

ARLINDO SILVA  
CARLOS TAVARES RIBEIRO  
JOÃO DIAS  
LUÍS SOUSA

# DESENHO TÉCNICO MODERNO



## Tradução

**ANTÔNIO EUSTÁQUIO DE MELO PERTENCE**

Departamento de Engenharia Mecânica –  
Universidade Federal de Minas Gerais

**RICARDO NICOLAU NASSAR KOURY**

Departamento de Engenharia Mecânica –  
Universidade Federal de Minas Gerais

**5ª EDIÇÃO**



**LTC**



- Os autores deste livro e a editora empenharam seus melhores esforços para assegurar que as informações e os procedimentos apresentados no texto estejam em acordo com os padrões aceitos à época da publicação. Entretanto, tendo em conta a evolução das ciências, as atualizações legislativas, as mudanças regulamentares governamentais e o constante fluxo de novas informações sobre os temas que constam do livro, recomendamos enfaticamente que os leitores consultem sempre outras fontes fidedignas, de modo a se certificarem de que as informações contidas no texto estão corretas e de que não houve alterações nas recomendações ou na legislação regulamentadora.
- Data do fechamento do livro: 27/01/2023
- Os autores e a editora se empenharam para citar adequadamente e dar o devido crédito a todos os detentores de direitos autorais de qualquer material utilizado neste livro, dispondo-se a possíveis acertos posteriores caso, inadvertida e involuntariamente, a identificação de algum deles tenha sido omitida.
- **Atendimento ao cliente: (11) 5080-0751 | [falceonosco@grupogen.com.br](mailto:falceonosco@grupogen.com.br)**
- DESENHO TÉCNICO MODERNO, 4.ª Edição Atualizada e Aumentada  
Copyright © Setembro 2004 LIDEL – EDIÇÕES TÉCNICAS, Lda.  
Reservados todos os direitos.
- Direitos exclusivos para a língua portuguesa  
Copyright © 2023 by  
**LTC | Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.**  
*Uma editora integrante do GEN | Grupo Editorial Nacional*  
Travessa do Ouvidor, 11  
Rio de Janeiro – RJ – 20040-040  
[www.grupogen.com.br](http://www.grupogen.com.br)
- Reservados todos os direitos. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, em quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, distribuição pela Internet ou outros), sem permissão, por escrito, da LTC | Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.
- Capa: Leonidas Leite
- Imagens de capa: ©Grassetto; ©blacklight\_trace (iStock)
- Editoração eletrônica: Caio Cardoso
- Ficha catalográfica

**CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO  
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ**

D486

5. ed.

Desenho técnico moderno / Arlindo Silva ... [et al.] ; tradução Antônio Eustáquio de Melo Pertence, Ricardo Nicolau Nassar Koury. - 5. ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2023.

: il. ; 28 cm.

Apêndice

Inclui índice

“Material suplementar”

ISBN 9788521638452

I. Desenho técnico. I. Silva, Arlindo. II. Pertence, Antônio Eustáquio de Melo. III. Koury, Ricardo Nicolau Nassar.

CDD: 604.2

22-81522

CDU: 62-11



Meri Gleice Rodrigues de Souza - Bibliotecária - CRB-7/6439

# PREFÁCIO

Não posso deixar de me congratular com a publicação desta obra que responde na atualidade à necessidade de colocar as novas tecnologias de informação e comunicação a serviço das mais variadas disciplinas tratadas no ensino superior. Nos dias de hoje, a presença dos meios computacionais nas mais várias atividades é cada vez maior, e o Desenho Técnico não é exceção.

Este livro responde de uma forma positiva à necessidade de incluir no estudo das matérias de Desenho Técnico capacidades de compreensão e de utilização das tecnologias computacionais e dos sistemas de informação e aponta para a sua inclusão na formação inicial do ensino superior para melhor preparar os diplomados para o futuro da respectiva atividade profissional.

Também quero saudar os autores pela publicação deste livro em língua portuguesa, dedicado ao Desenho Técnico, por pretender ser, no ensino superior, e principalmente nas Engenharias, de um enorme suporte a professores e estudantes de cursos superiores lecionados em Portugal e, eventualmente, em países de língua oficial portuguesa.

