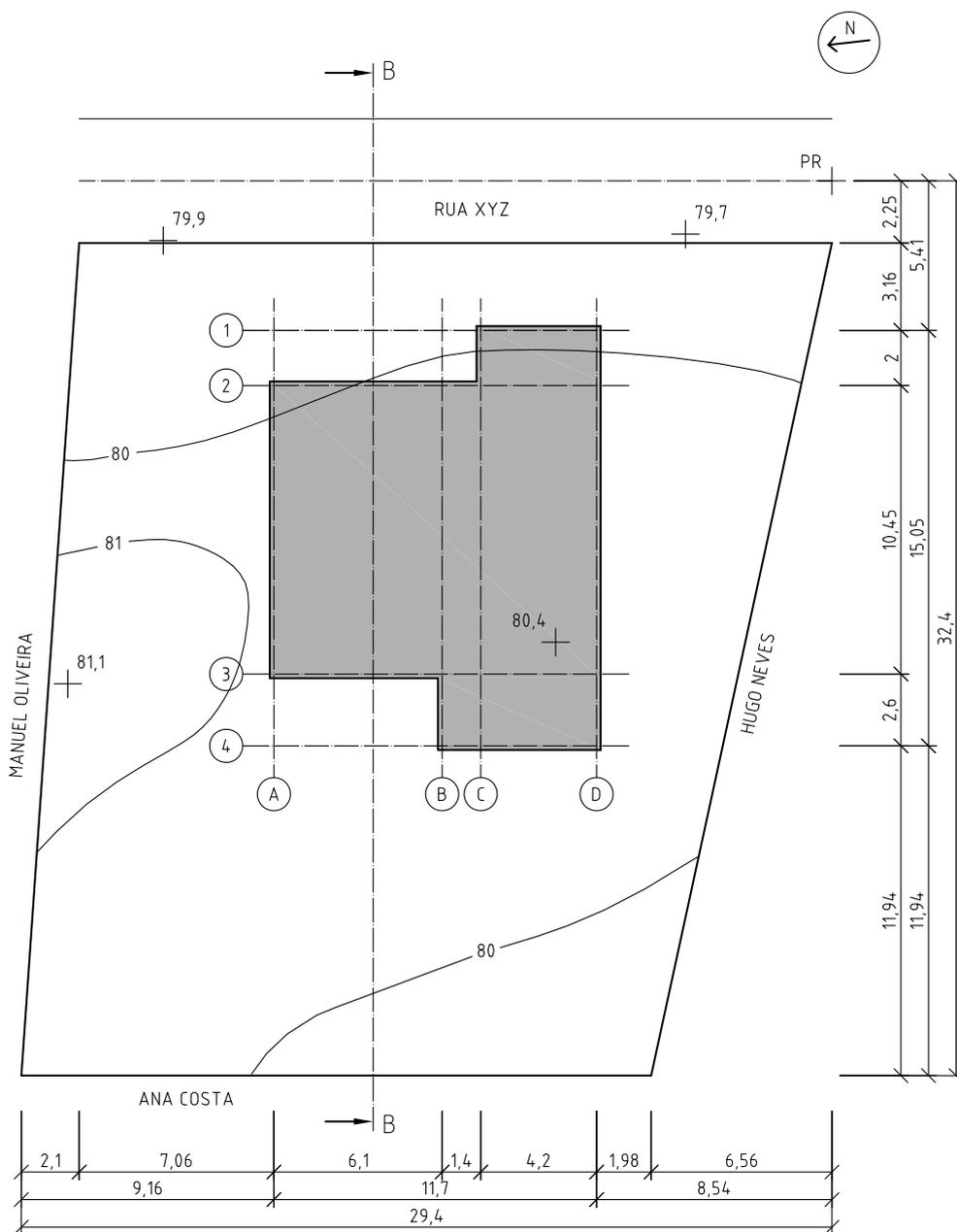


Figura 10.15: Desenhos de conjunto: planta de implantação com a malha de projeto.

