

WALID YAZIGI

# A TÉCNICA DE EDIFICAR

19ª EDIÇÃO

Blucher

Walid Yazigi

# **A TÉCNICA DE EDIFICAR**

19a edição  
Revista e ampliada

*A técnica de edificar*

© 2024 Walid Yazigi

Editora Edgard Blücher Ltda.

*Publisher* Edgard Blücher

*Editor* Eduardo Blücher

*Coordenador editorial* Rafael Fulanetti

*Coordenação de produção* Andressa Lira

*Produção editorial* Kedma Marques

*Capa* Laércio Flenic

*Revisão de texto* Horizon Soluções Editoriais

**Editora Blucher**

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

CEP 04531-934 – São Paulo – SP – Brasil

Tel.: 55 11 3078-5366

**contato@blucher.com.br**

**www.blucher.com.br**

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 6. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, março de 2012. É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização escrita da editora. Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Angélica Ilacqua CRB-8/7057

---

Yazigi, Walid

*A técnica de edificar* / Walid Yazigi. – 19. ed. – São Paulo : Blucher, 2024.

864 p.

ISBN 978-85-212-2110-4 (impresso)

ISBN (eletrônico)

1. Construção civil 2. Edifícios I. Título

00-0000

CDD 000

---

Índices para catálogo sistemático:

1. Construção civil

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Serviços iniciais</b>	<b>1</b>
1.1	Serviços técnicos . . . . .	1
1.1.1	Generalidades . . . . .	1
1.1.2	Levantamento topográfico do terreno . . . . .	1
1.1.3	Investigações geotécnicas e geológicas . . . . .	3
1.1.4	Rochas e solos: terminologia . . . . .	13
1.1.5	Consultoria técnica em edificações . . . . .	16
1.1.6	Fiscalização, acompanhamento e gerenciamento de obra . . . . .	18
1.1.7	Projeto arquitetônico . . . . .	19
1.1.8	Projeto estrutural de edifícios de concreto armado . . . . .	29
1.1.9	Projetos elétrico, telefônico e rede lógica . . . . .	30
1.1.10	Projetos hidrossanitários . . . . .	37
1.1.11	Projeto de ar condicionado . . . . .	49
1.1.12	Projeto de prevenção contra incêndio . . . . .	49
1.1.13	Outros projetos . . . . .	50
1.2	Cadastro nacional de obras (CNO) . . . . .	50
1.2.1	Introdução . . . . .	50
1.2.2	Prazo para inscrição . . . . .	51
1.2.3	Situação cadastral do CNO . . . . .	51
1.3	Demolição . . . . .	51
1.3.1	Definição . . . . .	51
1.3.2	Métodos de demolição . . . . .	51
1.3.3	Medidas preventivas básicas . . . . .	53
1.3.4	Segurança na demolição . . . . .	53
1.3.5	Responsabilidade civil . . . . .	53
1.3.6	Cuidados na obra . . . . .	54
1.3.7	Remoção do material . . . . .	54
1.4	Limpeza do terreno . . . . .	55
1.5	Serviços preliminares diversos . . . . .	55
1.6	Meio Ambiente . . . . .	55
1.6.1	Generalidades . . . . .	55
1.6.2	Qualidade do ar . . . . .	55
1.6.3	Poluição sonora . . . . .	56
1.7	Geomática . . . . .	56
1.8	Áreas contaminadas . . . . .	56
<b>2</b>	<b>Instalações provisórias</b>	<b>59</b>
2.1	Instalações sanitárias e de conforto no canteiro da obra . . . . .	59
2.1.1	Área de vivência . . . . .	59
2.1.2	Instalação sanitária . . . . .	59
2.1.3	Vestiário . . . . .	61
2.1.4	Alojamento . . . . .	62
2.1.5	Local para refeições no canteiro de obras . . . . .	63
2.1.6	Água potável . . . . .	63

2.1.7	Cozinha (quando houver preparo de refeições no canteiro de obras)	64
2.1.8	Lavanderia	64
2.1.9	Área de lazer	64
2.1.10	Disposições gerais	64
2.2	Escada, rampa e passarela provisórias	65
2.3	Almoxarifado da obra	66
2.3.1	Responsabilidade do almoxarife	66
2.3.2	Divisão do almoxarifado	66
2.3.3	Localização do almoxarifado	67
2.4	Regras de segurança patrimonial	68
2.5	Plataformas de proteção (bandejas salva-vidas)	69
2.6	Locação da obra: procedimento de execução de serviço	69
2.6.1	Documentos de referência	69
2.6.2	Materiais e equipamentos	69
2.6.3	Método executivo	70
2.7	Máquinas e ferramentas	71
2.8	Equipamentos para movimentação e transporte vertical de materiais e pessoais	72
2.8.1	Elevadores de obra: Requisitos Técnicos de Procedimentos	72
2.8.2	Cabos de aço	78
2.8.3	Dispositivos de segurança dos elevadores de obra	78
2.8.4	Operação e sinalização	81
2.8.5	Recomendações para inspeção e manutenção de elevadores de obra	81
2.8.6	Recomendações de segurança ao operador de elevador de obra	82
2.8.7	Caso de não movimentação da cabina ou plataforma	84
2.8.8	<i>Checklist</i> para elevadores de obra	84
2.8.9	Grua	87

<b>3</b>	<b>Serviços gerais</b>	<b>91</b>
3.1	Serviços de controle	91
3.1.1	Controle da qualidade na construção civil	91
3.1.2	Diário de obra	137
3.1.3	Descrição do preenchimento de impressos	138
3.1.4	Normas para o controle administrativo da obra	142
3.1.5	Mão de obra	143
3.1.6	Cálculo da área equivalente de construção	149
3.1.7	Unidades de medida	150
3.1.8	Instrumento de medida	156
3.1.9	Calibração	157
3.1.10	Medição de serviço de obra	157
3.1.11	Código de ética da construção	159
3.1.12	Código de ética do Instituto de Engenharia de São Paulo – diretrizes de conduta profissional	161
3.1.13	Depreciação de edificações	162
3.1.14	Construção enxuta ( <i>lean construction</i> )	164
3.2	Administração da obra	165
3.3	Segurança e Saúde no Trabalho (SST)	165
3.3.1	Gestão	165

3.3.2	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) . . . . .	166
3.3.3	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) . . . . .	167
3.3.4	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT) . . . . .	169
3.3.5	Análise Ergonômica do Trabalho (AET) . . . . .	169
3.3.6	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) . . . . .	170
3.3.7	Programa de Conservação Auditiva (PCA) . . . . .	172
3.3.8	Prevenção contra incêndios . . . . .	173
3.4	Medidas de proteção e segurança do trabalho . . . . .	173
3.4.1	Terminologia . . . . .	173
3.4.2	Recomendações gerais . . . . .	179
3.4.3	Breves recomendações sobre segurança do trabalho no canteiro de obras . . . . .	208
3.5	Limpeza da obra e transporte . . . . .	211
<b>4</b>	<b>Trabalhos em terra</b>	<b>215</b>
4.1	Escavação . . . . .	215
4.1.1	Introdução . . . . .	215
4.1.2	Generalidades . . . . .	215
4.1.3	Riscos mais frequentes . . . . .	216
4.1.4	Reconhecimento prévio . . . . .	216
4.1.5	Escoramento . . . . .	217
4.1.6	Precauções . . . . .	217
4.2	Aterro e reaterro . . . . .	217
4.2.1	Generalidades . . . . .	217
4.2.2	Controle tecnológico da execução de aterros . . . . .	218
4.3	Contenção de taludes . . . . .	219
4.3.1	Terminologia . . . . .	219
4.3.2	Generalidades . . . . .	219
4.3.3	Tipos de muro de arrimo . . . . .	220
4.3.4	Gabiões . . . . .	220
4.4	Drenagem . . . . .	221
4.4.1	Generalidades . . . . .	221
4.4.2	Geotêxteis: terminologia . . . . .	221
4.5	Segurança do trabalho em escavação e em fundações . . . . .	222
4.6	Rebaixamento de lençol freático . . . . .	223
<b>5</b>	<b>Fundações</b>	<b>225</b>
5.1	Locação da obra . . . . .	225
5.2	Definições . . . . .	225
5.2.1	Fundação . . . . .	225
5.2.2	Fundação em superfície (também chamada rasa, direta ou superficial) . . . . .	226
5.2.3	Fundação profunda . . . . .	226
5.2.4	Cota de arrasamento . . . . .	227
5.2.5	Nega . . . . .	227
5.2.6	Pressão admissível . . . . .	227
5.2.7	Viga de equilíbrio (ou viga-alavanca) . . . . .	228
5.3	Contenção do solo . . . . .	228

5.3.1	Terminologia . . . . .	228
5.3.2	Tipos de muro de arrimo . . . . .	229
5.3.3	Escoramento . . . . .	229
5.3.4	Submuração . . . . .	231
5.3.5	Parede-diafragma . . . . .	231
5.3.6	Solo grampeado . . . . .	231
5.4	Fundações em superfície . . . . .	232
5.4.1	Pressão admissível . . . . .	232
5.4.2	Dimensionamento . . . . .	232
5.4.3	Disposições construtivas . . . . .	232
5.5	Fundações profundas . . . . .	236
5.5.1	Carga admissível de uma estaca ou tubulão isolado . . . . .	236
5.5.2	Efeito de grupo de estacas ou tubulões . . . . .	237
5.5.3	Peculiaridades dos diferentes tipos de fundação profunda . . . . .	237
5.5.4	Metodologia executiva . . . . .	244
5.5.5	Capacidade de carga . . . . .	245
5.5.6	Disposições construtivas . . . . .	257
5.5.7	Controle executivo . . . . .	263
5.5.8	Tolerância de estaca . . . . .	265
5.5.9	Tolerância de tubulão . . . . .	266
5.5.10	Cálculo estrutural . . . . .	267
5.6	Critérios de medição . . . . .	270
5.6.1	Brocas de concreto e estacas (exclusive estacas cravadas por reação) . . . . .	270
5.6.2	Tubulões a céu aberto . . . . .	271
5.7	Processos usuais de reforço de fundação . . . . .	271
5.7.1	Escavação por meio de “cachimbos” . . . . .	271
5.7.2	Estaca cravada por reação (tipo mega) . . . . .	271
5.8	Observação do comportamento e instrumentação de obras de fundação . . . . .	271
5.9	Prova de carga de solo e de fundação . . . . .	272
5.10	Prevenção de fissuras em edificação . . . . .	272

**6 Estrutura 275**

6.1	Estrutura de concreto armado . . . . .	275
6.1.1	Introdução . . . . .	275
6.1.2	Dosagem do concreto . . . . .	279
6.1.3	Inspeção e ensaios de materiais . . . . .	282
6.1.4	Inspeção antes da concretagem . . . . .	295
6.1.5	Inspeção durante a concretagem . . . . .	295
6.1.6	Inspeção depois da concretagem . . . . .	296
6.1.7	Ensaio do concreto . . . . .	296
6.1.8	Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto . . . . .	299
6.1.9	Sistemas de fôrmas . . . . .	302
6.1.10	Armadura de estrutura de concreto . . . . .	316
6.1.11	“Aço pronto”: ferro cortado e dobrado . . . . .	323
6.1.12	Argamassa de concreto . . . . .	324
6.1.13	Cura . . . . .	346
6.1.14	Transporte do concreto . . . . .	347

6.1.15	Modificações . . . . .	348
6.1.16	Caixa dos elevadores . . . . .	348
6.1.17	Concreto aparente . . . . .	348
6.1.18	Concretagem de lajes . . . . .	349
6.1.19	Junta de concretagem . . . . .	353
6.1.20	Acabamento do concreto . . . . .	355
6.1.21	Graute . . . . .	356
6.1.22	Adesivo estrutural à base de epóxi . . . . .	357
6.1.23	Laje nervurada . . . . .	358
6.1.24	Laje alveolar . . . . .	359
6.1.25	Fissuras do concreto . . . . .	359
6.1.26	Movimentação térmica do arcabouço estrutural . . . . .	361
6.1.27	Laje de cobertura sobre paredes autoportantes . . . . .	361
6.1.28	Concreto autoadensável . . . . .	362
6.1.29	Concreto protendido . . . . .	362
6.1.30	Estrutura pré-moldada de concreto . . . . .	374
6.1.31	Concreto projetado . . . . .	375
6.1.32	Fundamentos para o cálculo estrutural . . . . .	377
6.1.33	Desenho técnico para a obra . . . . .	380
6.2	Estrutura metálica . . . . .	385
6.2.1	Produtos de aço para uso estrutural . . . . .	385

## **7 Instalações 399**

7.1	Elétrica e telefônica . . . . .	399
7.1.1	Generalidades . . . . .	399
7.1.2	Potência . . . . .	403
7.1.3	Eletroduto . . . . .	407
7.1.4	Caixa de derivações . . . . .	418
7.1.5	Fiação: procedimento de execução de serviço . . . . .	420
7.1.6	Ligação aos terminais . . . . .	422
7.1.7	Manobra e proteção dos circuitos . . . . .	422
7.1.8	Tomadas . . . . .	427
7.1.9	Quadro de distribuição . . . . .	427
7.1.10	Caixas geral e de passagem . . . . .	429
7.1.11	Centro de medição de eletricidade: procedimento de execução de serviço . . . . .	430
7.1.12	Aterramento elétrico . . . . .	434
7.1.13	Linha aérea . . . . .	436
7.1.14	Normas da concessionária de eletricidade . . . . .	436
7.1.15	Telefonia fixa . . . . .	464
7.1.16	Telefonia móvel . . . . .	482
7.1.17	Televisão . . . . .	482
7.1.18	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA): para-raios . . . . .	483
7.1.19	Iluminação – Terminologia . . . . .	487
7.1.20	Luz de obstáculo . . . . .	491
7.1.21	Sistema de iluminação de emergência . . . . .	492
7.1.22	Verificação final da instalação . . . . .	498
7.2	Hidráulica, sanitária e de gás . . . . .	499

7.2.1	Saneamento básico . . . . .	499
7.2.2	Diretrizes e dimensionamento para abastecimento de água e coleta de esgoto	499
7.2.3	Instalação de água fria . . . . .	516
7.2.4	Instalação de água quente . . . . .	531
7.2.5	Água de reúso . . . . .	538
7.2.6	Instalação de gás combustível . . . . .	538
7.2.7	Prevenção e proteção contra incêndio . . . . .	547
7.2.8	Instalação de água pluvial . . . . .	555
7.2.9	Instalação de esgoto sanitário . . . . .	559
7.2.10	Instalação hidrossanitária e de gás – procedimento de execução de serviço .	561
7.3	Instalações em alvenaria estrutural . . . . .	568
7.3.1	Elétrica . . . . .	568
7.3.2	Hidráulica . . . . .	569
7.4	Instalações mecânicas . . . . .	569
7.4.1	Elevador de passageiros . . . . .	569
7.5	Instalação de ar condicionado . . . . .	576
7.5.1	Generalidades . . . . .	576
7.5.2	Distribuição do ar pelo forro . . . . .	578
7.5.3	Distribuição do ar pelo piso . . . . .	578
7.5.4	Sistema básico de ar condicionado . . . . .	578
7.5.5	Sistemas de geração de frio . . . . .	582
7.6	Piscina . . . . .	587
7.6.1	Localização . . . . .	587
7.6.2	Elementos . . . . .	587
7.6.3	Tanque de piscina . . . . .	587
7.6.4	Sistema de recirculação e tratamento de água . . . . .	588
7.6.5	Instalações sanitárias . . . . .	590
7.6.6	Limpeza . . . . .	590
7.6.7	Sistema de aquecimento de água . . . . .	590
7.7	Sauna . . . . .	590
7.7.1	Sauna úmida . . . . .	591
7.7.2	Sauna seca . . . . .	592
7.7.3	Ducha . . . . .	593

**8 Alvenaria e outras divisórias 595**

8.1	Generalidades . . . . .	595
8.1.1	Terminologia . . . . .	595
8.1.2	Cal . . . . .	596
8.1.3	Execução de alvenaria de tijolos e blocos sem função estrutural . . . . .	600
8.1.4	Demarcação das paredes de vedação . . . . .	602
8.2	Alvenaria de blocos vazados de concreto simples . . . . .	602
8.2.1	Terminologia . . . . .	602
8.2.2	Requisitos gerais . . . . .	603
8.2.3	Requisitos específicos . . . . .	603
8.2.4	Requisitos físico-mecânicos . . . . .	603
8.2.5	Materiais . . . . .	604
8.2.6	Condições específicas . . . . .	605