A documentada referência aos meios computacionais e a algumas aplicações comerciais mais usuais dá aos leitores uma bagagem e um conhecimento atual no que se refere aos meios automatizados de representação gráfica capaz de descrever informações de caráter operacional e geométrico, permitir a sua análise em aplicações e referenciar nos termos atuais o tratamento, a utilização e a perspectiva do seu desenvolvimento.

O Desenho Técnico é fundamental como base de conhecimento nas Engenharias, na Arquitetura e no Projeto Industrial, e neste sentido, com toda razão, perpassam pelos vários capítulos desta obra aspectos daqueles domínios em que é notória a influência da Engenharia Civil e da Engenharia Mecânica.

No sentido de preparar a futura atividade profissional dos estudantes, não podiam os autores deixar de dedicar

uma atenção muito grande ao corpo de normalização técnica internacionalmente aceito e estabilizado.

A leitura deste livro é fácil e agradável pela razão simples de que está muito bem estruturado. De fato, começa por capítulos introdutórios, quer das funções do desenho técnico, quer de noções fundamentais do suporte de sistemas informatizados CAD. Esta preocupação, logo de início, com o suporte das novas tecnologias nos sistemas CAD vai permitir uma permanente e consistente utilização desta ferramenta no corpo restante da obra.

Depois se passa aos domínios clássicos do Desenho Técnico com os capítulos que abordam aspectos gerais, projeções ortogonais, cortes e seções, perspectivas e cotagem.

Uma certa especialização é evidente a partir deste ponto, como se pode verificar até pelo título dos capítulos: *Representação de Intervenções no Terreno em Arquitetura e Engenharia Civil, Desenho Técnico em Projetos de Arquitetura e de Engenharia Civil, Tolerância Dimensional e Estados de Superfície, Tolerância Geométrica, Desenho Técnico de Juntas Soldadas, Elementos de Máquinas e Materiais e Processos de Fabricação*.

O livro termina com um conjunto de apêndices de relevante importância, como construções geométricas, tabelas de elementos de máquinas, normas, tabelas de materiais e tabelas de tolerância.

O interesse pelos problemas do ensino leva-me a enfatizar, finalmente, que todos os capítulos apresentam uma excelente organização didática que inclui, no início, os objetivos, e, no final, revisão de conhecimentos, consultas recomendadas, palavras-chave e exercícios propostos. Esta preocupação dos autores qualifica, também, este livro como uma obra de referência e para estudo autónomo.

Lisboa, julho de 2004

**Alexandre Gomes Cerveira**

Vice-Reitor e Presidente do Conselho Científico  
da Universidade Aberta

# PREFÁCIO DAS EDIÇÕES ANTERIORES

No seu contexto mais geral, o Desenho Técnico engloba um conjunto de metodologias e procedimentos necessários ao desenvolvimento e comunicação de projetos, conceitos e ideias e, no seu contexto mais restrito, refere-se à especificação técnica de produtos e sistemas.

Não é de se estranhar que, com o desenvolvimento das tecnologias computacionais e dos sistemas de informação a que se assistiram, nas duas últimas décadas, os processos e métodos de representação gráfica utilizados pelo Desenho Técnico no contexto industrial tenham também experimentado uma profunda mudança. Passou-se rapidamente da régua T e esquadro aos tecnígrafos, aos programas comerciais de desenho 2D assistidos por computador e mais recentemente a uma tendência para a utilização generalizada de sistemas de modelagem geométrica 3D.

Nestas circunstâncias, na organização do ensino e na elaboração de textos de apoio na área de Desenho Técnico, põem-se particulares desafios na forma de conciliar, por um lado, o desenvolvimento de capacidades de expressão e representação gráfica e a sua utilização em atividades criativas e, por outro, a aquisição de conhecimentos de natureza tecnológica na área do Desenho Técnico.

No primeiro caso, procura-se o desenvolvimento do pensamento criativo e de capacidades de visualização espacial, de transmitir ideias, formas e conceitos através de gráficos muitas vezes executados à mão livre. Esta capacidade constitui uma qualificação de reconhecida importância no exercício da atividade profissional do engenheiro.