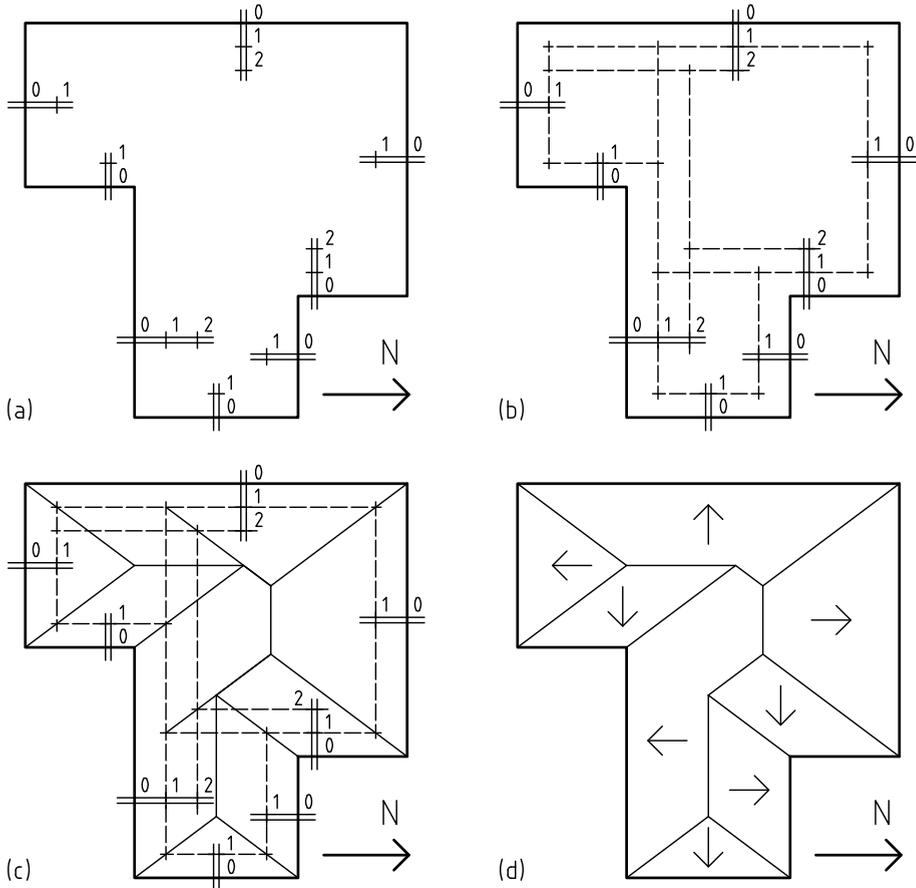


Figura 10.23: Procedimento para representação da *planta de cobertura*.

- (ii) traçado da cobertura em cada um dos polígonos simples de forma independente (ver procedimento anterior), Fig.10.25(b);
- (iii) sobreposição das coberturas dos polígonos simples, Fig.10.25(c);
- (iv) traçado da bissetriz dos ângulos gerados no contorno da cobertura pela sobreposição dos polígonos simples, Fig.10.25(c);
- (v) eliminar arestas embebidas, Fig.10.25(d).

Recorde-se que, como se referiu na §10.2.3, a NP EN ISO 7519 preconiza que os planos inclinados sejam representados em *planta* com linha a traço contínuo *fino* (linha tipo 01.1) e que a inclinação do plano seja indicada com uma seta no sentido descendente – Figuras 10.23(d), 10.24(c), 10.25(d) e 10.26.

CORTE B-B

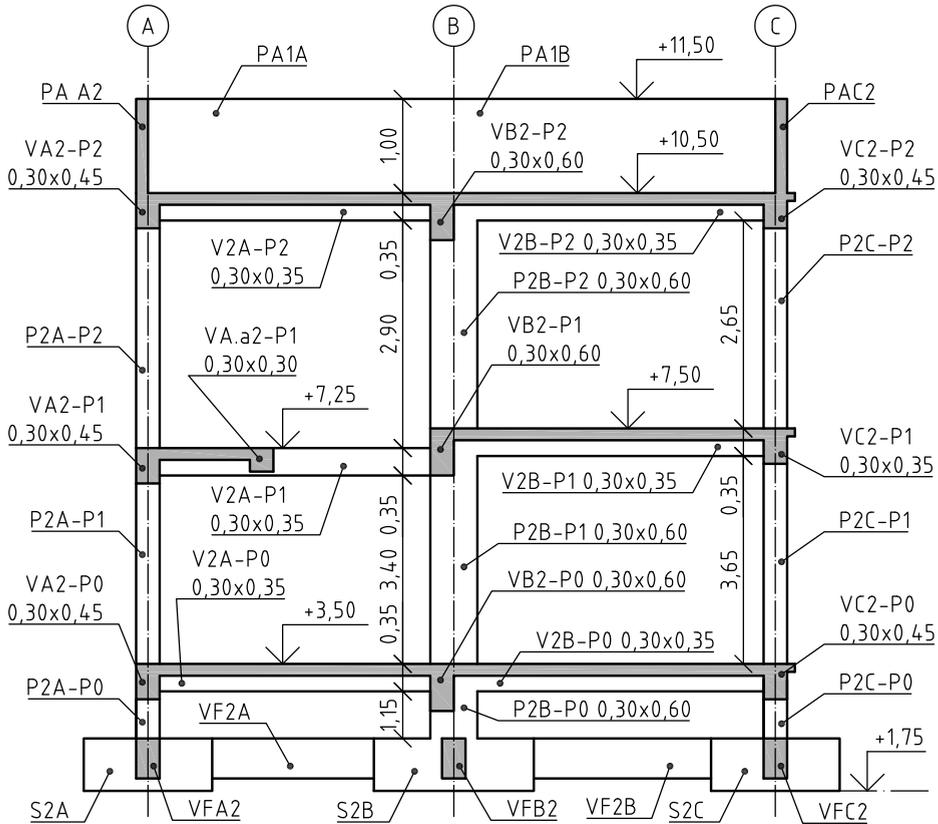


Figura 11.4: Corte geral (corte B-B identificado na planta de piso da Fig.11.2).

de coordenação e as linhas de eixo, Fig.11.6. Para indicar a posição destes elementos estruturais em relação às linhas de coordenação mais próximas também se podem usar como referência as suas faces em alternativa às suas linhas de eixo.

Tal como as linhas de coordenação dispostas ao longo dos eixos dos elementos, também as linhas de eixo dos pilares e das vigas devem ser desenhadas com linha a traço-ponto fino (linha tipo 04.1).