8.2.7	Generalidades . . . . .	605
8.3	Alvenaria de tijolos maciços cerâmicos . . . . .	606
8.4	Alvenaria de blocos cerâmicos vazados . . . . .	606
8.4.1	Terminologia . . . . .	606
8.4.2	Condições gerais . . . . .	606
8.4.3	Generalidades . . . . .	607
8.4.4	Bloco de vedação . . . . .	607
8.4.5	Bloco estrutural . . . . .	608
8.4.6	Características visuais . . . . .	608
8.4.7	Características geométricas . . . . .	609
8.4.8	Tolerâncias de fabricação . . . . .	609
8.4.9	Espessura das paredes . . . . .	609
8.4.10	Resistência à compressão . . . . .	609
8.4.11	Absorção de água . . . . .	609
8.4.12	Alvenaria de vedação – procedimento de execução de serviço . . . . .	610
8.5	Alvenaria de blocos de concreto celular . . . . .	612
8.6	Parede de placas cimentícias . . . . .	613
8.6.1	Características de placa cimentícia ou placa de fibrocimento . . . . .	613
8.6.2	Sistema construtivo . . . . .	613
8.6.3	Acabamento de paredes . . . . .	614
8.6.4	Fixação de armários e peças suspensas . . . . .	614
8.7	Construção seca . . . . .	614
8.7.1	Parede de gesso acartonado ( <i>drywall</i> ) . . . . .	614
8.7.2	Sistema construtivo <i>light steel framing</i> . . . . .	621
8.7.3	Sistema construtivo <i>wood framing</i> . . . . .	622
8.7.4	Ligação entre estrutura e paredes de vedação . . . . .	622
8.8	Recorte de paredes e de revestimento cerâmico . . . . .	623
8.9	Fissuras em alvenaria . . . . .	624

## **9 Cobertura 627**

9.1	Cobertura com estrutura de madeira . . . . .	627
9.1.1	Terminologia . . . . .	627
9.1.2	Componentes da estrutura de madeira . . . . .	628
9.1.3	Materiais . . . . .	628
9.1.4	Estrutura pontaletada . . . . .	630
9.1.5	Dimensionamento da madeira de tesoura . . . . .	630
9.1.6	Disposições construtivas de tesouras . . . . .	630
9.1.7	Estrutura de madeira de telhado – procedimento de execução de serviço . . . . .	631
9.1.8	Telha ondulada de CRFS (cimento reforçado com fios sintéticos) . . . . .	633
9.1.9	Telha cerâmica . . . . .	637
9.1.10	Telha ondulada de poliéster . . . . .	640
9.1.11	Telha de alumínio . . . . .	640
9.1.12	Telha metálica termoisolante . . . . .	642
9.1.13	Telha zipada . . . . .	643
9.1.14	Domo . . . . .	643

## **10 Tratamento 645**

10.1	Impermeabilização . . . . .	645
10.1.1	Terminologia . . . . .	645
10.1.2	Condições gerais de execução . . . . .	647
10.1.3	Escolha do sistema . . . . .	648
10.1.4	Quantidade média de materiais consumidos nos principais sistemas . . . . .	652
10.1.5	Resiliência dos materiais . . . . .	655
10.1.6	Longevidade dos sistemas de impermeabilização . . . . .	655
10.1.7	Argamassa rígida impermeável . . . . .	656
10.1.8	Aditivo impermeabilizante . . . . .	659
10.1.9	Manta asfáltica . . . . .	660
10.1.10	Proteção da impermeabilização . . . . .	663
10.1.11	Junta de vedação de silicone . . . . .	664
10.1.12	Interferências estruturais no processo de impermeabilização . . . . .	664
10.1.13	Importantes fatores a considerar . . . . .	666
10.2	Falhas relacionadas com a umidade . . . . .	667
10.2.1	Generalidades . . . . .	667
10.2.2	Absorção capilar de água . . . . .	667
10.2.3	Água de infiltração ou de fluxo superficial . . . . .	668
10.2.4	Formação de água de condensação . . . . .	668
10.2.5	Absorção higroscópica de água e condensação capilar . . . . .	668
10.2.6	Mofa em edificação . . . . .	669
10.3	Proteção térmica e acústica . . . . .	670
10.3.1	Isolamento térmico . . . . .	670
10.3.2	Poliestireno expandido (EPS) . . . . .	671

**11 Esquadria 673**

11.1	Generalidades . . . . .	673
11.1.1	Madeira na construção civil . . . . .	673
11.1.2	Carpintaria . . . . .	677
11.1.3	Janela . . . . .	679
11.1.4	Porta . . . . .	681
11.1.5	Porta corta-fogo . . . . .	682
11.2	Esquadria de madeira . . . . .	685
11.2.1	Colocação de batente e porta – procedimento de execução de serviço . . . . .	686
11.2.2	Documentos de referência . . . . .	686
11.2.3	Materiais e equipamentos . . . . .	686
11.2.4	Método executivo . . . . .	687
11.3	Esquadria de ferro . . . . .	688
11.3.1	Generalidades . . . . .	688
11.3.2	Colocação de esquadria de ferro – procedimento de execução de serviço . . . . .	690
11.4	Esquadria de alumínio . . . . .	692
11.4.1	Evolução dos produtos . . . . .	692
11.4.2	Generalidades . . . . .	692
11.4.3	Especificação de esquadrias de alumínio . . . . .	693
11.4.4	Qualificação de fornecedores . . . . .	693
11.4.5	Questionamentos e discussão . . . . .	694
11.4.6	Recomendações . . . . .	694

11.4.7	Tipologia e escolha da esquadria . . . . .	695
11.4.8	Proteção superficial do alumínio . . . . .	696
11.4.9	Guarnição . . . . .	698
11.4.10	Instalação de vidros . . . . .	699
11.4.11	Fixação da esquadria em parede . . . . .	700
11.4.12	Proteção e conservação de superfície do alumínio anodizado . . . . .	700
11.4.13	Procedimentos básicos para identificar uma janela de qualidade . . . . .	701
11.4.14	Instalação de esquadria de alumínio – procedimento de execução de serviço	702
11.4.15	Painéis modulares estruturados (fachada unitizada) . . . . .	704
11.5	Esquadrias de PVC . . . . .	704

**12 Revestimento 707**

12.1	Generalidades . . . . .	707
12.2	Areia para argamassa de revestimento . . . . .	707
12.3	Chapisco . . . . .	708
12.3.1	Generalidades . . . . .	708
12.3.2	Aditivo adesivo para chapisco . . . . .	708
12.4	Trabalhabilidade da argamassa . . . . .	709
12.5	Emboço . . . . .	709
12.6	Argamassa industrializada para assentamento e revestimento . . . . .	710
12.6.1	Generalidades . . . . .	710
12.6.2	Revestimento interno de argamassa única – procedimento de execução de serviço . . . . .	711
12.6.3	Revestimento externo de argamassa única – procedimento de execução de serviço . . . . .	714
12.7	Reboco . . . . .	718
12.7.1	Generalidades . . . . .	718
12.7.2	Argamassa fina industrializada para interiores . . . . .	718
12.7.3	Argamassa fina industrializada para fachadas . . . . .	719
12.7.4	Reboco rústico . . . . .	720
12.7.5	Vesículas . . . . .	720
12.7.6	Encobrimento de trinca . . . . .	720
12.8	Projeção mecânica de argamassa . . . . .	721
12.9	Aderência da argamassa . . . . .	721
12.10	Pasta de gesso . . . . .	722
12.10.1	Generalidades . . . . .	722
12.10.2	Revestimento com pasta de gesso – procedimento de execução de serviço . . . . .	723
12.11	Placas cerâmicas para revestimento . . . . .	725
12.11.1	Terminologia . . . . .	725
12.11.2	Azulejo . . . . .	726
12.11.3	Assentamento . . . . .	726
12.12	Movimentação térmica e por retração em argamassa de revestimento . . . . .	735
12.13	Pastilha . . . . .	736
12.13.1	Generalidades . . . . .	736
12.13.2	Argamassa industrializada para assentamento . . . . .	737
12.14	Laminado decorativo de alta pressão (LDAP) . . . . .	738
12.14.1	Generalidades . . . . .	738

12.14.2	LDAP na indústria moveleira . . . . .	739
12.14.3	LDAP em construção predial . . . . .	742
12.14.4	Embalagem e armazenamento . . . . .	743
12.14.5	Manuseio . . . . .	744
12.15	Painel de alumínio composto (ACM) . . . . .	744
12.16	Forro . . . . .	746
12.16.1	Generalidades . . . . .	746
12.16.2	Forro suspenso de placas de gesso (não acartonado) – generalidades . . . . .	747
12.16.3	Forro suspenso de placas de gesso – procedimento de execução de serviço . . . . .	748
12.16.4	Forro de gesso acartonado ( <i>drywall</i> ) . . . . .	749
12.16.5	Forro suspenso de régua metálicas . . . . .	750

### **13 Piso e pavimentação 753**

13.1	Contrapiso . . . . .	753
13.1.1	Definição . . . . .	753
13.1.2	Contrapiso de concreto impermeável – procedimento de execução de serviço . . . . .	753
13.2	Piso cerâmico . . . . .	754
13.2.1	Terminologia . . . . .	754
13.2.2	Generalidades . . . . .	755
13.2.3	Assentamento de piso cerâmico – procedimento de execução de serviço . . . . .	757
13.3	Ladrilho hidráulico . . . . .	759
13.4	Granilite . . . . .	760
13.5	Piso cimentado . . . . .	761
13.5.1	Regularização de piso em área seca – procedimento de execução de serviço . . . . .	761
13.5.2	Regularização impermeável de piso – procedimento de execução de serviço . . . . .	762
13.5.3	Piso de concreto moldado <i>in loco</i> – procedimento de execução de serviço . . . . .	764
13.5.4	Pavimento armado . . . . .	766
13.6	Peça pré-moldada de concreto simples . . . . .	766
13.7	Rochas ornamentais para revestimento . . . . .	766
13.7.1	Generalidades . . . . .	766
13.7.2	Placa de pedra natural . . . . .	767
13.7.3	Mosaico português . . . . .	767
13.8	Piso de madeira . . . . .	768
13.8.1	Generalidades . . . . .	768
13.8.2	Soalho de tacos . . . . .	768
13.8.3	Cola (branca) de emulsão para fixação de tacos . . . . .	770
13.8.4	Raspagem e calafetação com aplicação de resina . . . . .	770
13.8.5	Soalho de parquete . . . . .	771
13.9	Soalho de tábuas . . . . .	772
13.10	Carpete ( <i>tuft</i> ) e forração (agulhado) . . . . .	772
13.11	Placa vinílica semiflexível . . . . .	776
13.12	Placa de borracha sintética . . . . .	777
13.13	Piso melamínico de alta pressão (PMAP) ou piso laminado melamínico . . . . .	778
13.13.1	Generalidades . . . . .	778
13.13.2	Substrato indicado . . . . .	778
13.13.3	Adesivo indicado . . . . .	778
13.13.4	Fatores importantes para boa colagem . . . . .	779

13.13.5	Aplicação sobre base de cimento e areia . . . . .	779
13.13.6	Instruções de aplicação . . . . .	779
13.13.7	Instruções para corte do PMAP . . . . .	780
13.13.8	Características . . . . .	780
13.14	Eflorescência em revestimento de piso de área impermeabilizada . . . . .	781
13.15	Piso elevado . . . . .	782
13.16	Piso externo . . . . .	783
13.16.1	Piso intertravado de blocos de concreto . . . . .	783
<b>14</b>	<b>Rodapé, soleira e peitoril</b>	<b>785</b>
14.1	Rodapé de madeira . . . . .	785
14.2	Peitoril pré-moldado de concreto . . . . .	785
14.3	Soleira . . . . .	786
<b>15</b>	<b>Ferragem para esquadria</b>	<b>787</b>
15.1	Terminologia . . . . .	787
15.2	Generalidades . . . . .	789
15.3	Fecho . . . . .	789
15.4	Fechadura . . . . .	789
15.5	Dobradiça . . . . .	790
15.6	Puxador . . . . .	790
<b>16</b>	<b>Vidro</b>	<b>791</b>
16.1	Glossário de vidros planos . . . . .	791
16.2	Generalidades . . . . .	791
16.3	Tipos e aplicação . . . . .	793
16.4	Vidro plano comum impresso (fantasia) . . . . .	793
16.5	Vidro plano temperado . . . . .	793
16.6	Vidro plano aramado . . . . .	794
16.7	Vidro laminado . . . . .	795
16.8	Bloco de vidro . . . . .	795
16.9	Vitrocerâmica . . . . .	796
<b>17</b>	<b>Pintura</b>	<b>797</b>
17.1	Terminologia . . . . .	797
17.2	Generalidades . . . . .	799
17.3	Pintura a látex (PVA) . . . . .	800
17.4	Pintura a esmalte . . . . .	801
17.4.1	Generalidades . . . . .	801
17.4.2	Esmalte sobre superfície de madeira . . . . .	802
17.4.3	Esmalte sobre superfície metálica . . . . .	802
17.5	Pintura a óleo . . . . .	802
17.6	Pintura à base de cal . . . . .	803
17.7	Pintura lavável multicolorida com pigmentos . . . . .	804
17.8	Pintura com hidrofugante . . . . .	804
17.9	Pintura com verniz . . . . .	804
17.10	Pintura de madeira com verniz poliuretânico . . . . .	805
17.11	Pintura com tinta epóxi . . . . .	805

17.12	Pintura por deposição eletrostática de pó . . . . .	805
17.13	Cores da tubulação aparente . . . . .	805
17.14	Repintura . . . . .	806
17.14.1	Substratos metálicos . . . . .	806
17.14.2	Substrato à base de cimento (alvenaria revestida ou concreto) . . . . .	806
17.14.3	Substrato de madeira pintada com esmalte ou verniz . . . . .	807
17.15	Princípios gerais para a execução de pintura . . . . .	808
17.15.1	Limpeza . . . . .	808
17.15.2	Condições ambientais durante a aplicação . . . . .	808
17.15.3	Pintura interna – procedimento de execução de serviço . . . . .	808
17.15.4	Pintura externa – procedimento de execução de serviço . . . . .	811
17.16	Critérios de medição . . . . .	813
<b>18</b>	<b>Aparelhos</b>	<b>815</b>
18.1	Aparelhos sanitários . . . . .	815
18.1.1	Generalidades . . . . .	815
18.1.2	Conjunto de louça sanitária . . . . .	816
18.1.3	Caixa de descarga acoplada à bacia . . . . .	816
18.1.4	Válvula fluxível de descarga . . . . .	816
18.1.5	Tanque de lavar roupa . . . . .	816
18.1.6	Banheira com hidromassagem . . . . .	817
18.1.7	Tanque de pressurização de água . . . . .	818
18.1.8	Triturador de lixo . . . . .	819
18.1.9	Metais sanitários . . . . .	820
18.1.10	Banca de pia de aço inoxidável . . . . .	822
18.1.11	Colocação de bancada, louça e metal sanitário – procedimento de execução de serviço . . . . .	823
18.2	Aparelhos elétricos e a gás . . . . .	826
18.2.1	Aparelho de iluminação (luminária) . . . . .	826
18.2.2	Aquecedor elétrico de acumulação de água ( <i>boiler</i> ) . . . . .	826
18.2.3	Aquecedor elétrico de passagem de água . . . . .	826
18.2.4	Aquecedor a gás de passagem de água . . . . .	827
18.2.5	Aquecedor a gás de acumulação de água . . . . .	827
18.2.6	Aquecedor solar de acumulação de água . . . . .	827
18.2.7	Luminárias e lâmpadas . . . . .	828
<b>19</b>	<b>Jardim</b>	<b>843</b>
19.1	Definição . . . . .	843
19.2	Preparo da terra . . . . .	843
19.2.1	Em canteiro no solo . . . . .	843
19.2.2	Em canteiro sobre laje . . . . .	843
19.3	Plantio . . . . .	843
19.3.1	Generalidades . . . . .	843
19.3.2	Rega . . . . .	844
19.3.3	Gramado . . . . .	844
<b>20</b>	<b>Limpeza</b>	<b>847</b>