No segundo caso, trata-se do uso das técnicas emergentes de representação geométrica associadas aos temas mais clássicos da descrição técnica de produtos e sistemas e suportadas num corpo estabilizado de normalização técnica internacionalmente aceita. A produção de desenhos de detalhe e de fabricação, incluindo as práticas clássicas

de projeções, cortes, dimensionamento, tolerâncias e anotações diversas, é ainda uma atividade imprescindível na produção de documentação técnica de produtos e de sua fabricação e constitui, em muitos casos, o suporte legal e comercial nas relações com fornecedores.

Importa reconhecer aqui as enormes potencialidades das tecnologias de modelagem geométrica atualmente disponíveis em diversos programas comerciais. Protótipos virtuais são facilmente construídos e visualizados. As estruturas de dados associadas a estes modelos geométricos são facilmente convertidas para outras aplicações de Engenharia, e os projetos desenvolvidos podem ser verificados em termos de folgas e interferências em situações de movimento relativo entre componentes e analisados do ponto de vista estrutural, escoamento de fluidos e transferência de calor.

Acentuando a importância crescente da atividade de projeto, o programa do livro inicia-se com dois capítulos introdutórios onde se integram os conceitos básicos de desenvolvimento e comunicação de ideias e projetos usando o desenho à mão livre, os princípios básicos de representação geométrica e projeções, o mundo da normalização e finalmente a evolução do desenho e modelagem geométrica assistida por computador.

O livro desenvolve-se nos capítulos seguintes em torno dos temas clássicos das projeções, vistas, cortes, seções, dimensionamento e tolerância dimensional e geométrica. Dada a sua importância no contexto da descrição técnica de produtos, os temas de processos de união e soldagem, elementos de máquinas e materiais usados em Engenharia são apresentados numa perspectiva utilitária e normativa, com referência sistemática às normas ISO, de modo a permitir ao aluno uma primeira abordagem de projeto com um suporte tecnológico.

A utilização de tecnologias CAD é consistentemente abordada. Note-se que a maioria das ilustrações e

desenhos é obtida com sistemas CAD 2D e 3D, evidenciando assim as potencialidades da sua utilização em diversas situações. No fim de cada capítulo incluem-se conjuntos de exercícios e problemas, possibilitando o trabalho individual e em equipe.

A extensão e profundidade dos temas tratados neste livro requerem tipicamente dois semestres de quinze semanas, o que corresponde ao espaço curricular habitualmente atribuído a este tipo de matérias em cursos superiores de Engenharia.

Diversas opções são, contudo, convergentes com os objetivos educacionais que se pretende atingir. Utilizando como base os Capítulos 3 a 8, diferentes cursos de um semestre poderão ser propostos. Em cursos orientados para o Projeto Industrial, os Capítulos 1, 2 e 13 deverão ser integrados aos anteriores.

Para cursos de vertente tecnológica, os Capítulos 10 a 13, abrangendo os tópicos clássicos da normalização de diversos elementos de máquinas, permitem o desenvolvimento e projeto de uma vasta gama de produtos.

Este livro constitui um marco de inegável qualidade e atualidade no contexto da literatura técnica portuguesa, e não fosse a língua (louva-se a opção dos autores) o livro afirmar-se-ia sem dúvida internacionalmente. O seu conteúdo reflete uma experiência de vários anos de ensino, incluindo longas e vivas discussões, em que tive o privilégio de participar, sobre o desenvolvimento e as perspectivas futuras do ensino de Desenho Técnico em cursos de ensino superior de Engenharia.

**Manuel Seabra Pereira**

Professor Catedrático do IST – Instituto Superior Técnico da  
Universidade Técnica de Lisboa

## NOTA DOS AUTORES

A Engenharia, a Arquitetura e o Projeto Industrial, frequentemente entendidos como áreas de atividades distintas e autônomas, primordialmente determinantes dos modos de vida das civilizações, partilham de uma mesma área de conhecimento, indispensável à sua própria existência e realização – o Desenho Técnico. Conhecimento onde as artes e as ciências se encontram, promovendo o desenvolvimento tecnológico que mutuamente o renova – o desenho assistido por computador (CAD) é disso reflexo –, o Desenho Técnico é o processo que possibilita o registro e a comunicação acerca da configuração, determinada por imperativos de ordem funcional e estética, dos espaços e dos objetos, por vezes síntese de conhecimentos diversos, constituindo-se referência cultural.