11.3.3.2 Pilares

Os pilares devem ser identificados individualmente inscrevendo a sua designação nas imediações da sua representação, se necessário usando linhas de indicação e referência (§§4.3.2.3 e 4.3.2.4). As dimensões da secção transversal dos pilares no toscó devem ser indicadas sob a forma de um produto, p.ex. $a \times b$, de forma consistente de maneira a que não existam dúvidas quanto à orientação dos lados do pilar, Fig.11.6. Se existir uma elevada repetição das secções transversais dos pilares, estas, bem como o seu posicionamento, podem ser indi-

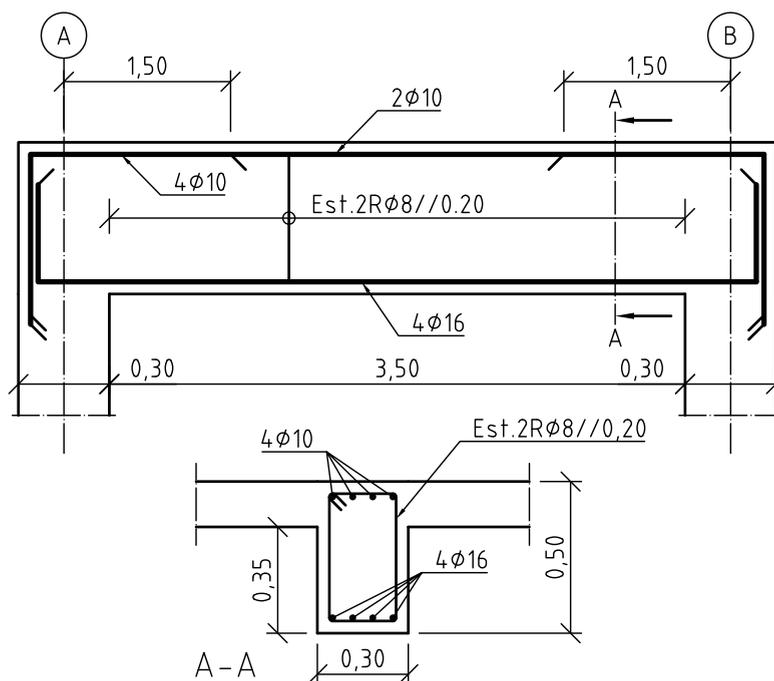


Figura 11.16: Exemplo de *desenho de projeto* das armaduras de uma viga.

Tabela 11.7: Simbologia para espaçadores e cavaletes em desenhos de betão armado.

espaçador/cavalete	vista lateral	vista de cima
espaçador	▲	■
espaçador contínuo	▬	▬
espaçador de extremidade	◻	◻
cavalete	∧	◻

(iii) *desenhos de oficina* – desenhos vocacionados para o corte e dobragem de armaduras com elevada repetição; normalmente, para este efeito, podem usar-se *mapas de armaduras*, i.e. listas de varões com formato padronizado (§11.3.5).

Tal como mostra a Fig. 11.17, os *desenhos de obra* devem indicar a posição dos espaçadores e cavaletes que garantem os recobrimentos e afastamentos entre armaduras preconizados pelo projetista de estabilidade – a Tabela 11.7 apresenta exemplos de símbolos de uso comum para este efeito.

Note-se ainda que os *mapas de armaduras* podem ser elaborados, mesmo não existindo repetição de formas nem grande volume de armaduras, para complementar os desenhos individualizados de cada elemento estrutural, de forma a identificar mais facilmente o número e a forma de cada tipo de varão.

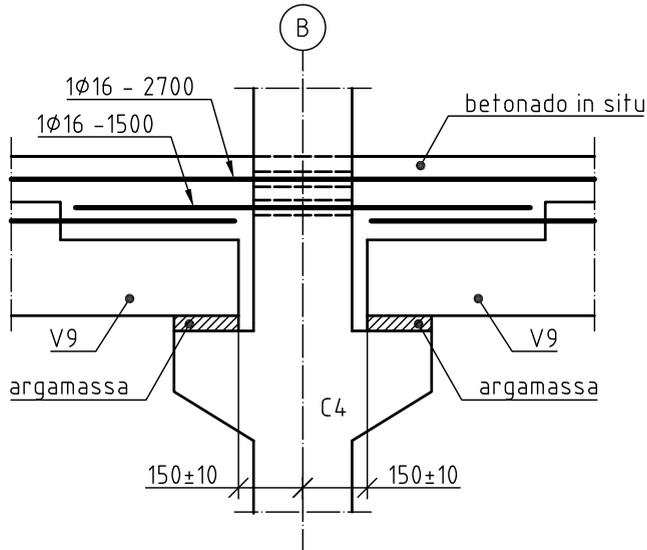


Figura 11.38: *Desenho de detalhe* de uma junta: corte vertical de uma junta de continuidade betonada *in situ*.

Tabela 11.17: Campos das *listas de componentes*.

posição	informação
1	designação dos componentes (referência, §8.1.5)
2	denominação dos componentes
3	número de componentes
4	massa (em quilogramas ou toneladas)
5	dimensões
6	massa total (em quilogramas ou toneladas)
7	referências especiais
8	observações

11.3.6.4 Listas de componentes

A *lista de componentes* corresponde a uma *lista de peças* (§3.5) dos componentes da estrutura prefabricada e deve incluir a informação apresentada na Tabela 11.17 (pela ordem indicada).

11.4 Desenhos de estruturas metálicas

11.4.1 Disposições genéricas

Em engenharia civil, a construção em aço é frequentemente materializada por estruturas reticuladas constituídas por elementos com secção transversal constante e normalizada (Anexo C), cujas ligações podem ser parcial ou integralmente produzidas em fábrica. Em virtude des-

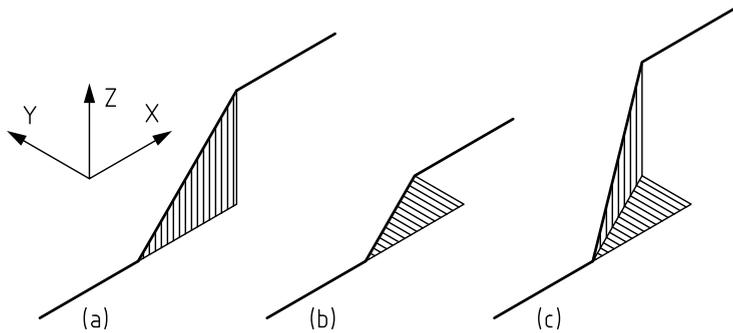


Figura 12.9: *Tracejados em planos de projeção auxiliares* para indicação de desvios dos eixos dos tubos em relação aos eixos do sistema cartesiano [91].