20.1	De ladrilhos cerâmicos . . . . .	847
20.2	De mármore, granito e granilite . . . . .	847
20.3	De ladrilhos vinílicos . . . . .	847
20.4	De cimentado liso ou áspero . . . . .	848
20.5	De azulejos . . . . .	848
20.6	De laminado decorativo de alta pressão . . . . .	848
20.7	De piso melamínico de alta pressão . . . . .	848
20.8	De ferragem e metais sanitários . . . . .	849
20.9	De esquadrias de alumínio anodizado . . . . .	849
20.10	De esquadrias metálicas com pintura eletrostática de poliéster em pó . . . . .	849
20.11	De vidro . . . . .	849
20.12	De louças sanitárias . . . . .	849
20.13	De pedra decorativa . . . . .	850
<b>21</b>	<b>Responsabilidade sobre a edificação</b>	<b>851</b>
21.1	Arremates finais . . . . .	851
21.2	Testes de funcionamento . . . . .	851
21.3	Código de Defesa do Consumidor . . . . .	851
21.4	Incorporação imobiliária – terminologia . . . . .	852
21.5	Manual do proprietário/usuário e das áreas comuns . . . . .	855
	21.5.1 Introdução . . . . .	855
	21.5.2 Modelo de Manual . . . . .	855
21.6	Prazos de garantia de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos . . . . .	937
21.7	Manutenção da edificação . . . . .	940
	21.7.1 Terminologia . . . . .	940
	21.7.2 Elementos necessários à administração do imóvel . . . . .	941
	21.7.3 Âmbito da manutenção da edificação . . . . .	942
	21.7.4 Setores de atividades dos serviços de manutenção . . . . .	942
	21.7.5 Atividades não concernentes à manutenção da edificação . . . . .	944
	21.7.6 Gestão da manutenção da edificação . . . . .	945
	21.7.7 Reforma em edificações . . . . .	945
	<b>Anexos</b>	<b>949</b>
	<b>Referências</b>	<b>953</b>

# Capítulo 1

## Serviços iniciais

### 1.1 Serviços técnicos

#### 1.1.1 Generalidades

Na elaboração do indispensável orçamento de uma edificação, são importantes a classificação e a discriminação dos diversos serviços que devem ocorrer durante a construção. É necessário sistematizar o roteiro a ser seguido na execução da peça orçamentária, de modo que não seja omitido serviço algum que, em cada caso particular, seja necessário ao pleno funcionamento e utilização do empreendimento, em obediência ao projeto aprovado e em conformidade com o estabelecido nos memoriais descritivos e suas especificações técnicas. De acordo com as circunstâncias de cada caso, a classificação e a discriminação dos serviços que ocorrem na construção da edificação podem ser detalhados em seus pormenores, sempre que necessário.

Como modelo de discriminação de Serviços Técnicos, pode-se relacionar o que segue:

- levantamento topográfico;
- estudos geotécnicos/sondagens;
- consultorias técnicas;
- fiscalização/acompanhamento/gerenciamento;
- projeto arquitetônico;
- projeto estrutural;
- projeto elétrico/telefônico/de sinais;
- projeto hidrossanitário/de gás;
- projeto de ar condicionado/pressurização de escadas/ventilação mecânica;
- projeto de prevenção contra incêndio;
- projeto luminotécnico;
- projeto de som ambiental;
- projeto de paisagismo e urbanização;
- maquete/perspectivas;
- orçamento/cronograma;
- fotografias.

#### 1.1.2 Levantamento topográfico do terreno

*Topografia* é a delimitação (medidas de distância e ângulos, em geral do perímetro do terreno) exata e pormenorizada de um terreno com todos os seus acidentes naturais (relevo). *Levantamento topográfico* é

a técnica que tem por fim colher no campo (terreno) distâncias e ângulos para a elaboração de uma *planta topográfica*. Ele é feito por um *topógrafo* (operador), que utiliza um aparelho denominado *teodolito* (que é um instrumento óptico de precisão que mensura ângulos horizontais e verticais) e uma *trena* (que é uma fita flexível geralmente de aço inoxidável graduada em milímetros, que mede distâncias) ou um *taqueômetro*, também chamado estação total (que é um aparelho eletrônico usado para medir ângulos e distâncias). *Taqueometria* é um levantamento de pontos de um terreno, *in loco*, de forma a obter-se com presteza plantas com curvas de nível, que permitem representar no plano horizontal (projeção) as diferenças de nível. Essas peças gráficas são conhecidas como *plantas planialtimétricas*. *Nível a laser* (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) é um aparelho que usa raio laser para marcações e medições de nível e alinhamento de pontos. *Referência de nível (RN)* é um marco numérico de comparação a partir de um ponto estabelecido pela obra, o qual será relacionado a outros pontos do terreno ou da construção, sejam eles mais altos ou mais baixos. A diferença de nível entre um ponto qualquer do imóvel e a RN é chamada cota. A cota pode ser negativa se o ponto do imóvel se localizar abaixo da RN. A planta do levantamento planialtimétrico do imóvel deverá conter informações referentes à topografia, aos acidentes físicos, à vizinhança e aos logradouros. A elaboração da peça gráfica precisa ser em escala conveniente, variando entre 1:100 e 1:250, e conter a data do levantamento e a assinatura do profissional que a executou. O levantamento planialtimétrico partirá em geral do alinhamento da via pública existente para o imóvel.

Com referência à topografia do imóvel, terão de ser prestadas as seguintes informações:

- indicação da linha norte-sul;
- indicação das medidas de cada segmento do perímetro que define o imóvel, mostrando a extensão levantada e a constante do título de propriedade, para verificação de eventual divergência – com tolerância de até 5% quanto às dimensões (planimetria e área) –, convencionando-se chamar de “R” a medida real de cada segmento e de “E” a medida da escritura desse segmento;
- indicação dos ângulos entre os segmentos que definem o perímetro do imóvel ou seus rumos;
- demarcação do perímetro de edificações eventualmente existentes no imóvel;
- se a comprovação de propriedade da área for constituída por mais de um título, deverão ser demarcados os vários imóveis que a compõem, relacionando-os com os títulos de propriedade, indicando suas áreas e os respectivos números de contribuinte do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano);
- indicação da área real do imóvel resultante do levantamento, bem como da área constante do título de propriedade;
- apresentação de curvas de nível, de metro em metro, devidamente cotadas, ou de planos cotados (para caso de terreno que apresente desnível não superior a 2 m);
- localização de árvores existentes, de caule (tronco) com diâmetro superior a 5 cm (medido a 1,3 m acima do terreno circundante – “altura do peito”) – Lei n. 10.365, de 22/09/87, do Município de São Paulo;
- demarcação de córregos ou quaisquer outros cursos de água existentes no imóvel ou em sua divisa;
- demarcação de faixas *non aedificandi* (de não edificação) e galerias de águas pluviais existentes no imóvel ou em suas divisas;
- indicação das cotas de nível na guia, nas extremidades da testada do imóvel.

Com referência à vizinhança e ao(s) logradouro(s), necessitam ser prestadas as informações seguintes:

- localização de postes, árvores, bocas de lobo, fiação aérea e mobiliários urbanos existentes diante do imóvel;
- indicação da largura do(s) logradouro(s), medida no centro da testada do imóvel e em vários pontos (no mínimo três) do trecho do logradouro, se houver variação da medida, completando a indicação com a dimensão dos passeios;
- código do logradouro onde se situa o imóvel e número de contribuinte do IPTU;

- inexistindo emplacamento do imóvel, deverão ser indicadas as distâncias compreendidas entre o eixo da entrada das edificações vizinhas e as divisas do imóvel, medidas no alinhamento, bem como as respectivas numerações de emplacamento (posição do lote na quadra em que se situa);
- em caso de dúvida ou de inexistência de emplacamento dos imóveis vizinhos, deverá ser indicada a distância entre o imóvel e o início do logradouro ou a distância entre o imóvel e o eixo das vias transversais mais próximas;
- indicação do tipo de pavimentação do(s) logradouro(s) e do(s) passeio(s) e do número do imóvel (se existir);
- quando se tratar de terrenos com acentuado aclave ou declive, o levantamento terá de conter dados genéricos de implantação das eventuais edificações vizinhas, correspondendo a uma faixa de, no mínimo, 3 m de largura ao longo das divisas.

## 1.1.3 Investigações geotécnicas e geológicas

### 1.1.3.1 Generalidades

Para fins de projeto e execução, as investigações geotécnicas do terreno de fundação (solo ou rocha ou mistura de ambos) abrangem:

- Investigações locais, compreendendo:
  - sondagens de reconhecimento e sondagens para retirada de amostras indeformadas;
  - ensaios de penetração, estática ou dinâmica;
  - ensaios *in situ* (no seu lugar natural) de resistência e deformação;
  - ensaios *in situ* de permeabilidade ou determinação da perda de água;
  - medições de nível de água e de pressão neutra;
  - realização de provas de carga;
  - processos geofísicos de reconhecimento.
- Investigações, em laboratório, sobre amostras representativas das condições locais, compreendendo:
  - caracterização;
  - resistência;
  - deformação;
  - permeabilidade.

A realização de ensaios sobre amostras de água do subsolo ou livremente ocorrente está compreendida nessa fase de estudos geotécnicos, sempre que houver suspeita de sua agressividade aos materiais que constituirão as fundações a executar. Independentemente da extensão dos ensaios preliminares que tenham sido realizados, devem ser feitas investigações adicionais sempre que, em qualquer etapa da execução da fundação, for constatada uma diferença entre as condições reais locais e as indicações fornecidas por aqueles ensaios preliminares, de tal sorte que as divergências fiquem completamente esclarecidas. Em decorrência da interdependência que há entre as características do maciço investigado e o projeto estrutural, é recomendável que as investigações sejam acompanhadas pelos responsáveis que executarão o projeto estrutural e o de fundação.

### 1.1.3.2 Reconhecimento geológico

Sempre que necessário, tem de ser realizada vistoria geológica de campo, por profissional especializado, complementada ou não por investigações geológicas adicionais com consultas a mapas geológicos, fotografias aéreas comuns etc.

### 1.1.3.3 Reconhecimento geotécnico

São sondagens de simples reconhecimento métodos geofísicos e qualquer outro tipo de prospecção do solo para fins de fundação. As sondagens de reconhecimento à percussão devem ser executadas de acordo com as normas técnicas brasileiras, levando em conta as peculiaridades da obra em projeto. A utilização dos processos geofísicos de reconhecimento só pode ser aceita se acompanhada por sondagens de reconhecimento ou rotativas de confirmação.

### 1.1.3.4 Sondagem e poço de observação com retirada de amostras indeformadas

Sempre que o vulto da obra ou a natureza do terreno exigirem, precisam ser realizadas sondagens ou poços de observação com retirada de amostras indeformadas, que têm de ser submetidas aos ensaios de laboratório julgados necessários ao projeto.

### 1.1.3.5 Ensaio de penetração estática (*diepsondering*)

Ensaio realizado com o penetrômetro estático, compreendendo a cravação no terreno, por prensagem, de um cone padronizado, permitindo medir separadamente a resistência de ponta e total (ponta mais atrito lateral) e ainda o atrito lateral local (com a camisa de atrito) das camadas interessadas. Os ensaios estáticos, embora não obrigatórios, são de grande valia, sobretudo em se tratando de fundações profundas. Em nenhum caso, todavia, tais ensaios, por não permitirem a coleta de amostras, substituem as sondagens de reconhecimento, as quais, portanto, não podem ser dispensadas.

### 1.1.3.6 Outros ensaios *in situ*

Compreendem ensaios para reconhecimento das características de resistência, deformação, densidade, umidade, permeabilidade ou perda de água (em se tratando de maciço rochoso), realizados *in situ* (no seu lugar natural). A resistência ao cisalhamento pode ser determinada por meio de palheta (vane test), ou mesmo pelo cisalhamento de blocos de grandes dimensões, executado a céu aberto ou no interior de galerias. As características de deformação podem ser determinadas, conforme o caso em estudo, mediante ensaios pressiométricos ou de provas de carga (ver a Seção 5.2.7). As características de percolação dos maciços terrosos ou rochosos podem ser determinadas pelos ensaios de permeabilidade e de perda de água. Outras características, cujo conhecimento seja desejável, são determinadas por ensaios específicos.

### 1.1.3.7 Provas de carga

Objetiva determinar, por meios diretos, as características de deformação ou resistência do terreno ou de elementos estruturais de fundação. Para isso, as provas de carga podem ser feitas com cargas verticais ou inclinadas, à compressão ou tração, cargas horizontais ou qualquer outro tipo de solicitação destinado a reproduzir as condições de funcionamento da fundação a que se destinam.

### 1.1.3.8 Ensaios de laboratório

Visam à determinação de características diversas do terreno de fundação, utilizando amostras representativas do tipo deformada ou indeformada, obtidas na fase de projeto ou de andamento da obra. De acordo com o tipo da obra e das características a determinar, são executados, entre outros, os ensaios especificados a seguir utilizando a amostra e a técnica de execução mais representativas de cada caso em estudo:

- caracterização: granulometria por peneiramento com ou sem sedimentação, limites de liquidez e plasticidade;
- resistência: ensaios de compressão simples, cisalhamento direto, compressão triaxial;
- deformação: compressão confinada (adensamento), compressão triaxial, inclusive descompressão;
- permeabilidade: ensaios de permeabilidade em permeômetros de carga constante ou variável, ou mesmo indiretamente mediante ensaio de adensamento;
- expansibilidade, colapsividade etc.: ensaios para verificação dessas características dos solos.

### **1.1.3.9 Observações de obra**

Considera-se de especial interesse, não só para o controle da obra em si como também para o aperfeiçoamento da técnica de fundação e da melhoria dos conhecimentos da construtora obtidos sob condições reais, a observação das obras mediante instrumentação adequada no que se refere ao comportamento de suas fundações, bem como à interação estrutura-solo da fundação. Tal determinação pode ser exigida nos casos de projetos difíceis ou singulares ou nos casos em que se julgue necessária a verificação do desempenho de obras fundadas sob condições especiais.

### **1.1.3.10 Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações**

#### **1.1.3.10.1 Terminologia**

Terreno é todo maciço natural caracterizado por condições geocronológicas e estratigráficas, incluindo assim, em termos práticos, solos, rochas e materiais intermediários, como solos residuais, rochas moles etc. A parte desse maciço, em extensão e profundidade, de interesse para a obra e seu projeto geotécnico é correntemente chamada de subsolo.

#### **1.1.3.10.2 Procedimento mínimo**

Um procedimento mínimo deve ser adotado na programação de sondagens de simples reconhecimento – sondagens a percussão (standard penetration test, SPT) –, na fase de estudos preliminares ou de planejamento do empreendimento. Para a fase de projeto, ou para o caso de estruturas especiais, eventualmente, poderão ser necessárias investigações complementares para determinação dos parâmetros de resistência ao cisalhamento e da compressibilidade dos solos, que terão influência sobre o comportamento da estrutura projetada. Para tanto, precisam ser realizados programas específicos de investigações complementares.

#### **1.1.3.10.3 Número e locação das sondagens**

O número de sondagens a percussão e a sua localização em planta dependem do tipo da estrutura, de suas características especiais e das condições geotécnicas do subsolo. O número de sondagens tem de ser suficiente para fornecer o melhor quadro possível da provável variação das camadas do subsolo do local em estudo. As sondagens precisam ser em número de uma para cada 200 m<sup>2</sup> de área da projeção em planta do edifício, até 1200 m<sup>2</sup> de área. Entre 1200 m<sup>2</sup> e 2400 m<sup>2</sup>, é necessário fazer uma sondagem para cada 400 m<sup>2</sup> que excederem de 1200 m<sup>2</sup>. Acima de 2400 m<sup>2</sup>, o número de sondagens será fixado de acordo com o plano particular da construção. Em quaisquer circunstâncias, o número mínimo de sondagens deve ser:

- duas: para área da projeção em planta de edifício até 200 m<sup>2</sup>;
- três: para área entre 200 m<sup>2</sup> e 400 m<sup>2</sup>.