O Desenho Técnico é uma base de conhecimento fundamental e indispensável na Engenharia, na Arquitetura e no Projeto Industrial, que, no entanto, carece de suporte bibliográfico atualizado em língua portuguesa. É nesta ótica que surge o *Desenho Técnico Moderno* – apresentação detalhada dos conceitos que lhe estão associados, das regras e procedimentos da sua utilização em geral, e também das particularidades específicas nos diversos domínios de aplicação, conjugando a representação tradicional e as técnicas de modelagem geométrica, em 2D e em 3D, no âmbito da utilização de sistemas CAD.

Destinado aos estudantes de todos os cursos de graduação que incluem a aprendizagem do Desenho Técnico e a utilização de sistemas CAD, mas também aos profissionais que as utilizam, como elemento de atualização e consulta, este livro trata detalhadamente as aplicações dos conceitos de projeções geométricas planas – projeções ortogonais múltiplas e projeções axonométricas, e

aspectos complementares, sobretudo os cortes e seções e a cotação, quer em termos da sua utilização tradicional, quer em termos da sua geração a partir da respectiva modelagem geométrica por recurso aos sistemas CAD. É também deste modo que apresenta, de forma ilustrada, aspectos e procedimentos específicos no âmbito da aplicação do desenho técnico na Arquitetura e na Engenharia Civil, ilustrando a sua utilização no ordenamento do território, na modelagem de terrenos, na implantação de obras, no desenho de instalações e no desenho de estruturas de edificações. No âmbito da aplicação à Engenharia Mecânica e ao Projeto Industrial, são apresentados, analogamente, por processos tradicionais e por recurso aos sistemas CAD, a tolerância dimensional e geométrica, o desenho de juntas e de elementos de ligação, o desenho de elementos de máquinas, a classificação e a indicação de materiais e os processos de fabricação.

No fim de cada capítulo dispõe-se de uma seção de revisão de conhecimentos, exercícios propostos, consultas recomendadas, incluindo endereços na Internet e a indicação das normas brasileiras e internacionais com especial relevância para esse capítulo.

No fim do livro dispõe-se ainda da indicação de normas, tabelas de materiais e tabelas técnicas frequentemente úteis no âmbito desta atividade, onipresente na Arquitetura, na Engenharia e no Projeto, que é o Desenho Técnico.

**Arlindo Silva**  
**Carlos Tavares Ribeiro**  
**João Dias**  
**Luís Sousa**

# MATERIAL SUPLEMENTAR

Este livro conta com os seguintes materiais suplementares:

- Aulas em PowerPoint (exclusivo para professores cadastrados)
- Planos de aula (exclusivo para professores cadastrados)
- Banco de questões com respostas (exclusivo para professores cadastrados)
- Capítulos extras (*Representação de Intervenções no Terreno em Arquitetura e Engenharia Civil* e *Desenho Técnico em Projetos de Arquitetura e de Engenharia Civil*) (materiais livres, acessíveis mediante uso do PIN).

O acesso ao material suplementar é gratuito. Basta que o leitor se cadastre, faça seu *login* em nosso *site* ([www.grupogen.com.br](http://www.grupogen.com.br)) e, após, clique em Ambiente de aprendizagem. Em seguida, insira no canto superior esquerdo o código PIN de acesso localizado na orelha deste livro.

*O acesso ao material suplementar online fica disponível até seis meses após a edição do livro ser retirada do mercado.*

Caso haja alguma mudança no sistema ou dificuldade de acesso, entre em contato conosco ([gendigital@grupogen.com.br](mailto:gendigital@grupogen.com.br)).