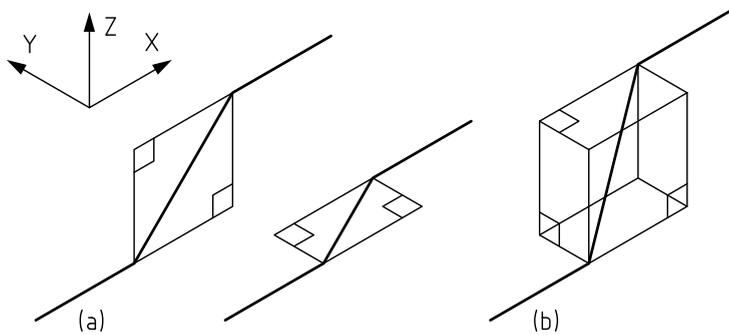


Figura 12.10: Indicação de desvios dos eixos dos tubos em relação aos eixos do sistema cartesiano por *planos de projeção auxiliares* identificados por (a) retângulos e (b) prismas retangulares [91].

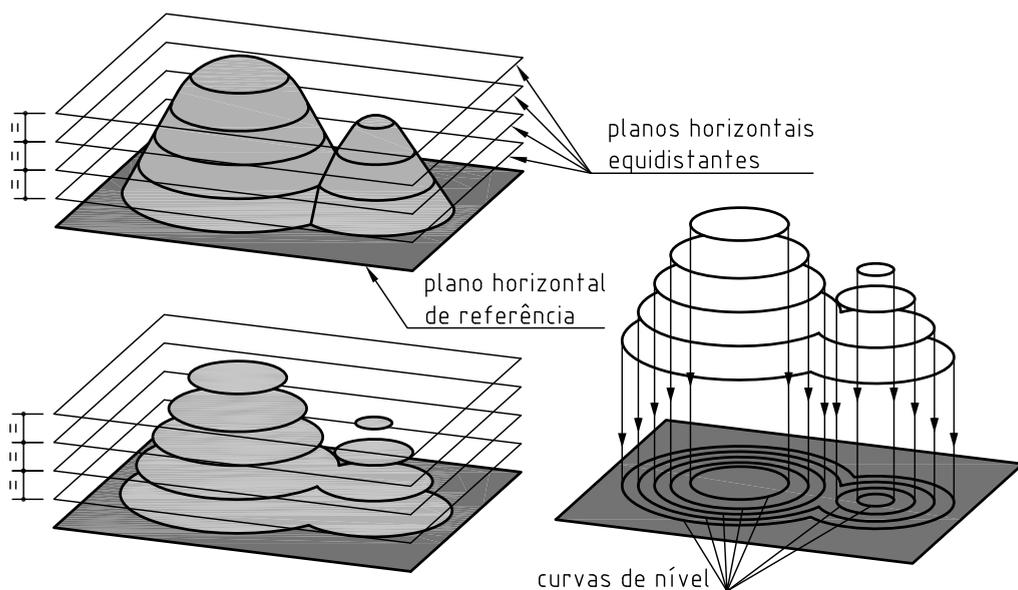
12.2.2.2 Cotagem e anotações

Na *cotagem* de tubos em *axonometria isométrica* aplicam-se as disposições apresentadas na §12.2.1.2 e na §6.4.2, em particular, para uma maior clareza, devem usar-se *linhas de extensão* e as *linhas de cota* paralelas aos eixos *axonométricos* (§6.4.2), Fig. 12.11.

A inclinação dos tubos, quando reduzida (mas constituindo um requisito funcional), deve somente ser indicada por um triângulo retângulo de acordo com a Fig. 12.11, não devendo ser considerada no traçado do eixo do tubo. Este triângulo deve ser:

- (i) disposto acima da *linha de escoamento* com um dos catetos paralelo a esta linha;
- (ii) orientado de forma a que o outro cateto esteja disposto no nível mais alto;
- (iii) apresentar o valor da inclinação como mostra a Fig. 12.6.

Nos casos em que seja necessário, podem ser apresentadas as *cotas* dos eixos nas extremidades dos tubos, Fig. 12.12.

Figura 13.3: Definição de *curva de nível*.

13.2 Representação da superfície terrestre recorrendo a curvas de nível

13.2.1 Aspetos gerais

Tal como já foi referido, uma *curva de nível* é a projeção da interseção de um *plano horizontal* com a superfície da terra sobre um *plano horizontal de referência* [113], Fig. 13.3. Neste método para representar a superfície terrestre, os *planos horizontais* usados para gerar as *curvas de nível* são equidistantes. Desta forma, a perceção da geometria da superfície do terreno é dada pela distância horizontal que separa as *curvas de nível*:

- (i) *curvas de nível* muito afastadas umas das outras – a superfície do terreno é suave, *i.e.* com inclinação reduzida;
- (ii) *curvas de nível* muito próximas umas das outras – a superfície do terreno é acidentada, *i.e.* com inclinação elevada.