Nos casos em que não houver ainda disposição em planta dos edifícios, como nos estudos de viabilidade ou de escolha de local, o número de sondagens será fixado de forma que a distância máxima entre elas seja de 100 m, com o mínimo de três sondagens. As sondagens têm de ser localizadas em planta e obedecer às seguintes regras gerais:

- na fase de estudos preliminares ou de planejamento do empreendimento, as sondagens precisam ser igualmente distribuídas em toda a área; na fase de projeto, pode-se locar as sondagens de acordo com critério específico que leve em conta pormenores estruturais;
- quando o número de sondagens for superior a três, elas não deverão ser distribuídas ao longo do mesmo alinhamento.

Nunca se deve economizar em sondagens, seja no número de furos, seja na sua profundidade.

#### 1.1.3.10.4 Profundidade das sondagens

A profundidade do furo em relação a uma referência de nível (RN; ver a Seção 1.12) a ser explorada pelas sondagens de simples reconhecimento, para efeito do projeto geotécnico, é função do tipo de edifício, das características particulares de sua estrutura, de suas dimensões em planta, da forma da área carregada e das condições geotécnicas e topográficas locais. A exploração será levada a profundidades tais que incluam todas as camadas impróprias ou que sejam questionáveis, como apoio de fundações, de tal forma que não venham a prejudicar a estabilidade e o comportamento estrutural ou funcional do edifício. As sondagens têm de ser levadas até a profundidade em que o solo não seja mais significativamente solicitado pelas cargas estruturais, fixando como critério aquela profundidade em que o acréscimo da pressão no solo, em razão das cargas estruturais aplicadas, for menor do que 10% da pressão geostática efetiva.

Quando a edificação apresentar uma planta composta de vários corpos, o critério anterior se aplicará a cada corpo da edificação. No caso de corpos de fundação isolados e muito espaçados entre si, a profundidade a explorar necessita ser determinada a partir da consideração simultânea da menor dimensão dos corpos de fundação, da profundidade dos seus elementos e da pressão estimada por eles transmitida. Quando uma sondagem atingir camada de solo de compacidade ou consistência elevada, e as condições geológicas locais mostrarem não haver possibilidade de se atingir camadas menos consistentes ou compactas, poderá interromper a sondagem naquela camada. Quando a sondagem atingir rocha ou camada impenetrável à percussão, subjacente a solo adequado ao suporte da fundação, pode ser nela interrompida. Nos casos de fundações de importância, ou quando as camadas superiores de solo não forem adequadas ao suporte, aconselha-se a verificação da natureza e da continuidade da camada impenetrável. Nesses casos, a profundidade mínima a investigar é de 5 m. A contagem da profundidade, para efeito do aqui descrito, precisa ser feita a partir da superfície do terreno, não se computando para esse cálculo a espessura da camada de solo a ser eventualmente escavada. No caso de fundações profundas (estacas ou tubulões), a contagem da profundidade tem de ser feita a partir da provável posição da ponta das estacas ou base dos tubulões. Considerações especiais necessitam ser feitas na fixação da profundidade de exploração, nos casos em que processos de alteração posteriores (erosão, expansão e outros) podem afetar o solo de apoio das fundações.

#### 1.1.3.10.5 Outras considerações

O resultado das sondagens terá de ser apresentado graficamente com a discriminação: do tipo de solo encontrado em cada camada e sua consistência; da resistência oferecida à penetração do amostrador-padrão e do nível de água na data da perfuração. A sondagem a percussão (SPT) é realizada com um amostrador cravado por meio de golpes de um martelo de 65 kg em queda livre de 75 cm. Durante o

ensaio, é registrado o número de golpes necessários à penetração de cada 15 cm da camada investigada, além da observação das características do solo trazido no amostrador. O relatório final traz a planta de locação, a situação e a referência de nível (RN) dos furos, a descrição das camadas do solo, o índice de resistência à penetração, o gráfico de resistência  $\times$  profundidade, a classificação macroscópica das camadas, a profundidade e o limite da sondagem a percussão por furo e, ainda, a existência ou não de lençol freático e o nível inicial depois de 24 h.

Sempre que as características da obra e/ou do terreno exigirem, será estabelecido um programa de investigação direta do subsolo, que inclua, conforme o caso, ensaios in loco do tipo SPT-T (*standard penetration test* com torque): possibilita informar o momento torsor entre amostrador e solo; CPT (cone penetration test): consiste na cravação estática lenta de um cone, mecânica ou elétrica, que armazena em um computador os dados a cada 20 cm; sondagem rotativa: com uso de uma coroa amostradora de aço, na qual são encrustados pequenos diamantes; pressiómetro (para estabelecer estimativas de recalque ou para a previsão de capacidade de carga-limite); cisalhamento de palheta (vane test): uma palheta de seção cruciforme é cravada em argilas saturadas, de consistência mole, e é submetida ao torque necessário para cisalhar o solo por rotação etc. Nos casos em que houver necessidade de estudos aprofundados das condições de trabalho do terreno, o programa de investigação do subsolo deverá contar com a extração de amostras indeformadas e consequentes análises laboratoriais, que determinem os limites de plasticidade e de liquidez, a granulometria, a permeabilidade, a capilaridade etc. das camadas de interesse. Nos casos de obra pequena, poderão ser admitidos processos simples de investigação do subsolo, como a sondagem com trado-cavadeira (broca), para a obtenção de amostras (então deformadas) e caracterização tátil-visual. Os serviços de sondagem necessitam ser executados por empresa especializada, com o acompanhamento de um consultor de mecânica dos solos.

### 1.1.3.11 Execução de sondagem a percussão (SPT)

#### 1.1.3.11.1 Aparelhagem

A aparelhagem-padrão compõe-se dos seguintes elementos principais:

- torre (em geral tripé) com roldana;
- tubos de revestimento;
- composição de perfuração ou cravação;
- sapata de revestimento;
- hastes de lavagem e penetração;
- amostrador-padrão;
- martelo padronizado para cravação do amostrador;
- cabeças de bater do tubo de revestimento e da haste de penetração;
- baldinho com válvula de pé para esgotar o furo;
- trépano (ferramenta de perfuração) de lavagem;
- trado-concha ou cavadeira;
- trado helicoidal;
- medidor do nível de água;
- metro de balcão ou similar;
- trena;
- recipientes para amostras;
- bomba de água motorizada centrífuga;
- martelo de saca-tubos e ferramentas gerais necessárias à operação da aparelhagem;
- opcionalmente, o equipamento poderá ter guincho motorizado e/ou sarilho manual;

- caixa-d'água ou tambor com divisória interna para decantação.

O trado-concha deve ter  $(100 \pm 10)$  mm de diâmetro. Os tubos de revestimento precisam ser de aço, com diâmetro nominal interno de 63,5 mm. O trado helicoidal terá diâmetro mínimo de 56 mm. O trépano de lavagem tem de ser constituído por peça de aço terminada em bisel e dotada de duas saídas laterais para a água. A lâmina do trépano, conforme os tubos de revestimento descritos acima, necessita ter  $(62 \pm 5)$  mm de largura e comprimento mínimo de 200 mm a 300 mm. A composição de perfuração tem de ser constituída de tubos de aço com diâmetro nominal interno de  $(24,3 \pm 2,5)$  mm e massa teórica de 3,23 kg por metro. As hastes precisam ser retilíneas e dotadas de roscas em bom estado. Quando acopladas por luvas apertadas, elas devem formar um conjunto retilíneo. A composição das hastes será utilizada tanto acoplada ao trépano de lavagem quanto ao trado helicoidal e ao amostrador. A cabeça de bater das hastes de penetração, destinada a receber o impacto direto do martelo, é constituída por tarugo de aço de  $(\varnothing 83 \pm 5)$  mm e  $(90 \pm 5)$  mm de altura, o qual é atarraxado ao topo das hastes.

O amostrador-padrão a ser utilizado, de diâmetro externo de  $(50,8 \pm 2)$  mm e interno de  $(34,9 \pm 2)$  mm, tem rigorosamente a forma e dimensões indicadas nas normas técnicas, possuindo ou não corpo bipartido. A sapata ou bico do amostrador é de aço temperado e substituída sempre que estiver gasta ou danificada. A cabeça do amostrador tem dois orifícios laterais para saída de água e do ar e contém, interiormente, uma válvula constituída por esfera de aço recoberta de material inoxidável. O martelo padronizado, para cravação das hastes de perfuração e dos tubos de revestimento, consiste de uma massa de ferro de 65 kg, de forma prismática ou cilíndrica. Encaixado na parte inferior do martelo, possui um coxim de madeira dura. O martelo padronizado, quando maciço, tem uma haste-guia de 1,2 m de comprimento, fixada à sua parte inferior, para assegurar a centralização da sua queda, e na qual há uma marca visível distando de 75 cm da base do peso. O martelo, quando vazado, possui um furo central de  $\varnothing 44$  mm. Nesse caso, a cabeça de bater é dotada, na sua parte superior, de uma haste-guia de  $\varnothing 33,4$  mm e 1,2 m de comprimento, e na qual há uma marca distando 75 cm do topo da cabeça de bater. As hastes-guias do martelo precisam estar perfeitamente alinhadas e ortogonais à superfície que recebe o impacto.

### 1.1.3.11.2 Realização do ensaio

#### 1.1.3.11.2.1 Processos de perfuração

A sondagem é iniciada com emprego do trado-concha ou cavadeira manual até a profundidade de 1 m, seguindo a instalação até essa profundidade do primeiro segmento do tubo de revestimento dotado de sapata cortante. Nas operações subsequentes de perfuração, intercaladas às de ensaios e amostragem, é utilizado trado helicoidal até atingir o nível de água freático. Quando o avanço da perfuração, com emprego do trado helicoidal, for inferior a 50 mm depois de 10 minutos de operação, ou no caso de solos não aderentes ao trado, passa-se ao método de perfuração por circulação de água, também denominado de lavagem. Esses casos, considerados especiais, têm de ser devidamente justificados no relatório. A operação de perfuração por circulação de água é realizada utilizando o trépano de lavagem como ferramenta de escavação e a remoção do material escavado por meio de circulação de água é feita pela bomba de água motorizada, através da composição das hastes de perfuração. A operação consiste na elevação da composição de lavagem em cerca de 30 cm do fundo do furo e sua queda, que tem de ser acompanhada de movimentos de rotação vaivém, imprimidos manualmente pelo operador.

Recomenda-se que, à medida que se for aproximando da cota de ensaio e amostragem, essa altura seja progressivamente diminuída. Quando se atingir a cota de ensaio e amostragem, o conjunto de lavagem precisa ser suspenso à altura de 20 cm do fundo do furo, mantendo a circulação de água por tempo suficiente, até que todos os detritos da perfuração tenham sido removidos do interior do furo. Toda vez

que for descida a composição de perfuração com o trépano ou instalado um novo segmento do tubo de revestimento, ambos serão medidos com precisão de 10 mm.

Durante as operações de perfuração, caso a parede do furo se mostre instável, será obrigatória, para ensaios e amostragens subsequentes, a descida do tubo de revestimento até onde se fizer necessário, alternadamente com a operação de perfuração. Atenção especial será dada para não descer o tubo de revestimento à profundidade além do fundo do furo aberto. O tubo de revestimento necessita ficar no mínimo a 50 cm do fundo do furo quando da operação de ensaio e amostragem. Somente em casos de fluência do solo para o interior do furo é admitido deixá-lo à mesma profundidade do fundo do furo. Em casos especiais de sondagens profundas em solos instáveis, em que a descida e/ou a posterior remoção dos tubos de revestimento for problemática, podem ser empregadas lamas de estabilização em lugar de tubo de revestimento. Esses casos serão anotados na folha de campo. Durante a operação de perfuração, devem ser registradas as profundidades das transições de camadas detectadas por exame tátil-visual e da mudança de coloração dos materiais trazidos à boca do furo pelo trado helicoidal ou pela água de lavagem. Durante todas as operações da sondagem, tem de ser mantido o nível de água no interior do furo em cota igual ou superior à do nível do lençol freático encontrado. Antes de retirar a composição de perfuração, com o trado helicoidal ou com o trépano de lavagem apoiado no fundo do furo, será feita uma marca na haste à altura da boca do revestimento, para que seja medida, com precisão de 10 mm, a profundidade em que se apoiará o amostrador na operação subsequente de ensaio e amostragem.

### 1.1.3.12 Amostragem

Tem de ser coletada, para exame posterior, uma parte representativa do solo colhido pelo trado-concha durante a perfuração até 1 m de profundidade. A cada metro de perfuração, a contar de 1 m de profundidade, serão colhidas amostras dos solos por meio do amostrador-padrão. As amostras colhidas serão imediatamente acondicionadas em recipientes herméticos e de dimensões tais que permitam receber pelo menos um cilindro de solo de 60 mm de altura, colhido intacto do interior do amostrador. Os recipientes podem ser de vidro ou plástico, com tampas plásticas, ou sacos plásticos. Havendo perda da amostra na operação de subida da composição das hastes, será necessário o emprego de um amostrador de janela lateral para colheita de amostra representativa do solo.

Caso haja insucesso nessa tentativa, na operação imediata de avanço do furo por lavagem, será colhida, separadamente, na boca do tubo de revestimento, uma porção de água de circulação e, por sedimentação, são colhidos os detritos do solo. Ocorrendo camadas distintas na coluna do solo amostrado, serão colhidas amostras representativas e colocadas em recipientes distintos, tal como acima descrito. Os recipientes das amostras têm de ser providos de uma etiqueta, na qual, escritos com tinta indelével, constarão:

- designação ou número do trabalho;
- local da obra;
- número de ordem da sondagem;
- número de ordem da amostra;
- profundidade da amostra;
- número de golpes do ensaio de penetração.

Os recipientes das amostras serão acondicionados em caixas ou sacos, com etiquetas em que constarão a designação da obra e o número da sondagem. As caixas ou sacos devem permanecer permanentemente protegidos do sol e da chuva. As amostras serão conservadas no laboratório, à disposição da construtora, por um período de 30 dias, a contar da data da apresentação do relatório.

### 1.1.3.13 Ensaio de penetração dinâmica

O amostrador-padrão, conectado às hastes de perfuração (composição de cravação), precisa descer livremente no furo de sondagem até ser apoiado suavemente no fundo. Estacionado o amostrador, confere-se a profundidade com medida feita com a haste de perfuração, conforme o item anterior “Processos de Perfuração”. Caso a medida não confira, ficando o amostrador acima da cota além da diferença de 2 cm, será retirada a composição de amostragem e repetida a operação de limpeza do furo. Posicionado o amostrador e colocada a cabeça de bater no topo da haste, o martelo será apoiado suavemente sobre a cabeça de bater, anotando a eventual penetração do amostrador no solo. Utilizando o topo do tubo de revestimento como referência, marca-se na haste de perfuração, com giz, um segmento de 45 cm dividido em três trechos. Para efetuar a cravação do amostrador-padrão, o martelo tem de ser erguido até a altura de 75 cm, marcada nas hastes-guias por meio de corda flexível que se encaixa com folga no sulco da roldana.

É necessário observar que os eixos de simetria do martelo e da composição do amostrador devem ser rigorosamente coincidentes. Precauções especiais serão tomadas para evitar que, durante a queda livre do martelo, haja perda de energia de cravação por atrito, principalmente nos equipamentos mecanizados, que são dotados de dispositivo disparador que garanta a queda totalmente livre do martelo. O ensaio de penetração consiste na cravação do barrilete amostrador no solo, por meio de quedas sucessivas do martelo. Não tendo ocorrido penetração igual ou maior que 45 cm no procedimento já descrito, inicia-se a cravação do barrilete por impactos sucessivos do martelo, até a cravação de 45 cm do amostrador. Será anotado, separadamente, o número de golpes necessários à cravação de cada 15 cm do amostrador. A penetração obtida, conforme descrito, corresponderá a zero golpe. Se apenas com um golpe do martelo o amostrador penetrar mais que 15 cm, anota-se a penetração obtida. O processo de perfuração por lavagem, associado aos ensaios penetrométricos, será utilizado até onde se obtiver, nesses ensaios, uma das seguintes condições:

- quando, em 3 m sucessivos, forem obtidos 30 golpes para penetração dos 15 cm iniciais do amostrador-padrão;
- quando, em 4 m sucessivos, forem obtidos 50 golpes para penetração dos 30 cm iniciais do amostrador-padrão;
- quando, em 5 m sucessivos, forem obtidos 50 golpes para penetração dos 45 cm do amostrador-padrão.