# SUMÁRIO

## Capítulo 1

### O DESENHO TÉCNICO, 1

- 1.1 Introdução, 2
- 1.2 A Comunicação Gráfica de Ideias, 3
- 1.3 Desenho Técnico e Desenho Artístico, 3
- 1.4 A Geometria Descritiva e o Desenho Técnico, 4
- 1.5 O Desenho Técnico: Modos de Representação, 5
- 1.6 As Normas Associadas ao Desenho Técnico, 5
- 1.7 O Desenho Técnico nas Várias Fases de Projeto, 6
- 1.8 O Desenho Assistido por Computador, 9
- Revisão de Conhecimentos, 10
- Consultas Recomendadas, 10
- Palavras-Chave, 10

## Capítulo 2

### SISTEMAS CAD EM DESENHO TÉCNICO, 11

- 2.1 Introdução, 12
- 2.2 Evolução do Sistema CAD, 12
- 2.3 Equipamentos de um Sistema CAD, 18
- 2.4 Sistemas Operacionais, 21
- 2.5 Aplicação Prática em CAD 2D, 22
- Revisão de Conhecimentos, 24
- Consultas Recomendadas, 24
- Palavras-Chave, 24

## Capítulo 3

### ASPECTOS GERAIS DO DESENHO TÉCNICO, 25

- 3.1 Introdução, 26
- 3.2 Escrita Normalizada, 26
- 3.3 Tipos de Linhas, 27
- 3.4 Folhas de Desenho, 29
- 3.5 Legendas, 31
- 3.6 Margens e Molduras, 35
- 3.7 Listas de Peças, 36

- 3.8 Escalas, 36

- Revisão de Conhecimentos, 38
- Consultas Recomendadas, 39
- Palavras-Chave, 39

## Capítulo 4

### PROJEÇÕES ORTOGONAIS, 41

- 4.1 Introdução, 42
- 4.2 O Conceito de Projeção, 42
- 4.3 Método Europeu e Método Americano, 45
- 4.4 Classificação das Projeções Geométricas Planas (PGP), 46
- 4.5 Representação em Múltiplas Vistas, 49
- 4.6 Significado das Linhas, 56
- 4.7 Vistas Necessárias, Vistas Suficientes e Escolha de Vistas, 57
- 4.8 Vistas Parciais, Deslocadas e Interrompidas, 59
- 4.9 Vistas Auxiliares, 61
- 4.10 Representações Convencionais e Simplificadas, 62
- 4.11 Desenho à Mão Livre, 64
- 4.12 Exemplos de Aplicação e Discussão, 64
- 4.13 Aplicações em CAD, 64
- Revisão de Conhecimentos, 67
- Consultas Recomendadas, 67
- Palavras-Chave, 67
- Exercícios Propostos, 67

## Capítulo 5

### CORTES E SEÇÕES, 75

- 5.1 Introdução, 76
- 5.2 Modos de Cortar as Peças, 76
- 5.3 Corte por Planos Paralelos ou Concorrentes, 80
- 5.4 Regras Gerais em Cortes, 82
- 5.5 Elementos que Não São Cortados e Representações Convencionais, 82
- 5.6 Cortes em Desenhos de Conjuntos de Peças, 85

- 5.7 Seções, 86
- 5.8 Exemplos de Aplicação e de Discussão, 88
- 5.9 Aplicações em CAD, 88
- Revisão de Conhecimentos, 91
- Consultas Recomendadas, 91
- Palavras-Chave, 91
- Exercícios Propostos, 91

## Capítulo 6

### PERSPECTIVAS, 97

- 6.1 Introdução, 98
- 6.2 Projeção Paralela ou Cilíndrica (Perspectiva Rápida), 98
- 6.3 Desenho de Circunferências em uma Perspectiva Qualquer, 107
- 6.4 Linhas Invisíveis, Linhas de Eixo e Cortes em Perspectivas, 108
- 6.5 Interseção de Superfícies, 109
- 6.6 Cotagem em Perspectivas, 110
- 6.7 Metodologia para Leitura de Projeções Ortogonais (Vistas), 110
- 6.8 Projeções Centrais, 112
- 6.9 A Perspectiva Explodida, 113
- 6.10 Aplicações em CAD, 113
- Revisão de Conhecimentos, 114
- Consultas Recomendadas, 114
- Palavras-Chave, 114
- Exercícios Propostos, 114