A diferença de *cotas* entre duas *curvas de nível* consecutivas é designada por *equidistância natural* e o produto da *equidistância natural* pela *escala* do desenho é designada *equidistância gráfica*. Geralmente adota-se a mesma *equidistância gráfica* independentemente da *escala* a que o desenho se representa, de modo que, desta forma, à mesma inclinação do terreno corresponde a mesma distância horizontal entre *curvas de nível*, mesmo em desenhos produzidos a diferentes *escalas*. Na Tabela 13.1 apresentam-se as *equidistâncias naturais* e *equidistância gráficas* normalmente adotadas para cada *escala*. Note-se, no entanto, que,

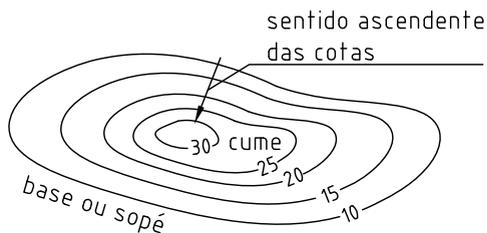


Figura 13.11: Representação de uma *colina* ou *elevação* por *curvas de nível*.

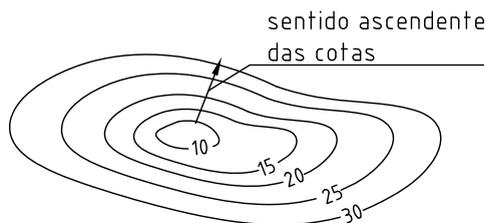


Figura 13.12: Representação de uma *bacia* ou *depressão* por *curvas de nível*.

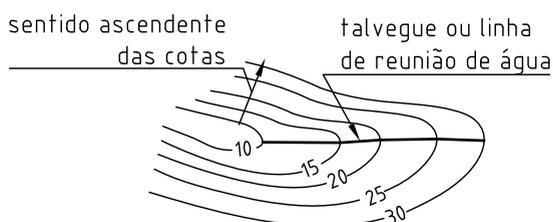


Figura 13.13: Representação de um *vale* por *curvas de nível*.

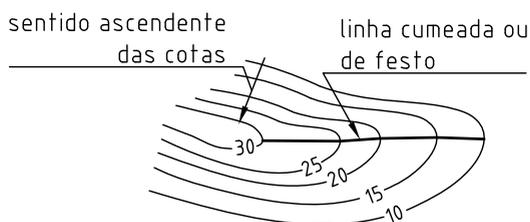


Figura 13.14: Representação de um *terço* por *curvas de nível*.

- (i) permite uma estimativa visual rápida dos declives do terreno, independentemente da *escala* adotada (desde que seja adotada sempre a mesma *equidistância gráfica*, §13.2);
- (ii) permite uma fácil percepção das formas do terreno (§13.2.3);
- (iii) a representação resultante é clara, o que permite a utilização simultânea de outras representações planimétricas;

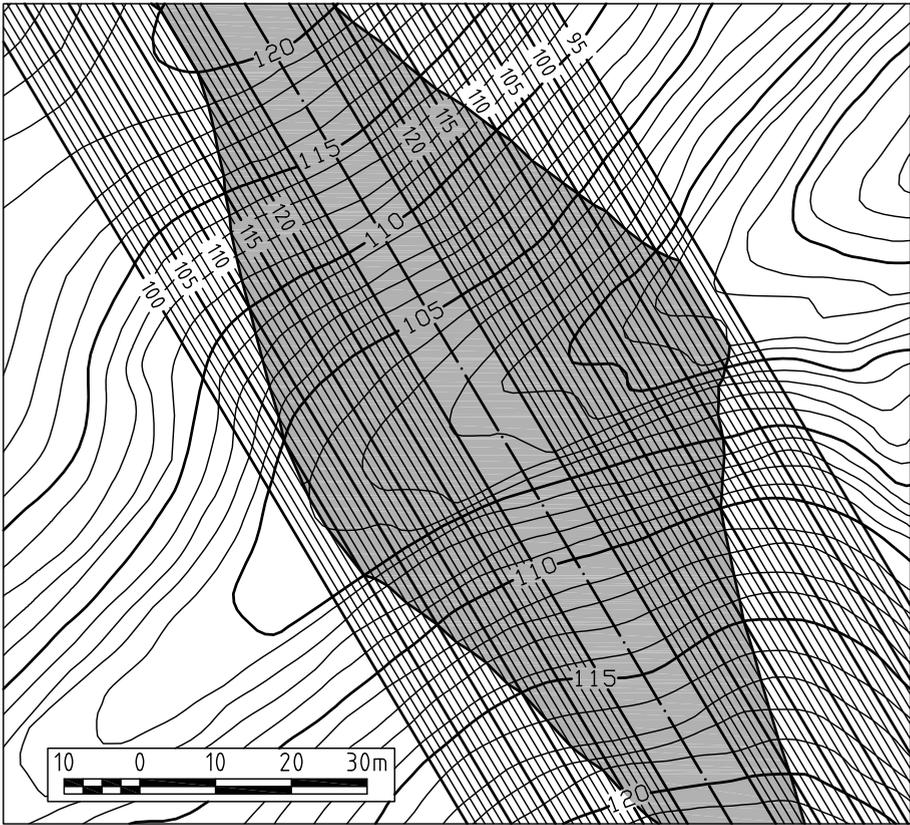


Figura 13.17: Implantação de uma estrada.

13.2.5.3 Determinação de perfis

Um *perfil* é o contorno do terreno produzido por uma superfície de corte vertical segundo um percurso reto ou curvo marcado em projeção sobre o *plano horizontal de referência* e designado *diretriz*.

O *perfil* pode ser visto como um gráfico cartesiano em que em abcissas são marcadas as distâncias dos pontos a uma referência fixa medidas ao longo da *diretriz* e em ordenadas as respetivas *cotas*.