Dependendo do tipo da obra, das cargas a serem transmitidas às fundações e da natureza do subsolo, será admitida a paralisação da sondagem à percussão em solos de menor resistência à penetração do que aquela discriminada acima, desde que haja uma justificativa geotécnica. Durante o ensaio penetrométrico, caso a penetração seja nula dentro da precisão da medida na sequência de cinco impactos do martelo, o ensaio terá de ser interrompido, não havendo necessidade de obedecer ao critério acima estabelecido. Caso ocorra a situação descrita imediatamente acima antes da profundidade de 8 m, a sondagem precisará ser deslocada até o máximo de quatro vezes em posições diametralmente opostas a 2 m da sondagem inicial.

#### 1.1.3.13.1 Ensaios de avanço da perfuração por lavagem

Quando forem atingidas as condições acima descritas e depois da retirada da composição com o amostrador, pode ser executado a seguir um ensaio de avanço da perfuração por lavagem. Esse ensaio consiste no emprego do procedimento anteriormente descrito. O ensaio terá duração de 30 min, devendo ser anotados os avanços do trépano obtidos em cada período de 10 min. A sondagem será dada por encerrada quando, no ensaio de avanço da perfuração por lavagem, forem obtidos avanços inferiores a 5 cm em cada

período de 10 min, ou quando, depois de serem feitos quatro ensaios consecutivos, não for alcançada a profundidade de execução do ensaio penetrométrico.

Ocorrendo esses casos, no relatório, constará a designação de “impenetrável ao trépano”. Caso haja necessidade técnica de continuar a investigação do subsolo em profundidades superiores àquelas acima limitadas, o processo de perfuração por trépano e circulação de água terá de ser abandonado, podendo a perfuração prosseguir por método rotativo, depois de entendimentos entre a empresa responsável pela execução das sondagens e o consultor especialista em mecânica dos solos.

#### 1.1.3.13.2 Observação do nível de água freático

Durante a perfuração com o auxílio do trado helicoidal, o operador precisa estar atento a qualquer aumento aparente da umidade do solo, indicativo da presença próxima do nível de água, bem como um indício mais forte, como: estar molhado um determinado trecho inferior do trado helicoidal, comprovando ter sido atravessado um nível de água. Nessa ocasião, interrompe-se a operação de perfuração e passa-se a observar a elevação do nível de água no furo, efetuando leituras a cada 5 min, durante 15 min no mínimo. Sempre que ocorrerem paralisações na execução das sondagens, antes do seu reinício é obrigatória a medida da posição do nível de água, bem como a profundidade do tubo de revestimento. Sendo observados níveis de água variáveis durante o dia, essa variação será anotada. No caso de ocorrer pressão de artesianismo no lençol freático ou fuga de água no furo, têm de ser anotadas as profundidades das ocorrências e do tubo de revestimento. Em seguida ao término da sondagem, será feito o esgotamento do furo até o nível de água com auxílio do baldinho, procedendo a seguir conforme descrito. Depois do encerramento da sondagem e da retirada do tubo de revestimento, decorridas no mínimo 24 horas, e estando o furo ainda aberto, será medida a posição do nível de água.

#### 1.1.3.13.3 Resultados

**Relatório de campo:** nas folhas de anotação de campo, serão registrados:

- nome da empresa de sondagem e da construtora;
- número do trabalho;
- local do terreno;
- número de ordem da sondagem;
- cota de nível da boca do furo em relação a uma referência de nível (RN) fixa e bem definida;
- data e hora de início e de término da sondagem;
- métodos de perfuração empregados e profundidades respectivas (TC: trado – concha; TH: trado helicoidal; CA: circulação de água);
- avanços do tubo de revestimento;
- profundidades das mudanças das camadas de solo e do final da sondagem;
- numeração e profundidade das amostras colhidas no barrilete amostrador-padrão;
- anotação das amostras colhidas por lavagem quando não for obtida recuperação da amostra;
- descrição tátil-visual das amostras, na sequência:
  - textura (granulometria) principal e secundária;
  - origem (orgânica, turfosa, marinha ou residual);
  - cor (no caso de solo de várias cores, utilizar o termo variegado/a e indicar, entre parênteses, a cor predominante);
- número de golpes necessários à cravação de cada 15 cm do amostrador ou as penetrações obtidas conforme a Seção 1.1.3.11.2 (“Ensaio de Penetração Dinâmica”);

- resultados dos ensaios de avanço de perfuração por lavagem, conforme a Seção 1.1.3.11.2 (“Ensaio de avanço da perfuração por lavagem”)
- anotações sobre a posição do nível de água, com data, hora e profundidade, e respectiva posição do revestimento;
- nome do operador e vistos do fiscal;
- outras informações colhidas durante a execução da sondagem, se julgadas de interesse.

As anotações serão levadas às folhas de campo assim que colhidos os dados. Os relatórios de campo têm de ser conservados à disposição da construtora por um período de 30 dias, a contar da data da apresentação do relatório.

**Relatório (para o cliente):** os resultados das sondagens de simples reconhecimento precisam ser apresentados em relatórios, numerados, datados e assinados por responsável técnico pelo trabalho perante o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). O relatório será apresentado em formato A4. Constarão do relatório:

- nome da construtora/cliente;
- local e natureza da obra;
- descrição sumária do método e dos equipamentos empregados na realização das sondagens;
- total perfurado, em metros;
- declaração de que foram obedecidas as normas técnicas brasileiras relativas ao assunto;
- outras observações e comentários, se julgados importantes;
- referências aos desenhos constantes do relatório.

Anexo ao relatório, acompanhará desenho contendo:

- planta do local da obra, cotada e amarrada a referências facilmente encontradas e pouco mutáveis (logradouros públicos, acidentes geográficos, marcos topográficos etc.), de forma a não deixar dúvidas quanto à sua localização;
- nessa planta, constará a localização das sondagens cotadas e amarradas a elementos fixos e bem definidos no terreno. A planta conterá, ainda, a posição da referência de nível (RN) tomada para o nivelamento da boca dos furos de sondagens, bem como a descrição sumária do elemento físico tomado como RN.

O resultado das sondagens é apresentado em desenho(s) contendo o perfil individual de cada sondagem e/ou seções do subsolo, no qual é necessário constar, obrigatoriamente:

- o nome da empresa executora das sondagens, o nome da construtora/cliente, local da obra, indicação do número do trabalho e os vistos do desenhista e do engenheiro ou geólogo responsável pelo trabalho;
- diâmetro do tubo de revestimento e do amostrador empregados na execução das sondagens;
- número de ordem da(s) sondagem(s);
- cota de nível da boca do(s) furo(s) de sondagem, com precisão de 1 cm;
- linhas horizontais cotadas a cada 5 m em relação à referência de nível;
- posição das amostras colhidas, tendo de ser indicadas as amostras não recuperadas e os detritos colhidos por sedimentação;
- as profundidades, em relação à boca do furo, das transições das camadas e do final das sondagens;
- os índices de resistência à penetração, calculados como sendo a soma do número de golpes necessários à penetração, no solo, dos 30 cm finais do amostrador; não ocorrendo a penetração dos 45 cm do amostrador, o resultado do ensaio penetrométrico será apresentado na forma de frações ordinárias, contendo, no numerador, o número de golpes e, no denominador, as penetrações, em centímetros, obtidas na sequência do ensaio;

- identificação dos solos amostrados, utilizando as normas técnicas brasileiras;
- a posição do(s) nível(is) de água encontrado(s) e a(s) respectiva(s) data(s) de observação. Indicação se houve pressão ou perda de água durante a perfuração;
- convenção gráfica dos solos que compõem as camadas do subsolo como prescrito nas normas técnicas brasileiras;
- datas de início e término de cada sondagem;
- indicação dos processos de perfuração empregados (TH: trado helicoidal; CA: circulação de água) e respectivos trechos, bem como as posições sucessivas do tubo de revestimento.

As sondagens serão desenhadas na escala vertical de 1:100. Somente nos casos de sondagens profundas e em subsolos muito homogêneos poderá ser empregada escala mais reduzida. A Tabela 1.1 apresenta os estados de capacidade e de consistência dos solos.

**Tabela 1.1:** Estados de capacidade e de consistência dos solos

Solos	Índice de resistência à penetração N	Designação 1
Areias e siltes arenosos	$\leq 4$	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta (o)
	9 a 18	Medianamente compacta (o)
	19 a 40	Compacta (o)
	$>40$	Muito compacta (o)
Areias e siltes argilosos	$\leq 2$	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média (o)
	11 a 19	Rija (o)
	$>19$	Dura (o)
As expressões empregadas para a classificação da capacidade das areias (fofa, compacta etc) referem-se à deformidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da capacidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na Mecânica dos Solos.		

## 1.1.4 Rochas e solos: terminologia

### 1.1.4.1 Rochas

Materiais constituintes essenciais da crosta terrestre provenientes da solidificação do magma ou de lavas vulcânicas ou da consolidação de depósitos sedimentares, tendo ou não sofrido transformações metamórficas. Esses materiais apresentam elevada resistência, somente modificável por contatos com ar ou água em casos especiais. As rochas são designadas pela sua nomenclatura corrente em geologia, menci-

onando, sempre que possível, estado de fraturamento e alteração. Tratando-se de ocorrências de rochas de dimensões limitadas, são empregados os seguintes termos:

- bloco de rocha: pedaço isolado de rocha tendo diâmetro superior a 1 m;
- matacão: pedaço de rocha tendo diâmetro médio superior a 25 cm e inferior a 1 m;
- pedra: pedaço de rocha tendo diâmetro médio compreendido entre 7,6 cm e 25 cm.

Rocha alterada é aquela que apresenta, pelo exame macroscópico ou elementos mineralógicos constituintes, geralmente diminuídas suas características originais de resistência.

### 1.1.4.2 Solos

Materiais constituintes essenciais da crosta terrestre provenientes da decomposição *in situ* (que está em seu lugar natural) das rochas pelos diversos agentes geológicos, ou pela sedimentação não consolidada dos grãos elementares constituintes das rochas, com adição eventual de partículas fibrosas de material carbonoso e matéria orgânica no estado coloidal. Os solos são identificados por sua textura, composição granulométrica, plasticidade, consistência ou compacidade, citando-se outras propriedades que auxiliam sua identificação, como: estrutura, forma dos grãos, cor (o termo comumente usado variegada significa que apresenta cores e tonalidades variadas), cheiro, friabilidade, presença de outros materiais (conchas, materiais vegetais, mica etc.). Consideram-se:

- **Pedregulhos:** solos cujas propriedades dominantes são em razão de sua parte constituída pelos grãos minerais de diâmetro máximo superior a 4,8 mm e inferior a 76 mm. São caracterizados pela sua textura, compacidade e forma dos grãos.
- **Areias:** solos cujas propriedades dominantes são em razão de sua parte constituída pelos minerais de diâmetro máximo superior a 0,05 mm e inferior a 4,8 mm. São caracterizados pela sua textura, compacidade e forma dos grãos. Quanto à textura, a areia pode ser:
  - grossa: quando os grãos acima referidos têm diâmetro máximo compreendido entre 2,00 mm e 4,80 mm;
  - média: quando os grãos acima referidos têm diâmetro máximo compreendido entre 0,42 mm e 2,00 mm;
  - fina: quando os grãos acima referidos têm diâmetro máximo compreendido entre 0,05 mm e 0,42 mm.

Quanto à compacidade, a areia pode ser:

- fofa (pouco compactada);
- medianamente compacta;
- compacta.

Qualitativamente, a compacidade pode ser estimada pela dificuldade relativa de escavação ou de penetração de um instrumento de sondagem (como seja, a resistência à penetração de um barrilete amostrador).

- **Silte:** solo que apresenta apenas a coesão necessária para formar, quando seco, torrões facilmente desagregáveis pela pressão dos dedos. Suas propriedades dominantes são em razão da parte constituída pelos grãos de diâmetro máximo superior a 0,005 mm e inferior a 0,05 mm. Caracteriza-se pela sua textura e compacidade.
- **Argila:** solo que apresenta características marcantes de plasticidade; quando suficientemente úmido, molda-se facilmente em diferentes formas; quando seco, apresenta coesão bastante para constituir torrões dificilmente desagregáveis por pressão dos dedos; suas propriedades dominantes são em razão da parte constituída pelos grãos de diâmetro máximo inferior a 0,005

mm. Caracteriza-se pela sua plasticidade, textura e consistência em seu estado e umidade naturais. Quanto à textura, são as argilas identificadas quantitativamente pela sua distribuição granulométrica. Quanto à plasticidade, podem ser subdivididas em:

- gordas;
- magras.

Quanto à consistência, podem ser subdivididas em:

- muito moles (vazas);
- moles;
- médias;
- rijas;
- duras.

Argilas de grande volume de vazios, cujos poros estejam parcialmente cheios de ar, recebem ainda o adjetivo *porosa*. Qualitativamente, cada um dos tipos pode ser identificado do seguinte modo:

- *muito moles*: as argilas que escorrem com facilidade entre os dedos, quando apertadas na mão;
- *moles*: as que são facilmente moldadas pelos dedos;
- *médias*: as que podem ser moldadas normalmente pelos dedos;
- *rijas*: as que requerem grande esforço para ser moldadas pelos dedos;
- *duras*: as que não podem ser moldadas pelos dedos e, quando submetidas a grande esforço, desagregam-se ou perdem sua estrutura original.

Os solos em que não se verificuem nitidamente as predominâncias de propriedades acima referidas são designados pelo nome do tipo de solo cujas propriedades sejam mais acentuadas, seguido dos adjetivos correspondentes aos daqueles que o completam. Por exemplo: argila arenosa, consistência média; argila silto-arenosa, rija; areia média, argilosa, compacta; areia grossa, argilosa, compacta; silte argiloso.

- **Solos com matéria orgânica**: caso um dos tipos acima apresente teor apreciável de matéria orgânica, deve ser anotada a sua presença. Por exemplo: areia grossa, fofa, com matéria orgânica; argila arenosa, consistência média, com matéria orgânica. Às argilas muito moles, com matéria orgânica, pode ser adicionado entre parênteses, e como esclarecimento, o termo *lodo*.
- **Turfas**: solos com grande porcentagem de partículas fibrosas de material carbonoso ao lado de matéria orgânica no estado coloidal. Esse tipo de solo pode ser identificado por ser fofo e não plástico e ainda combustível.
- **Alteração de rocha**: solo proveniente da desintegração de rocha, *in situ*, pelos diversos agentes geológicos. É descrito pela respectiva textura, plasticidade e consistência ou compacidade, sendo indicados ainda o grau de alteração e, se possível, a rocha de origem.
- **Solo concrecionado**: massa de solo apresentando alta resistência, cujos grãos são ligados, naturalmente entre si, por um cimento qualquer. É designado pelo respectivo tipo seguido pela palavra *concrecionado*.
- **Solos superficiais**: zona abaixo da superfície do terreno natural, geralmente constituída de mistura de areias, argilas e matéria orgânica e exposta à ação dos fatores climáticos e de agentes de origem vegetal e animal. É designada simplesmente como solo superficial.
- **Aterros**: depósitos artificiais de qualquer tipo de solo ou de entulho. É mencionado o tipo do material e, se possível, o processo de execução do aterro.

## 1.1.5 Consultoria técnica em edificações

### 1.1.5.1 Engenharia diagnóstica

As presentes diretrizes contemplam os procedimentos técnicos necessários, com conceitos, classificações e demais regramentos relativos à prática da consultoria técnica em edificações, objetivando nortear o engenheiro diagnóstico quanto à forma de desenvolvimento e apresentação técnica do laudo de consultoria técnica. Na aplicação destas diretrizes é necessário consultar e atender às normas técnicas correlatas e legislação pertinente, dando-se destaque aos seguintes preceitos legais e técnicos vigentes e contemporâneos aos trabalhos propostos:

- legislações profissionais de engenheiros e arquitetos;
- Código de Edificações;
- Constituição Federal;
- Código Civil;
- Código de Processo Civil;
- Código Penal;
- Código Comercial;
- Código de Águas;
- Código de Defesa do Consumidor;
- Código Sanitário Estadual;
- legislação ambiental;
- Código Florestal;
- normas técnicas;
- legislações federais;
- todas as normas técnicas que venham a ser consideradas pertinentes aos casos alvo da especialidade das inspeções, inclusive as internacionais.