## Capítulo 7

### COTAGEM, 121

- 7.1 Introdução, 122
- 7.2 Aspectos Gerais da Cotagem, 122
- 7.3 Elementos da Cotagem, 122
- 7.4 Inscrição das Cotas nos Desenhos, 123
- 7.5 Cotagem dos Elementos, 126
- 7.6 Critérios de Cotagem, 127
- 7.7 Cotagem de Representações Especiais, 131
- 7.8 Seleção das Cotas, 133
- 7.9 Aplicações em CAD, 133
- 7.10 Exemplo de Aplicação e Discussão, 134
- Revisão de Conhecimentos, 137
- Consultas Recomendadas, 137
- Palavras-Chave, 137
- Exercícios Propostos, 137

## Capítulo 8

### TOLERÂNCIA DIMENSIONAL E ESTADOS DE SUPERFÍCIE, 141

- 8.1 Introdução, 142
- 8.2 Tolerância Dimensional, 142
- 8.3 Sistema ISO de Tolerâncias Lineares, 143
- 8.4 Sistema ISO de Tolerâncias Angulares, 151
- 8.5 Inscrição das Tolerâncias nos Desenhos, 151
- 8.6 Ajustes, 152
- 8.7 Verificação das Tolerâncias, 155
- 8.8 Tolerância Dimensional Geral, 158
- 8.9 Tolerância de Peças Especiais, 159
- 8.10 Estados de Superfície, 159
- 8.11 Exemplos de Aplicação e Discussão, 165
- 8.12 Aplicações em CAD, 167
- Revisão de Conhecimentos, 169
- Consultas Recomendadas, 170
- Palavras-Chave, 172
- Exercícios Propostos, 172

## Capítulo 9

### TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA, 173

- 9.1 Introdução, 174
- 9.2 Tolerância Dimensional *Versus* Tolerância Geométrica, 174
- 9.3 Definições, 176
- 9.4 Símbolos Geométricos, 177
- 9.5 Aspectos Gerais da Tolerância Geométrica, 177
- 9.6 Aplicação e Interpretação das Tolerâncias Geométricas, 198
- 9.7 Princípios Fundamentais da Tolerância, 198
- 9.8 Regras e Passos para a Aplicação da Tolerância Geométrica, 205
- 9.9 Princípios, Métodos e Técnicas de Verificação, 205
- 9.10 Tolerância Geométrica Geral, 206
- 9.11 Exemplos de Aplicação e Discussão, 209
- 9.12 Aplicações em CAD, 211
- Revisão de Conhecimentos, 212
- Consultas Recomendadas, 212
- Palavras-Chave, 213
- Exercícios Propostos, 214

## Capítulo 10

### DESENHO TÉCNICO DE JUNTAS SOLDADAS, 217

- 10.1 Introdução, 218
- 10.2 Processos de Soldagem, 218
- 10.3 Brasagem, Soldabrasagem e Colagem, 223

- 10.4 Representação da Soldagem, da Brasagem e da Colagem, 223
- 10.5 Símbolos, 223
- 10.6 Posição dos Símbolos nos Desenhos, 225
- 10.7 Cotagem de Cordões de Solda, 227
- 10.8 Indicações Complementares, 227
- 10.9 Aplicações em CAD, 229
- Revisão de Conhecimentos, 230
- Consultas Recomendadas, 230
- Palavras-Chave, 230
- Exercícios Propostos, 230

#### Capítulo 11

### ELEMENTOS DE MÁQUINAS, 235

- 11.1 Introdução, 236
- 11.2 Elementos de Ligação, 236
- 11.3 Ligações Roscadas, 236
- 11.4 Arruelas, Chavetas, Cavilhas e Contrapinos, 248
- 11.5 Rebites, 250
- 11.6 Molas, 251
- 11.7 Órgãos de Máquinas, 254
- 11.8 Rolamentos, 262
- Revisão de Conhecimentos, 265
- Consultas Recomendadas, 265
- Palavras-Chave, 265
- Exercícios Propostos, 266