A determinação de um *perfil* a partir de um *desenho topográfico* quando a *diretriz* é reta, corresponde ao rebatimento do *plano vertical* que contém a *diretriz* tal como apresentado na §6.3.3.1. No entanto, de forma mais geral, quando a *diretriz* é curva (p.ex. em *desenhos de estradas*, §13.3), a determinação do *perfil* passa pelos seguintes passos:

- (i) marcação da *diretriz* sobre a *carta topográfica*;
- (ii) identificação dos *pontos notáveis* (PN) sobre a *diretriz*:
 - (a) ponto inicial e final da *diretriz*;

Tabela C.29: Parafusos do sistema HRC com cabeça hexagonal preconizados pela NP EN 14399-10 [15] (mm).

<i>d</i>		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
<i>b</i>	^a	30	38	46	50	54	60	66
	^b	—	44	52	56	60	66	72
	^c	—	—	65	69	73	79	85
<i>c</i>	max.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<i>d_a</i>	max.	15,2	19,2	24,4	26,4	28,4	32,4	35,4
<i>d_s</i>	max.	12,70	16,70	20,84	22,84	24,84	27,84	30,84
<i>d_w</i> ^d	min.	20,1	24,9	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6
<i>e</i>	min.	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37
<i>k</i>	nom.	7,5	10	12,5	14	15	17	18,7
<i>r</i>	min.	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
<i>s</i>	max.	22	27	32	36	41	46	50
<i>s_b</i>	nom.	7,7	11,3	14,1	15,4	16,8	19,0	21,1
<i>F₁</i>	min.	11,0	13,0	15,0	15,5	16,0	19,0	21,0
<i>F₂</i>	max.	16,0	18,0	20,0	21,0	21,5	24,0	26,0
<i>l</i>	min.	40	40	50	50	60	60	70
	max.	100	150	150	150	200	200	200

^a Para $l_{\text{nom}} \leq 125$ mm.

^b Para $125 \text{ mm} < l_{\text{nom}} \leq 200$ mm.

^c Para $l_{\text{nom}} > 200$ mm.

^d $d_w^{\text{max}} = S_{\text{efetivo}}$.

Tabela C.30: Parafusos do sistema HRC com cabeça boleada preconizados pela NP EN 14399-10 [15] (mm).

<i>d</i>		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
<i>d_k</i>	min.	21	27	34	38,5	43	48	52
<i>k</i>	nom.	8	10	13	14	15	17	19
<i>R</i>	nom.	18	20	22	23	25	27	30

Tabela D.1: Simbologia para sistemas de distribuição pública de água [133].

designação	símbolo	
	existente	projetado
limite da zona de abastecimento	---++---	—++—
conduta de distribuição	-----	————
conduta adutora gravítica	-----	————
conduta elevatória	▷▷▷▷	▶▶▶▶
túnel	— — —	— — —
estação elevatória	EE	EE
estação de tratamento de água	ETA	ETA
válvula de seccionamento	✕	✕
válvula de retenção	∇	∇
reductor de pressão	▭	▭
válvula de descarga	▽	▽
ventosa	⊕	⊕
medidor de caudal	▭	▭
boca de rega, lavagem ou incêndio	✕	✕
reservatório	⌒	⌒
marco de incêndio	◎	◎
cruzamento com ligação		+
cruzamento sem ligação		⌋

A NP EN ISO 6412-1 preconiza ainda que o sentido do escoamento nas *linhas de escoamento* seja indicado por intermédio de uma seta sobreposta à *linha de escoamento* (Fig. D.1(a)) ou nas proximidades de um símbolo que represente uma válvula (Fig. D.1(b)).

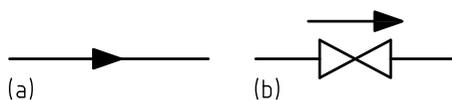


Figura D.1: Indicação do sentido de escoamento [64].

Tabela D.4: Simbologia para materiais de sistemas de distribuição predial de águas [133].

sigla	designação	sigla	designação
AI	aço inoxidável	CU	cobre
FF	ferro fundido	FG	ferro galvanizado
FP	ferro preto	PE	polietileno
PP	polipropileno	PVC	policloreto de vinilo

Tabela D.5: Simbologia para sistemas de drenagem pública de águas residuais [133].

designação	símbolo	
	existente	projetado
limite da bacia de drenagem+.....	——+——
limite da zona de saneamento++.....	——++——
coletor doméstico com câmara de visita	——○——	——●——
coletor pluvial com câmara de visita	——○——	——●——
coletor unitário com câmara de visita	---○---	---●---
conduta elevatória	▷▷▷▷	▶▶▶▶
exutor	○○○○○○	●●●●●●
túnel	— — —	— — —
sarjeta de passeio	▬	▬
sumidouro	▭	▭
descarregador	▧	▧
estação elevatória	EE	EE
estação de tratamento	ETAR	ETAR
bomba	⊗	⊗

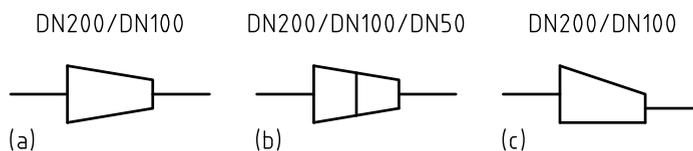


Figura D.2: Representação simplificada de reduções: (a) concêntrica simples, (b) concêntrica múltipla e (c) excêntrica simples [64].