### 1.1.5.2 Conceitos

Para efeito destas diretrizes, aplicam-se os conceitos e definições das normas citadas, e também os seguintes:

- *Análise Técnica* – inferência decorrente de informações e interpretações observadas pelo técnico habilitado, na inspeção da edificação.
- *Anomalia Construtiva* – aquela de origem endógena por deficiências do projeto, dos materiais ou da execução.
- *Anomalia Funcional* – aquela decorrente da degradação natural ou uso intenso.
- *Auditoria Técnica* – é o atestamento técnico, ou não, de conformidade de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação.
- *Consultoria Técnica* – é a prescrição técnica a respeito de um fato, condição ou direito relativo a um objeto.
- *Consultoria em Edificações* – é a prescrição técnica a respeito de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação ou uma obra.
- *Dano* – irregularidade de origem exógena, causada por vandalismos ou acidente.
- *Degradação* – redução do desempenho devido à atuação, ou não, de vários agentes de degradação.
- *Agentes de Degradação* – tudo aquilo que age sobre um sistema, contribuindo para reduzir seu desempenho.
- *Desempenho* – comportamento em uso de um edifício e de seus sistemas.

- *Engenharia Diagnóstica* – é a disciplina dos estudos e ações proativas das investigações técnicas das patologias prediais, representadas pelas anomalias construtivas, falhas de manutenção e irregularidades de uso.
- *Falhas de Manutenção* – aquelas do planejamento, gestão ou operação.
- *Graus de Qualidade Predial* – é a classificação da qualidade geral com base nos resultados das condições técnicas: construtivas, de manutenção e de uso.
- *Inspeção Predial* – é a avaliação técnica da edificação em uso, visando preservar seu desempenho original.
- *Manutenção* – é o conjunto de atividades e recursos que garanta o melhor desempenho da edificação para atender às necessidades dos usuários, com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível.
- *Manutenção* – é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes, a fim de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.
- *Manifestação Patológica* – anomalia que se manifesta no sistema, elemento ou componente em função de deficiência no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção.

#### 1.1.5.2.1 Tipologias de consultorias técnicas

As principais tipologias de consultorias técnicas podem ser elencadas conforme segue, podendo ser abrangentes ou específicas, em função das condições ou termos da contratação.

- *Consultoria (em geral)* – é a prescrição ou parecer técnico relativos à correção, reparo ou recuperação de anomalias construtivas ou falhas de manutenção, aplicáveis aos sistemas, elementos ou ainda em componentes de uma obra ou edificação. Em caso de anomalias funcionais, podem indicar a necessidade de desmonte uma vez caracterizado o decurso da vida útil do objeto da consultoria técnica.
- *Consultoria de projetos* – é a prescrição ou parecer técnico relativos aos projetos executivos dos sistemas construtivos em edificações.
- *Consultoria de processos construtivos* – é a prescrição ou parecer técnico relativos aos procedimentos dos serviços em edificações e das execuções/reparos das obras de edificação.
- *Consultoria de planejamento de obra* – é a prescrição ou parecer técnico relativos à ordenação e direção das diversas etapas que constituem as obras de edificação.

#### 1.1.5.2.2 Quanto ao desenvolvimento dos trabalhos

As consultorias em edificações podem ser desenvolvidas de acordo com a necessidade de contratação, sendo:

- *Consultoria sumária* – é aquela realizada preliminarmente, em caráter emergencial, com sucinto resultado da prescrição da solução de um fato, condição ou direito relativo a um estudo.
- *Consultoria detalhada* – é aquela fundamentada, ilustrada e acompanhada de memorial nas suas prescrições. Poderá incluir projeto, orçamento e também edital, em função do escopo da contratação.

#### 1.1.5.2.3 Análise documental

#### 1.1.5.2.4 Coleta de informações

Exceto por definição de projeto ou exigência contratual, os serviços de consultoria técnica possuem usualmente como fato motivador da contratação irregularidades/anomalias ou falhas de manutenção, carac-

terizadas ainda pela perda de desempenho de sistemas, elementos ou componentes. Quando não são apresentados os elementos e dados técnicos, como relatórios gerenciais, laudos, resultados de testes e ensaios laboratoriais, assim como históricos técnicos, entre outras informações essenciais, referidos elementos devem ser procurados, providenciados a critério do engenheiro diagnóstico, anteriormente ao desenvolvimento dos trabalhos, para possibilitar seu bom andamento visando à prescrição segura da(s) solução(ões) proposta(s) na consultoria em andamento.

#### **1.1.5.2.5 Metodologia**

Embora as metodologias de promoção das consultorias técnicas difiram para cada tipo de prestação de serviço, cabe destacar algumas etapas básicas usuais a serem documentadas, como:

- obtenção e verificação das informações e documentos técnicos legais, a serem disponibilizadas integralmente pelos usuários, responsáveis, proprietários, gestores e outros conhecedores do fato, condição ou direito relativo à edificação;
- preparação do roteiro do trabalho;
- realização de inspeções de campo(s), se necessárias, para apuração dos fatos, registros fotográficos;
- elaboração de ensaios tecnológicos e/ou contratação de especialista(s), se necessário;
- formulação do diagnóstico;
- anotações das considerações, conclusões e prescrição(ões) com fundamentação(ões);
- elaboração do laudo ou parecer.

O planejamento da consultoria deverá ter início mediante entrevista com o contratante, com abordagem do histórico dos fatos e demais aspectos técnicos da edificação e cotidianos do uso e da manutenção do imóvel.

#### **1.1.5.2.6 Ensaios laboratoriais e consultoria especializada**

Após a análise das informações realizadas preliminarmente, o engenheiro diagnóstico deverá providenciar, caso aplicável, a realização de ensaios laboratoriais ou contratação de consultoria especializada para confirmação do diagnóstico ou como forma de possibilitar a formulação segura da(s) proposta(s) de solução(ões) ou recomendação(ões) de intervenção(ões).

#### **1.1.5.2.7 Fundamentações e prescrições**

Deve o consultor apresentar suas prescrições com fundamentações para viabilizar a(s) solução(ões) da questão estudada.

#### **1.1.5.2.8 Considerações finais e conclusões**

Quanto às considerações finais e conclusões deve o consultor consignar outros fatos ou particulares que tenha observado na diligência e documentos, visando facilitar a solução da questão e melhor fundamentar e ilustrar a consultoria.

### **1.1.6 Fiscalização, acompanhamento e gerenciamento de obra**

- *Fiscalização* é um conjunto de atividades técnico-administrativas e contratuais necessárias à implementação de um empreendimento, com a finalidade de garantir se a sua execução obedece às especificações, ao projeto, às normas técnicas brasileiras, aos prazos estabelecidos e demais

obrigações previstas no contrato. Assim sendo, a fiscalização garante que o empreendimento seja implementado obedecendo aos padrões preestabelecidos.

- *Acompanhamento* de obra é o serviço em que o profissional – engenheiro ou arquiteto – irá realizar visitas esporádicas para verificar se a obra está sendo executada de acordo com os projetos, se está obedecendo às normas, se as técnicas e materiais adequados estão sendo empregados ou ainda se existe alguma dúvida.
- *Gerenciamento* de uma obra é a administração simultânea do cumprimento do cronograma e da previsão financeira, realizada por profissionais que têm formações e práticas diversas. Quem assume essa função tem de dominar custos, contratos, prazos e ser alguém organizado e um bom gestor de pessoas. Assim sendo, o profissional tem de ser bastante capaz de lidar com mão de obra, com cronogramas e com planilhas de orçamento. De forma simplificada, o gerenciamento pode ser entendido como o planejamento, a direção, a coordenação, o controle e o comando centralizado das atividades necessárias à implantação de um empreendimento. O trabalho consiste em verificar se as etapas planejadas estão sendo cumpridas, se tecnicamente a obra está correta e se os recursos despendidos correspondem aos previstos em contrato.

## 1.1.7 Projeto arquitetônico

Projeto é a apresentação da definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço, obra ou empreendimento de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, especificações, discriminações técnicas, cálculos, desenhos gráficos, normas, projeções e disposições especiais. Projeto de arquitetura é a arte e a técnica de organizar espaços e criar ambientes para abrigar os diversos tipos de atividades humanas, visando também a determinada intenção plástica. O projeto da obra de construção ou empreendimento de engenharia é a peça fundamental na elaboração do orçamento. Dele são extraídos os dados básicos para preenchimento da planilha orçamentária, os serviços e suas respectivas quantidades.

### 1.1.7.1 Projeto conceitual

O projeto do empreendimento poderá nascer de uma necessidade da Administração e, portanto, inicia-se a partir de estratégias e prioridades estabelecidas pelos órgãos públicos e pela sociedade em geral ou poderá ser por interesse de investimento no âmbito de entidades privadas. Partindo de qualquer origem, o empreendimento necessitará de estudos iniciais que demonstrem a viabilidade técnica e econômica para a sua implementação. A viabilidade e caracterização inicial do empreendimento são concebidas a partir da elaboração do projeto conceitual, do qual fazem parte as seguintes etapas:

- Desenhos de arranjos gerais, com localização, acessos principais e interconexões com outros empreendimentos ou estruturas urbanas no entorno.
- Áreas e terrenos que serão utilizados, incluindo estimativa de desapropriações necessárias.
- Licença Ambiental Prévia concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação e/ou Ficha Técnica emitida pela prefeitura, contendo informações relativas ao uso e ocupação do solo, incidência de melhoramentos urbanísticos e demais cadastros disponíveis.
- Orçamento estimativo. Para efeito deste cálculo, considera-se que todos os custos e despesas até então relacionados já tenham sido desembolsados pela Administração ou pelo empreendedor e não fazem parte da orçamentação. Em consequência, se alguma etapa ainda não tiver sido cumprida, os

respectivos custos e despesas deverão ser incluídos no orçamento final, que será composto a partir dos itens relacionados na Seção 1.1.4.4 (“Projeto básico”).

- Se for obra pública, deverá estabelecer a origem e disponibilidade de recursos financeiros e o atendimento à Lei de Responsabilidade Fiscal e à Lei de Diretrizes Orçamentárias.

### 1.1.7.2 Anteprojeto

Anteprojeto é o conjunto de estudos preliminares, discriminações técnicas, normas e projeções gráficas e numéricas necessário ao entendimento e à interpretação iniciais de um serviço, obra ou empreendimento de engenharia.

### 1.1.7.3 Projeto legal

Projeto legal é a etapa destinada à representação das informações técnicas necessárias à análise e aprovação, pelas autoridades competentes, da concepção da edificação e de seus elementos e instalações, com base nas exigências legais (municipal, estadual e federal), e à obtenção do *alvará* ou das licenças e demais documentos indispensáveis para as atividades de construção. Depois da conclusão do projeto conceitual, é recomendável que a Administração ou o empreendedor providencie a aprovação dos projetos (pela prefeitura, Cetesb, Conama etc.) que comprovem a legalidade do empreendimento. O processo de análise e aprovação pela prefeitura do município chama-se *licenciamento*, que é o procedimento necessário para obter-se a autorização, também denominada alvará. Antes de levar seu pedido de licenciamento à prefeitura, deve-se fazer uma pesquisa sobre qual tipo de edificação (residencial, comercial, de serviços, industrial) pode ser executada no terreno, verificando a legislação vigente, sendo certo que as obras não licenciadas serão embargadas. Na cidade de São Paulo, a legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo estabelece diferentes restrições em função do tipo de atividade a ser desenvolvida e a zona de uso onde está localizado o imóvel. A maior partes dessas informações está na *Ficha Técnica*, documento que precisa ser requerido à municipalidade antes de elaborar o projeto. Outras informações para a elaboração do projeto são:

- *coeficiente de aproveitamento* (potencial construtivo): é o quanto pode ser construído em relação ao tamanho do terreno;
- *taxa de ocupação*: é a projeção máxima permitida da edificação no lote;
- *gabarito*: é a altura máxima permitida para a edificação;
- *recuo*: é a distância mínima que tem de existir entre a edificação e o limite do terreno;
- *área computável*: área de construção considerada nos cálculos dos índices;
- *área não computável*: área de construção não considerada nos cálculos dos índices.

É necessário também fazer um *levantamento arbóreo* do terreno. Caso haja necessidade de qualquer corte ou manejo, um pedido de laudo de avaliação ambiental necessita ser feito. *Comunique-se* é o principal meio de comunicação entre a prefeitura e o interessado, seja para solicitar novos documentos, seja para pedir correções em documentos já entregues. *Certificado de Conclusão (Habite-se)* é o documento expedido pela prefeitura que atesta a conclusão, total ou parcial, de obra ou serviço para a qual tenha sido obrigatória a prévia obtenção de alvará de execução.

### 1.1.7.4 Projeto básico

Projeto básico é a etapa opcional destinada à concepção e à representação das informações técnicas da obra e de seus elementos, instalações e componentes, ainda não completas ou definitivas, mas consideradas compatíveis com os projetos básicos das atividades técnicas necessárias e suficientes à licitação

(contratação) dos serviços de obra correspondentes. E ele é o conjunto de elementos que define a obra, o serviço ou o complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos, possibilitando a estimativa de seu custo e prazo de execução. Antes da elaboração do orçamento, é necessário verificar se o projeto está completo, conferindo todos os seus elementos: desenhos de projetos específicos, especificações, caderno de encargos etc. O projeto básico permite assim o conhecimento pleno da obra ou serviço e viabiliza a orçamentação e a tomada de preços para a sua execução. Ele, no âmbito de obras públicas, além de ser peça imprescindível para execução de obra ou prestação de serviços, é o documento que propicia à Administração Pública licitar o empreendimento, mediante regras estabelecidas pela Administração, às quais estarão sujeitas. Assim sendo, ele é o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares. Ele deve assegurar a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e possibilitar a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e prazos de execução.

Precisa ser aprovado pela autoridade competente (gestor do órgão contratante) ou por quem tenha recebido delegação para isso pela autoridade. Dentre os elementos a detalhar no projeto básico, impõe-se a necessidade de desenvolver a solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza e também identificar os tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, ou seja, ter as informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra. O projeto básico precisa desenvolver a alternativa escolhida, viável, técnica, econômica e, ambientalmente, identificar os elementos constituintes e o desempenho esperado da obra, adotar soluções técnicas de modo a minimizar reformulações ou ajustes acentuados durante a execução, especificar todos os serviços a realizar, materiais e equipamentos, e ainda definir as quantidades e custos de serviços e fornecimentos, de tal forma a ensejar a determinação do custo da obra com precisão de mais ou menos 15%. A legislação determina que o projeto básico, relativamente a obras, deve conter os seguintes elementos:

- desenvolvimento da solução escolhida;
- soluções técnicas globais e localizadas;
- identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra;
- informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos;
- subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra;
- orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

São os seguintes os elementos técnicos constituintes dos projetos básicos:

#### **1.1.7.4.1 Desenho**

Representação gráfica do objeto a ser executado, elaborada de forma a permitir sua visualização em escala adequada, demonstrando formas, dimensões, funcionamento e especificações, definidas em plantas, cortes, elevações, esquemas e detalhes, obedecendo às normas técnicas pertinentes.

#### **1.1.7.4.2 Memorial descritivo**

Descrição detalhada do objeto projetado, na forma de texto, em que são apresentadas as soluções técnicas adotadas, bem como justificativas necessárias ao pleno conhecimento do projeto, complementando as informações contidas nos desenhos referenciais da seção anterior.

#### **1.1.7.4.3 Especificação técnica**

Texto no qual se fixam todas as regras e condições que se deve seguir para a execução da obra ou serviço de engenharia, caracterizando individualmente os materiais, equipamentos, elementos componentes, sistemas construtivos a serem aplicados e o modo como serão executados cada um dos serviços, apontando também os critérios para a sua medição quando pertinentes.

#### **1.1.7.4.4 Quantitativos**

Levantamento, com base nos desenhos, dos quantitativos dos materiais e dos serviços a serem calculados separadamente para cada elemento detalhado e valor global, de modo a permitir a elaboração do seu orçamento.