#### Capítulo 12

### MATERIAIS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO, 267

- 12.1 Introdução, 268
- 12.2 Famílias de Materiais, 269
- 12.3 Breves Noções de Peso, Resistência e Rigidez, 271
- 12.4 Generalidades e Aplicações de Algumas Famílias de Materiais, 273
- 12.5 Fundição, 281
- 12.6 Deformação Plástica, 284
- 12.7 Processos de Corte ou Remoção de Material, 286
- 12.8 Exemplos de Aplicação e Discussão, 292
- Revisão de Conhecimentos, 293
- Consultas Recomendadas, 294
- Palavras-Chave, 294
- Exercícios Propostos, 295

#### Capítulo 13

### MAIS PROJETOS DO TIPO CAD, 299

- 13.1 Introdução, 300
- 13.2 Projeto de Arquitetura, 300

- 13.3 Desenhos de Projeto de Estabilidade em Engenharia Civil, 300
- 13.4 Projeto de Componente Industrial, 302
- 13.5 Sistemas de *Piping*, 306
- 13.6 Peça de Desenho Industrial, 308
- 13.7 Modelos Fotorrealistas para Divulgação, 314
- Revisão de Conhecimentos, 315
- Consultas Recomendadas, 315
- Palavras-Chave, 315

#### \*Capítulo 14

### REPRESENTAÇÃO DE INTERVENÇÕES NO TERRENO EM ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL, E1

- 14.1 Introdução, E2
- 14.2 Representação do Terreno: Introdução à Topografia, E2
- 14.3 Conceitos Fundamentais em Sistemas de Informação Geográfica, E26
- 14.4 Intervenção no Terreno, E39
- Revisão de Conhecimentos, E52
- Consultas Recomendadas, E52
- Palavras-Chave, E53
- Exercícios Propostos, E54

#### \*Capítulo 15

### DESENHO TÉCNICO EM PROJETOS DE ARQUITETURA E DE ENGENHARIA CIVIL, E55

- 15.1 Introdução, E56
- 15.2 Desenho de Arquitetura, E56
- 15.3 Desenho de Instalações, E71
- 15.4 Desenho de Estruturas de Edificações, E81
- 15.5 O Desenho de Planejamento de Obras de Engenharia Civil, E92
- Revisão de Conhecimentos, E99
- Consultas Recomendadas, E100
- Palavras-Chave, E100

#### Anexo A

### CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS, 317

- A.1 Introdução, 317
- A.2 Bissetrizes, Perpendiculares e Paralelas, 317
- A.3 Desenho de Polígonos, 319
- A.4 Circunferências e Tangências, 321
- A.5 Oval e Óvulo, 325

\*Capítulo *online*, disponível integralmente no Ambiente de aprendizagem do GEN.

- A.6 Curvas Espiraladas e Evolvente, 326
- A.7 Curvas Cíclicas, 326
- A.8 Curvas Cônicas, 328
- A.9 Hélices, 330
- A.10 Transposição, Ampliação e Redução de Desenhos, 330
- Consultas Recomendadas, 331

#### **Anexo B**

### **TABELAS DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS, 333**

- B.1 Parafusos, 333
- B.2 Porcas, 339
- B.3 Contrapinos, 343
- B.4 Cavilhas ou Pinos, 344
- B.5 Chavetas e Rasgos, 347
- B.6 Rebites, 349
- B.7 Arruelas, 351
- B.8 Anéis de Retenção, 356

- B.9 Correntes de Transmissão, 359
- B.10 Perfis de Construção, 360

#### **Anexo C**

### **NORMAS NP, EN, ISO E NBR RELACIONADAS COM O DESENHO TÉCNICO, 365**

- C.1 Normas Portuguesas NP, 365
- C.2 Normas Europeias EN, 366
- C.3 Normas ISO, 367

#### **Anexo D**

### **TABELAS DE MATERIAIS, 383**

#### **Anexo E**

### **TABELAS DE TOLERÂNCIA, 389**

### **ÍNDICE ALFABÉTICO, 397**