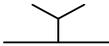
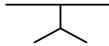
Tabela D.8: Nomenclatura para materiais de sistemas de drenagem predial de águas residuais [133].

sigla	designação	sigla	designação
B	betão	CU	cobre
FF	ferro fundido	FG	ferro galvanizado
FP	ferro preto	FC	fibrocimento
G	grés	PVC	policloreto de vinilo
PE	polietileno	PP	polipropileno

Tabela D.9: Exemplos de representações simplificadas de acessórios para sistemas de ventilação e drenagem de acordo com a NP EN ISO 6412-3 [92].

designação	vista de lado	vista de cima
ralo		
ralo com dispositivo de fecho		
ralo sinfonado e com dispositivo de fecho		
tubo de ar (<i>pescoço de cisne</i>)		

Tabela D.10: Exemplos de representações simplificadas de apoios de acordo com a NP EN ISO 6412-1 [64].

tipo de apoio	suspensão	suporte
geral		
guiado		

D.3 Simbologia preconizada pela NP EN ISO 4067-1

Tal como foi referido na §12.2.3.3, a NP EN ISO 4067-1 [32] apresenta uma listagem exaustiva de símbolos gráficos e convenções para instalações de aquecimento e canalizações, nomeadamente para:²

- (i) tubagens e acessórios de tubagens (Tabela D.11);
- (ii) ligações (Tabela D.12);
- (iii) válvulas (Tabela D.13);

²Para uma listagem exaustiva dos símbolos preconizados consultar a NP EN ISO 4067-1 [32].

Tabela D.12: Exemplos de símbolos para ligações em instalações de aquecimento e canalizações preconizados na NP ISO 4067-1 [32].

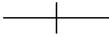
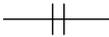
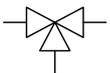
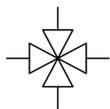
designação	símbolo	designação	símbolo
símbolo geral de ligação		ligação de ponta-boca, macho-fêmea ou encaixe	
ligação por flanges		manga ou união de duas bocas	

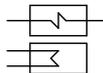
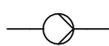
Tabela D.13: Exemplos de símbolos para válvulas em instalações de aquecimento e canalizações preconizados na NP ISO 4067-1 [32].

designação	símbolo	designação	símbolo
símbolo geral de válvula		válvula seccionamento, regulação ou controlo de duas vias	
válvula seccionamento, regulação ou controlo de três vias		válvula seccionamento, regulação ou controlo de quatro vias	
válvula de retenção/anti-retorno ^a		válvula redutora de pressão ^b	
cabeça extintora de incêndio (sprinkler)		dispositivo de purga de ar	

^a O sentido do escoamento está indicado pelo triângulo com uma linha adicional.

^b Triângulo pequeno = alta pressão.

Tabela D.14: Exemplos de símbolos para equipamento em instalações de aquecimento e canalizações preconizados na NP ISO 4067-1 [32].

designação	símbolo	designação	símbolo
símbolo geral de aparelho ^a		caldeira para combustível sólido	
caldeira para combustível líquido		caldeira para combustível gasoso	
caldeira elétrica		permutador de calor	
bomba hidráulica		bomba para outros fluidos (líquidos)	

^a O símbolo circular deverá ser usado para representar aparelhos onde existam peças rotativas sendo os restantes representados pelo símbolo retangular, que poderá ser usado na posição vertical ou horizontal.

Tabela D.16: Exemplos de cores e códigos de identificação de fluidos preconizados pela NP 182 [20].

cor de fundo	código	fluido
verde	1	água
	1.0	água potável
	1.3	água tratada
	1.4	água destilada, água tratada
cinzento/ prata	2	vapor de água
	2.0	vapor e baixa pressão (até 1,5 bar)
	2.1	vapor saturado
	2.2	vapor sobreaquecido
azul claro	2.3	vapor expandido, vapor de contrapressão
	3	ar
	3.1	ar comprimido (indicando a pressão)
	3.2	ar sobreaquecido
ocre/ amarelo	3.3	ar depurado (condicionado)
	4	gases combustíveis, incluindo os liquefeitos
	4.0	gás de hulha
	4.1	acetileno
ocre/ amarelo	4.2	hidrogénio e gases que o contenham
	5	gases incombustíveis, incluindo os liquefeitos
	5.0	azoto e gases que o contenham
	5.1	oxigénio industrial
ocre/ amarelo	5.2	anidrido carbónico e gases que o contenham
	6	ácidos
	6.0	ácido sulfúrico
violeta	6.1	ácido clorídrico
	6.2	ácido azótico
	7	alcalis
violeta	7.0	soda cáustica
	7.1	amónia
	7.2	potassa cáustica
	castanho	8
8.0		perigo de classe A ₁ (ponto de inflamação, PI < 21°C)
8.1		perigo de classe A ₂ (21°C ≤ PI < 65°C)
8.2		perigo de classe A ₃ (65°C ≤ PI < 100°C)

Alpha[®]

ENGENHARIA

EQUIPAMENTOS E SOLUÇÕES INDUSTRIAIS



INSTRUMENTAÇÃO
AUTOMAÇÃO
VÁLVULAS E ACESSÓRIOS

ALPHA ENGENHARIA – Equipamentos e Soluções Industriais

Tel: +351 220 136 963 · Telmv: +351 933 694 486

E-mail: info@alphaengenharia.pt · www.alphaengenharia.pt

Cursos Profissionais 2018

Uma Profissão

Um Futuro

100% de Empregabilidade

FM
Formação
Modular
Certificada

Ações curta duração .
Ciclos de formação .