#### **1.1.7.4.5 Orçamento**

Avaliação ou cálculo aproximado do custo da obra tendo como base o preço dos insumos praticados no mercado, ou valores de referência, e levantamento de quantidades de materiais e serviços obtidos a partir do conteúdo dos elementos descritos nas seções anteriores, elaborada de acordo com as prescrições aqui descritas. O orçamento é a parte de um plano financeiro estratégico que compreende a previsão de receitas e despesas futuras para a administração de determinado exercício (período de tempo).

#### **1.1.7.4.6 Cronograma físico – financeiro**

Representação gráfica do desenvolvimento dos serviços a serem executados ao longo do tempo de duração da obra, destacando em cada período o percentual físico de cada serviço a ser executado e o respectivo valor financeiro envolvido.

#### **1.1.7.4.7 Elementos técnicos do projeto básico**

No Quadro 1.1 são apresentadas listagens exemplificativas, não limitadas a elas, dos vários trabalhos técnicos que costumam integrar os projetos básicos, para os vários tipos de obras de edificações: casas residenciais, prédios residenciais, prédios comerciais e construções industriais.

**Quadro 1.1:** Tipo de projeto e natureza do trabalho técnico

<b>N.</b>	<b>Tipo de projeto</b>	<b>Elemento</b>	<b>Natureza do trabalho técnico</b>
1		Desenho	Levantamento planialtimétrico
2		Desenho	Localção dos furos de sondagem Perfil geológico do solo Descrição das características do solo
3	Implantação	Desenho	Planta geral de implantação Planta de terraplenagem Cortes de terraplenagem
4	Projeto arquitetônico	Plantas dos pavimentos	Plantas das coberturas  Cortes longitudinais e transversais Elevações frontais, posteriores e laterais Plantas, cortes e elevações de ambientes especiais Detalhes típicos (plantas, cortes, elevações e perspectivas) de elementos das edificações e de seus componentes construtivos (portas, janelas, bancadas, grades, forros beirais, parapeitos, pisos, revestimentos e seus encontros, impermeabilizações e proteções) Subsolos, garagens e rampas de acesso
		Especificação	Detalhes técnicos de materiais, equipamentos e componentes
		Memorial	Memorial descritivo das etapas de construção
		Quantitativos	Cálculo dos quantitativos de serviços
5	Projeto de terraplenagem	Desenho	Desenho de implantação mostrando as curvas de nível originais e os propostos no projeto, inclusive os locais de corte e aterro  Cortes longitudinais e transversais mostrando os cortes e aterros e as cotas dos locais de implantação das edificações
		Memorial	Processo executivo de corte e aterro
		Especificação	Tipo de materiais a serem importados, se o aterro for maior do que o corte
		Quantitativos	Cálculo dos volumes de corte e aterro
6	Projeto de fundações	Desenho	Planta de localção das fundações
		Memorial	Definição do tipo de fundação adequada às características do terreno a ser implantada  Dimensionamento das cargas de cada pilar
		Quantitativos	Estimativas de quantidade

**Quadro 1.1:** Tipo de projeto e natureza do trabalho técnico (continuação)

7	Projeto de estruturas	Desenho	Plantas baixas de fôrma de todos os andares com os cortes e elevações Plantas de ferragem com detalhes típicos de vigas, lajes e pilares de todos os andares e determinação das taxas de
		Especificação	Materiais, sua resistência, componentes e sistemas construtivos
		Memorial	Método construtivo, cálculo do predimensionamento das estruturas principais e relação de quantidades
		Quantitativos	Levantamento dos quantitativos de concreto, aço e formas
8	Projeto de instalações hidrossanitárias e de gás	Desenho	Planta baixa de todos os andares com a marcação da rede de tubulação de água, esgoto, águas pluviais e drenagem Detalhes da prumada, caixas d'água inferior e superior Esquema de distribuição vertical nos andares
		Especificação	Materiais e equipamentos
		Memorial	Dimensionamento das tubulações e dos reservatórios Levantamento das quantidades dos materiais
		Quantitativos	Levantamento das quantidades de cada peça ou material a ser utilizado
9	Projeto de instalações elétricas	Desenho	Planta baixa com marcação de pontos, circuitos e tubulações Quadro geral de entrada Diagrama unifilar
		Especificação	Materiais e equipamentos a serem utilizados Quantificação dos materiais
		Memorial	Definição do tipo de energia Cálculo do dimensionamento
		Quantitativos	Levantamento das quantidades dos materiais, equipamentos e acessórios
10	Projeto de instalações telefônicas e sinais (CFTV, banda larga, segurança, alarme, detecção etc)	Desenhos	Planta baixa com a marcação dos pontos de cada tipo de instalação

**Quadro 1.1:** Tipo de projeto e natureza do trabalho técnico (continuação)

			Especificações	Materiais Equipamentos
			Memorial	Descritivo de cada sistema a implantar
			Quantitativos	Levantamento das quantidades Levantamento dos materiais e equipamentos a serem utilizados
11	Projeto de instalação de prevenção contra incêndio	de	Desenho	Planta baixa com a locação das caixas dos hidrantes, tubulações, prumadas, reservatório e ponto de acondicionamento de alarme
			Especificação	Materiais Equipamentos
			Memorial	Dimensionamento das tubulações e reservatório. Fornecer dados para o projeto estrutural
			Quantitativos	Quantificação dos materiais e equipamentos
12	Projeto de instalação de ar condicionado	de	Desenho	Planta baixa com a locação dos dutos, tubulações e unidades condensadoras e evaporadoras
			Especificação	Materiais Equipamentos
			Memorial	Cálculo do dimensionamento dos equipamentos e dutos
			Quantificação	Quantificação dos materiais e equipamentos
13	Projeto de transporte vertical		Desenho	Escolha das opções de cabina
			Especificação	Especificação do fornecedor
			Material	Cálculo do volume de tráfego e carga
			Quantificação	Do fornecedor
14	Projeto de paisagismo		Desenho	Detalhamento de piso, muros, guias, canteiros de plantas, calçamentos e elementos paisagísticos especiais Pré-detalhamento dos tipos das plantas ornamentais, gramas e árvores
			Especificação	Especificação dos materiais e plantas
			Memorial	Processo de execução
			Quantificação	Levantamento dos materiais e plantas

### 1.1.7.5 Projeto executivo

Projeto executivo é o conjunto de elementos necessários e suficientes à realização completa da obra, em um nível de detalhamento adequado à execução completa da obra, de acordo com as normas técnicas pertinentes. Deve ser considerado o detalhamento do projeto básico. O projeto completo precisa conter

os desenhos de todos os projetos específicos, especificações, caderno de encargos, memoriais descritivos, metodologias e todos os detalhes necessários à execução da obra. O projeto executivo de arquitetura tem de apresentar os mesmos documentos do projeto básico, sendo que o único diferencial é o nível de detalhamento.

## 1.1.7.6 Execução de desenho de arquitetura

### 1.1.7.6.1 Formatos do papel

São empregados o formato A4 (21,0 cm × 29,7 cm) e outros consecutivos obtidos pela conjugação do A4. Os diversos formatos são indicados pelos símbolos constantes da Tabela 1.2, em que o primeiro número se refere à largura e o segundo à altura, mostrando quantas vezes a dimensão respectiva do formato básico participa do considerado.

**Tabela 1.2:** Formato de papel

Símbolo		Formato (mm)
1 × 1	etc.	210 × 297
2 × 1		420 × 297
3 × 1		630 × 297
4 × 1		840 × 297
1 × 2	etc.	210 × 594
2 × 2		420 × 594
3 × 2		630 × 594
4 × 2		840 × 594
1 × 3	etc.	210 × 891
2 × 3		420 × 891
3 × 3		630 × 891
4 × 3		840 × 891

### 1.1.7.6.2 Cortes e superfícies cortadas

*Corte* é a representação gráfica de uma seção plana do interior de uma edificação, de modo a mostrar as suas partes constituintes. O sentido de observação do corte pode ser dado, quando necessário, por duas letras: a primeira colocada no início e a segunda no término da linha de corte. Assim, os cortes AB e BA são observados em sentidos opostos. Quando o corte é determinado por um plano único, ele é indicado fora da planta. Quando ele é determinado por mais de um plano, são marcadas dentro da planta as mudanças de plano. Quando hachuradas, os traços têm a mesma inclinação, afastamento e espessura. Quando, entretanto, há várias superfícies contíguas da mesma natureza, varia a direção das hachuras, a fim de destacar cada elemento e a ligação entre eles. Nas superfícies pequenas e outras para as quais se quer chamar particularmente a atenção, as hachuras podem ser substituídas por uma cor única. Nesse caso, a separação das peças é feita por uma linha de luz. Quando uma peça é representada por suas linhas de contorno, para interrompê-la é feito o secionamento nas referidas linhas, com pequenos traços normais, sendo contínua a linha de cota.

### 1.1.7.6.3 Linhas

A natureza, escala e tipo de apresentação do desenho determinam a espessura das linhas utilizadas. Nos desenhos, coisas da mesma espécie são representadas por linhas do mesmo tipo, cor e espessura de traço. *Escala* é a relação entre as dimensões de um desenho e o objeto por ele representado.

#### 1.1.7.6.4 Dimensionamento

Os desenhos normalmente são cotados em metros, com duas casas decimais. Sempre que as cotas forem inferiores ao metro, elas serão representadas simplesmente pelo número de centímetros. Assim:

12,00 = doze metros; 14,30 = quatorze metros e trinta centímetros;

25 = vinte e cinco centímetros; 10 = dez centímetros.

Quando necessária uma cota com aproximação de milímetros, ela é representada por algarismos menores que os da cota, colocados em nível mais elevado que os dela. Assim:

0<sup>3</sup> = três milímetros; 7,08<sup>2</sup> = sete metros, oito centímetros e dois milímetros.

As áreas nas plantas são indicadas com erro inferior a 5 dm<sup>2</sup>. Cada dimensão só é cotada uma vez. As cotas são colocadas externamente ao desenho, salvo quando, para maior clareza, for julgado conveniente cotar internamente. Os pontos de interseção das linhas de cota com as de extensão, ou as do próprio elemento cotado, são marcados por pequenos traços a 45°, sempre que conveniente. É sempre feita referência em todo o desenho ao critério adotado para cotá-lo: se em *osso* ou acabado.

As cotas dos vãos são indicadas sob a forma de fração, colocando-se no numerador a largura seguida do sinal “X” e da altura, e no denominador a altura do parapeito. Cada pavimento tem a cota altimétrica referida a um RN geral, escrita acima de um símbolo específico (constituído por um triângulo com um vértice apoiado em um segmento de reta). O nível desse pavimento é um novo RN para todos os elementos desse andar. A cota de nível de elementos de cada pavimento é inscrita dentro de um círculo, precedida de um sinal + ou - se estiver, respectivamente, acima ou abaixo do RN do referido pavimento. As cotas que representam medidas aproximadas são escritas entre parênteses.

#### 1.1.7.6.5 Letras e anotações

Nos desenhos, coisas da mesma espécie são designadas pelo mesmo tipo de letra. O nome das peças é escrito por extenso ou abreviadamente. O nome das peças e respectiva área são, sempre que possível, escritos no canto superior esquerdo.

#### 1.1.7.6.6 Convenções, abreviações e indicações

São adotadas as seguintes convenções para a representação dos elementos de um projeto:

- *Elementos arquitetônicos:*

- Elevadores: dentro de desenho, as iniciais indicadoras da finalidade: EP, ES, MP, MC.
- Escadas: a seta indica sempre o sentido da subida.
- Banheira, bacia sanitária e bidê: as linhas interrompidas apenas indicam o seu eixo.
- *Representação de vãos:*
  - \* Janelas: são representadas com um traço singelo.
  - \* Portas: quando ligando peças do mesmo nível, são representadas sem traço, com indicação do sentido da abertura; sem ela, o vão não tem esquadria. Quando os cômodos ligados têm níveis diferentes, é colocado um traço do lado do nível mais baixo.
- *Alvenaria de tijolo:*
  - \* Alvenaria atingindo o teto: é representada com traço forte.
  - \* Alvenaria sem atingir o teto: é representada com traço leve, sempre com indicação da altura, na forma: h = i.
  - \* Concreto armado ou simples: as faces do pilar que permanecerem no mesmo plano são indicadas com traço reforçado.
- *Convenções cromáticas:*
  - \* *A construir:* vermelho ou em branco.

- \* *Existente*: preto.
- \* *A demolir*: amarelo ou em branco contorno tracejado.
- *Abreviações*:
  - \* B = banheiro
  - \* BB = biblioteca
  - \* C = cozinha
  - \* CP = copa
  - \* E = entrada
  - \* ES = escritório
  - \* G = garagem
  - \* H = *hall*
  - \* L = loja
  - \* N = *nook* (escaninho, recanto)
  - \* Q = quarto
  - \* QC = quarto de costura
  - \* QE = quarto de empregada
  - \* R = rouparia
  - \* SE = sala de estar
  - \* SC = sala comum
  - \* SL = sobreloja
  - \* SJ = sala de jantar
  - \* SS = subsolo
  - \* SV = sala de visitas
  - \* T = terraço
  - \* V = varanda
  - \* WC = *water closet* (latrina).

A indicação dos diversos tipos de esquadria é feita na ordem natural dos números inteiros, um para cada tipo de esquadria. O número indicativo de cada tipo é inscrito:

- em uma circunferência, para as esquadrias de madeira;
- em duas circunferências concêntricas, para as esquadrias metálicas.

### 1.1.7.7 BIM – *Building Information Modeling*

BIM, que significa Modelagem (ou Modelo) de Informação da Edificação, é um processo baseado em um modelo espacial de inteligência (serviço de informações), em três dimensões (3D), que dá aos profissionais de arquitetura, engenharia e construção o discernimento e as ferramentas para, com mais eficiência, planejar, construir e administrar edificações e infraestrutura. Trata-se de um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida útil de uma edificação. BIM é um processo que envolve a geração e o gerenciamento da representação digital das características físicas e funcionais de construções. BINs são arquivos que podem ser extraídos, permutados ou colocados em rede, a fim de suportar a elaboração de decisões tendo em vista uma edificação ou outro bem imóvel. O software de BIM é usado por indivíduos, empresas ou agências governamentais (as quais planejam, projetam, executam e mantêm variadas infraestruturas físicas, como de água, lixo, eletricidade, gás, sinais [comunicação], estradas, pontes, portos, túneis etc.). O BIM pressupõe que, quando o arquiteto projeta virtualmente uma edificação, utilizando ferramentas tridimensionais, toda a informação necessária à representação gráfica rigorosa, à análise construtiva, à quantificação dos trabalhos e aos tempos de mão de obra, desde a fase

inicial da execução da construção até a sua conclusão ou até mesmo ao processo de desmontagem no final do ciclo de vida útil, encontra-se no modelo.

A indústria da construção civil, utilizando apenas processos tradicionais de produção, já esgotou sua capacidade de aumento da produtividade. Comparando com a tecnologia predecessora, o CAD (*Computer Aided Design*), em que o desafio era só o da representação e os processos eram apenas baseados em desenhos, o BIM oferece inúmeras vantagens e benefícios. Uma delas é a própria modelagem tridimensional. Outra vantagem é que, com o BIM, pode-se não apenas modelar a construção que se deseja executar como também o próprio processo de realização dessa obra, seja uma edificação, uma instalação ou uma infraestrutura. Mais uma vantagem do BIM é a possibilidade de se extrair automaticamente as quantidades dos objetos incorporados nos modelos. Porém, a implantação do BIM exige a definição de um projeto formal, documentado e gerenciado, incluindo todas as principais disciplinas usualmente envolvidas na gestão de qualquer projeto: definição do escopo, planejamento, controle, riscos, comunicação etc. Existem empresas que podem fornecer uma modelagem para a construtora a fim de que ela utilize o BIM. Os principais benefícios resultantes do uso do BIM são a garantia da produtividade no empreendimento e do prazo de entrega da obra e melhor visualização virtual da construção. O BIM é uma construção virtual inteligente, porque possibilita modelar uma obra e colocar as informações técnicas (quantidades, prazos e execução). Assim sendo, é possível visualizar, antes do início da obra, como será a sua execução desde o começo até o seu término.