EFA
Cursos de
Educação e
Formação de
Adultos

RVCC
Profissional e
Dupla Certificação

Formação à Medida para Empresas | Apoio Técnico e Organizacional
Formação Contínua - Aperfeiçoamento | Formação Contínua Certificada
CET - Especialização Tecnológica | Formação Pedagógica de Formadores

CET - Cursos de Especialização Tecnológica

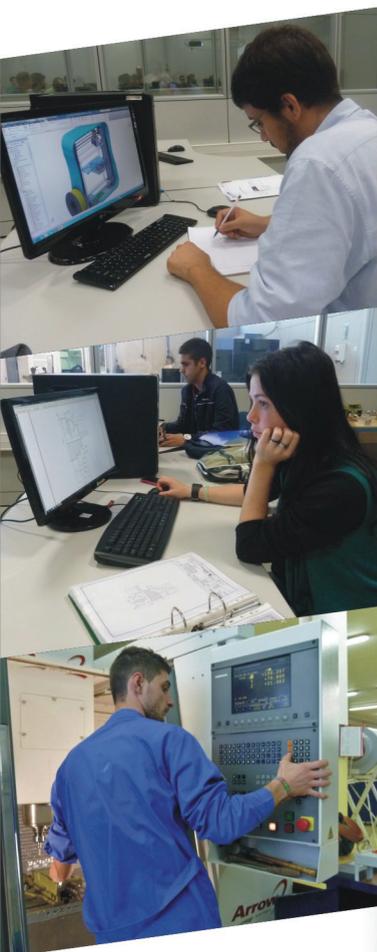
Nível 5 - Protocolos com diversos Estabelecimentos do Ensino Superior com a atribuição de créditos (ECTS)

APZ - Cursos de APRENDIZAGEM

Nível 4 - Confere o 12º Ano + Qualificação Profissional

Cursos de Qualificação Profissional - PRO

FORMAÇÃO para JOVENS, EMPRESAS e ADULTOS



CURSOS nas ÁREAS de:

- Projeto / Desenho
- Organização e Gestão Industrial
- Construções Mecânicas: Maquinação Convencional ou Assistida
- Construções Metálicas: Serralharias e Soldadura
- Manutenção Industrial: Mecânica / Eletromecânica / Mecatrónica
- Energia ■ Eletricidade / Eletrónica ■ Qualidade e Ambiente
- Administrativo, Comercial e Marketing ■ Informática - Tecnologias de Informação
- Educação / Formação ■ Outros.

NÚCLEOS em: ■ Amarante ■ Arcos de Valdevez ■ Caldas da Rainha ■ Ermesinde ■ Lisboa ■ Marinha Grande
■ Oliveira de Azeméis ■ Peniche ■ Porto ■ Santarém ■ Sines ■ Torres Vedras ■ Trofa

SEDE: Rua do Açúcar, 88 . 1950-010 LISBOA . **Telef.:** 21 861 01 50 . **Fax:** 21 868 49 79 . **ZONA NORTE:** Rua Conde da Covilhã, Nº1400 . 4100-187 PORTO
Apartado 8006 . 4109-601 PORTO . **Telef.:** 22 618 21 64/77 . **Fax:** 22 618 95 96 . **Internet:** www.cenfim.pt . www.facebook.com/cenfim.pt . **E-mail:** dir@cenfim.pt

DESENHO TÉCNICO

para Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)

RICARDO COSTA

Sobre a obra

O livro visa sintetizar e relacionar a informação mais relevante para o domínio do Desenho Técnico na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), e surgiu da constatação da dificuldade com que os alunos e profissionais destes setores se deparam com a forma como esta informação atualmente se encontra fragmentada e, frequentemente, desatualizada e contraditória. No entanto, como o Desenho Técnico na indústria da AEC partilha algumas regras e procedimentos com as demais indústrias, o documento também faz uma referência inicial às regras e procedimentos transversais em Desenho Técnico.

A indústria da AEC (Arquitetura, Engenharia, Construção) é um dos motores de qualquer sociedade civilizada e emprega diretamente ou indiretamente uma fatia considerável da força de trabalho disponível. As aplicações do Desenho Técnico na indústria da AEC são vastas, tendo inclusivamente dado origem a um conjunto de normas sob a designação genérica "Desenhos de Construção". Além disso, a transposição recente de normas internacionais de Desenho Técnico para a realidade nacional alargou significativamente o conjunto de disposições aplicáveis neste domínio em Portugal. Por outro lado, os sistemas de Desenho Assistido por Computador (CAD) são atualmente ferramentas incontornáveis e que não podem deixar de ser tidos em conta no contexto do Desenho Técnico, o que nem sempre se verifica na bibliografia disponível.

Tendo em consideração os aspetos anteriores, julgou-se oportuno e necessário um documento que, à semelhança de outros existentes, aborde os elementos do Desenho Técnico transversais a todas as áreas que dele façam uso mas que, para além disso, e contrariamente à maioria dos documentos disponíveis, também se foque nas especificidades da indústria da AEC, com forte ênfase na normalização aplicável e nas ferramentas CAD. Este documento visa dar um contributo para preencher essa lacuna, tendo em vista constituir um auxiliar de apoio para os alunos das áreas referidas, mas também um documento de consulta para os profissionais.

Sobre o autor

Ricardo Costa

Doutor e Mestre em Engenharia Civil na Especialidade Estruturas, pela Universidade de Coimbra. Licenciado em Engenharia Civil pela Universidade de Coimbra.

Regente da unidade curricular de Desenho Técnico nos Mestrados Integrados em Engenharia Civil e Engenharia do Ambiente na Universidade de Coimbra.

Apoio Institucional

Instituto Português da  Qualidade

Parceiro de Comunicação



CONSTRUÇÃO
MAGAZINE

Apoio à Edição


Alpha
ENGENHARIA

 **CENFIM**
CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DA
INDÚSTRIA METALÚRGICA E METALOMECÂNICA

Também disponível em formato papel



ISBN E-Book

978-989-892-708-8

www.engebook.com