O profissional consegue visualizar as interferências que surgirão, os prazos determinados e a logística a ser feita. Com isso, há um aumento da produtividade e diminuição das interferências de estrutura, paredes, instalações etc., uma vez que tudo pode ser feito antes mesmo do planejamento. Além do mais, é possível entregar a obra no prazo, já que ela foi previamente construída virtualmente. Os maiores beneficiários com a adoção do BIM são os contratantes (proprietários, incorporadores etc.). O contratante fica sabendo exatamente o que vai ser construído, em qual prazo, em que condições e qual a quantificação exata, sendo que com isso se evitam também possíveis desvios. Pode-se, assim, aperfeiçoar o canteiro de obras, seu planejamento, os setores de suprimentos e o de engenharia. Nota-se que a partir do momento em que é elaborada a projeção da obra em três dimensões, reduz-se bastante as não conformidades dos projetos, o que resulta num aumento da produtividade. Uma empresa que elabora o projeto em três dimensões gasta menos tempo e por um custo menor do que se projetasse em duas dimensões. Resumindo, o BIM une tecnologia, multidisciplinaridade, integração e gestão, o que traz uma série de benefícios quanto à produtividade, sustentabilidade, confiabilidade, qualidade, eficiência, precisão e rentabilidade.

### **1.1.8 Projeto estrutural de edifícios de concreto armado**

A estrutura mais comum dos edifícios de concreto armado é constituída por um pórtico espacial ligado às lajes de piso dispostas pelos andares. Assim, a estrutura é formada por elementos lineares (vigas e pilares) e elementos bidimensionais (lajes). Faz-se a análise tridimensional do pórtico levando-se em consideração as cargas verticais e as forças horizontais causadas pelo vento (e empuxos, nos subsolos) atuando simultaneamente na estrutura. As cargas verticais são constituídas pelo peso próprio dos elementos estruturais; o peso das paredes divisórias e dos revestimentos, além de outras ações permanentes; a carga acidental variável decorrente da utilização da edificação, cujos valores vão depender da finalidade do uso; e outras cargas específicas (como o peso dos equipamentos). Para simplificar o cálculo do projeto estrutural, é comum separar a estrutura do edifício em duas subestruturas com finalidades distintas. A primeira delas resiste apenas ao carregamento vertical e a segunda é composta por elementos de maior rigidez, cuja função principal é resistir às forças horizontais (logicamente, a subestrutura de contraventamento também resiste a uma parcela do carregamento vertical). Existem partes da estrutura, como as escadas, reservatórios de água e blocos de fundação, que não fazem parte do pórtico estrutural. O projeto arqui-

tetônico representa a base para a elaboração do projeto estrutural. Este deve prever o posicionamento dos pilares e demais elementos de forma a respeitar a distribuição dos diferentes ambientes nos diversos pavimentos. O projeto estrutural tem de estar em harmonia com os demais projetos, como os de instalações elétricas, hidráulicas, de gás, de telefonia, de ar condicionado, de segurança e outros, de modo a permitir a coexistência com qualidade de todos os sistemas. A estrutura apertada do edifício pode ser considerada indeslocável quando, sob a ação de forças horizontais, seus nós sofrem deslocamentos tão pequenos que não chegam a introduzir esforços significativos globais secundários. Os pilares (e as paredes estruturais) recebem as reações das vigas que neles se apoiam, as quais, junto com o peso próprio desses elementos verticais, são transferidas para os andares inferiores e, finalmente, para o solo por meio dos respectivos elementos de fundação. Os principais cuidados para garantir a durabilidade da estrutura de concreto armado durante a elaboração do seu projeto é que o concreto tenha especificações técnicas claras e que ele seja dosado de forma racional (obedecendo aos parâmetros de resistência mecânica e de durabilidade).

## 1.1.9 Projetos elétrico, telefônico e rede lógica

### 1.1.9.1 Instalações elétricas

- a) Localizar os pontos de utilização de energia elétrica e determinar e quantificar os tipos;
- b) definir e dimensionar o tipo dos pontos e o caminhamento dos condutos e condutores de sua interligação;
- c) determinar o tipo e a localização assim como o dimensionamento dos dispositivos de proteção, de comando, de medição de consumo de energia elétrica e demais acessórios.

O sistema de baixa tensão fornecido pela concessionária/distribuidora tem como tensão de utilização 380V/220V ou 220V/127V (sistema trifásico) e 220V/110V (sistema monofásico). No Brasil, há cidades onde o fornecimento de energia elétrica é feito sob a tensão fase-neutro de 127V (São Paulo, Rio de Janeiro etc.) e outras de 220V (Brasília, Nordeste etc.). O *projeto de tubulação telefônica* deve ser destinado exclusivamente ao uso da concessionária, que nela poderá instalar os serviços de telecomunicações conectados à rede pública, como telefonia, telefax, transmissão de dados ou outros serviços correlatos.

O projeto das instalações elétricas deverá ser constituído de:

- Representação gráfica.
- Memória de cálculo.
- Memorial descritivo.
- Especificação de materiais e serviços.
- Relação de materiais, serviços e equipamentos.
- Aprovação.

#### 1.1.9.1.1 Representação gráfica

- a) *Planta de situação* da edificação no terreno, em escala 1:500, em que conste o traçado da rede pública da concessionária
- b) *Plantas baixas*, em escala 1:50, indicando:
  - disposição da entrada de serviço;
  - localização dos quadros de distribuição e de medição;
  - localização dos pontos de consumo de energia elétrica, com as respectivas cargas, seus comandos e identificação dos circuitos;
  - traçado da rede de eletrodutos, com as respectivas bitolas e tipos;

- representação simbólica dos condutores, nos eletrodutos, com identificação das respectivas bitolas, tipos e circuitos a que pertencem;
  - localização das caixas, suas dimensões e tipos;
  - localização de chaves boia;
  - localização dos aterramentos com identificação e dimensão dos componentes;
  - simbologia e convenções adotadas.
- c) *Planta da subestação de transformação e/ou medição*, compreendendo as partes civil e elétrica, em escala 1:25, complementada por cortes e elevações.
- d) *Plantas de detalhes*, em escala 1:20, contendo, no mínimo:
- entrada de serviço e quadros de medição e de distribuição;
  - passagens de eletrodutos através de juntas de dilatação;
  - caixas de passagem subterrâneas;
  - disposição de aparelhos e equipamentos em caixas ou quadros;
  - conexões de aterramento;
  - soluções para passagem de eletrodutos através de elementos estruturais.
- e) *Plantas de esquemas, diagramas e quadros de carga*, em conformidade com o que a seguir é estabelecido:
- terão de ser feitos esquemas para as instalações elétricas, em que constem os elementos mínimos exigidos pela concessionária;
  - precisarão ser apresentados diagramas unifilares, discriminando os circuitos, cargas, seções dos condutores, tipo de equipamentos no circuito, dispositivos de manobra e proteção e fases a conectar, para cada quadro de medição e de distribuição;
  - deverão apresentar esquemas elétricos para comandos de motores, circuitos acionados por minuterias, circuitos de sinalização e outros que exijam esclarecimentos maiores para as ligações;
  - para cada quadro de distribuição, é necessário ser elaborado um quadro de cargas que contenha um resumo dos elementos de cada circuito, como: número do circuito, fases em que o circuito está ligado, cargas parciais instaladas (quantidade e valor em ampères), carga total, em ampères e, queda de tensão, fator de potência etc.

#### 1.1.9.1.2 Memória de cálculo

A memória de cálculo deverá citar, obrigatoriamente, os processos e critérios adotados, referindo-se às normas técnicas e ao estabelecido nestas instruções para elaboração de projetos. Detalhará explicitamente todos os cálculos referentes a:

- seções dos condutores;
- queda de tensão;
- consumo de equipamentos;
- demandas previstas;
- correntes nominais dos dispositivos de manobra;
- correntes nominais dos dispositivos de proteção;
- correntes de curtos-circuitos;
- iluminação;
- fator de potência;
- outros elementos julgados necessários.

### 1.1.9.1.3 Memorial descritivo

O memorial descritivo fará uma exposição geral do projeto, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas para elaboração de projetos; explicará a solução apresentada, evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.

### 1.1.9.1.4 Especificação de materiais e serviços

Todos os materiais e serviços terão de ser devidamente especificados, estipulando-se as condições mínimas aceitáveis da qualidade. Os materiais, serviços e equipamentos precisam ser especificados, indicando-se tipos e modelos (quando for necessário estabelecer padrão mínimo da qualidade), protótipos e demais características, como corrente nominal, tensão nominal, capacidade disruptiva para determinada tensão, número de polos etc., de maneira a não haver dúvida na sua identificação. Os materiais e equipamentos especificados necessitam ter suas marcas indicadas/sugeridas.

### 1.1.9.1.5 Relação e quantitativo de materiais, serviços e equipamentos

Os materiais, serviços e equipamentos deverão ser agrupados racional e homoganeamente, de maneira a permitir melhor apreciação e facilidade na sua aquisição. Os materiais terão de ser relacionados de maneira clara e precisa, com os correspondentes quantitativos e unidades de medição.

### 1.1.9.1.6 Aprovação

Concluído o projeto, ele precisará ser aprovado pelo órgão competente. A área a ser considerada para elaboração do projeto das instalações elétricas será a mesma área considerada para o projeto arquitetônico, a qual terá de ser conferida pelas respectivas ART.

### 1.1.9.1.7 Disposições complementares

Quando um projeto de arquitetura prever ampliação futura de uma unidade construtiva, o projeto das instalações elétricas da unidade a ser ampliada precisará prever todos os detalhes de ligação da unidade existente com a futura ampliação, de maneira a permitir continuidade das instalações; em tais casos, todo o sistema necessitará ser dimensionado para as condições de maior ampliação prevista, com exceção dos dispositivos de segurança. Quando houver aumento da carga instalada devido ao acréscimo de luminárias, aparelhos de ar condicionado ou outros aparelhos, terá de ser fornecido projeto conforme construído (*as built*) em escala 1:50, considerando a nova situação. Para isto, deverá ser realizado o levantamento da carga de toda a edificação existente e fornecido o quadro de cargas contendo a carga existente e a carga a ser instalada, devidamente identificadas, e o diagrama unifilar para a nova configuração. Se, devido ao acréscimo de carga, o total da carga instalada levantada ultrapassar a carga estipulada pela concessionária de energia elétrica para entrada em baixa tensão, será preciso que se providencie a aprovação do projeto por aquele órgão e as adaptações necessárias para a nova configuração de entrada de energia. No caso de ocorrência do previsto na seção anterior, os projetos de unidade existente e de cada opção de ampliação deverão ser elaborados independentemente uns dos outros, no que concerne à representação gráfica e demais requisitos a serem cumpridos em relação ao projeto das instalações elétricas, constantes nestas páginas para elaboração de projetos. Sempre que um projeto das instalações elétricas necessite satisfazer às condições de uso de áreas especializadas, caberá ao autor do projeto a responsabilidade de fazer-se

assessorar pelo(s) técnico(s) especializado(s) que melhor lhe possibilite(m) satisfazer a tais condições. Os projetos das instalações elétricas terão de ser apresentados em subconjuntos independentes sempre que:

- as normas da concessionária o exijam;
- o porte das instalações indique tal necessidade, para possibilitar melhores condições de compreensão e avaliação de preço e prazo de execução dos serviços.

Para cada subconjunto indicado na seção anterior, necessitarão ser cumpridas, por similaridade e no que couberem, as disposições normativas estabelecidas para o projeto executivo das instalações elétricas.

### 1.1.9.2 Instalações telefônicas

O projeto de instalação telefônica deve ser destinado exclusivamente ao uso da concessionária, que na tubulação poderá instalar os serviços de telecomunicações conectados à rede pública, como telefonia, telefax, transmissão de dados ou outros serviços correlatos. O projeto das instalações telefônicas terá de ser constituído de:

- Representação gráfica.
- Memória de cálculo, caso solicitado pela concessionária.
- Memorial descritivo.
- Especificação de materiais e serviços.
- Relação de materiais, serviços e equipamentos.
- Aprovação.

#### 1.1.9.2.1 Representação gráfica

- a) Planta de situação do imóvel, em escala 1:500, em que conste o traçado da rede pública da concessionária.
- b) Plantas arquitetônicas, em escala 1:50, indicando:
  - disposição da entrada;
  - localização do quadro distribuidor geral;
  - localização dos pontos e identificação;
  - traçado da rede de eletrodutos, com as respectivas bitolas e tipos;
  - representação simbólica dos cabos, nos eletrodutos, com identificação das respectivas bitolas, tipos e circuitos a que pertencem;
  - localização das caixas, suas dimensões e tipos;
  - localização dos aterramentos com identificação e dimensões dos componentes;
  - simbologia e convenções adotadas.
- c) Plantas de detalhes, em escala até 1:20, abrangendo, no mínimo:
  - entrada de serviço e quadros de distribuição;
  - passagens de eletrodutos através de juntas de dilatação;
  - caixas de passagem subterrâneas;
  - disposição de aparelhos e equipamentos em caixas ou quadros;
  - conexões de aterramento;
  - soluções para passagem de eletrodutos através de elementos estruturais.
- d) Plantas e esquemas, diagramas e quadros, em conformidade com o que a seguir é estabelecido:
  - terão de ser feitos esquemas para as instalações gerais de telecomunicações, em que constem os elementos mínimos exigidos pela concessionária;
  - precisarão ser apresentados diagramas, especificações dos cabos e tipo de equipamentos para cada quadro de distribuição.

### **1.1.9.2.2 Memória de cálculo**

A memória de cálculo necessitará citar, obrigatoriamente, os processos e critérios adotados, referindo-se às normas técnicas.

### **1.1.9.2.3 Memorial descritivo**

O memorial descritivo fará uma exposição geral do projeto, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas para elaboração de projetos; explicará a solução apresentada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade

### **1.1.9.2.4 Especificação de materiais e serviços**

Todos os materiais e serviços deverão ser devidamente especificados, estipulando-se as condições mínimas aceitáveis da qualidade. Os materiais e equipamentos terão de ser especificados, indicando-se tipos e modelos (quando for necessário estabelecer padrão mínimo da qualidade), protótipos e demais características, de maneira a não haver dúvida na sua identificação. Os materiais, serviços e equipamentos especificados precisarão ter suas marcas ser indicadas/sugeridas.

### **1.1.9.2.5 Relação e quantitativo de materiais, serviços e equipamentos**

Os materiais, serviços e equipamentos necessitarão ser agrupados racional e homogeneamente, de maneira a permitir melhor apreciação e facilidade na sua aquisição. Os materiais terão de ser relacionados de maneira clara e precisa, com os correspondentes quantitativos e unidades de medição.

### **1.1.9.2.6 Aprovação**

Concluído o projeto, ele precisará ser aprovado pelos aos órgãos competentes. A área a ser considerada para elaboração do projeto das instalações telefônicas deverá ser a mesma área considerada para o projeto arquitetônico, a qual terá de ser conferida por meio das respectivas ART. O projeto só deverá ser liberado para obra após sua aprovação pelos órgãos competentes.

### **1.1.9.2.7 Disposições complementares**

Quando um projeto de arquitetura prever ampliação futura de uma unidade construtiva, o projeto de instalações telefônicas da unidade a ser ampliada deverá prever todos os detalhes de ligação da unidade existente com a futura ampliação, de maneira a permitir continuidade das instalações; em tais casos, todo o sistema terá de ser dimensionado para as condições da maior ampliação prevista. No caso de ocorrência do mencionado na seção anterior, os projetos de unidade existente e de cada opção de ampliação precisarão ser elaborados independentemente uns dos outros, no que concerne à representação gráfica e demais requisitos a serem cumpridos em relação ao projeto de instalações telefônicas, constantes nestas instruções para elaboração de projetos. Sempre que um projeto de instalações telefônicas necessite satisfazer às condições de uso de áreas especializadas, caberá ao responsável pelo projeto a responsabilidade de fazer-se assessorar pelo(s) técnico(s) especializado(s) que melhor lhe possibilite(m) atender a tais condições. O projeto das instalações telefônicas necessitará ser apresentado em subconjuntos independentes sempre que:

- as normas da concessionária o exijam;
- o porte das instalações indique tal necessidade, para possibilitar melhores condições de compreensão e avaliação de preço e prazo de execução dos serviços.

Para cada subconjunto indicado na seção anterior, terão de ser cumpridas, por similaridade e no que couberem, as disposições normativas estabelecidas para o projeto executivo das instalações telefônicas.

### 1.1.9.3 Instalação de rede lógica

*Rede lógica estruturada* é todo um sistema de cabos, conectores, dispositivos e condutas que permitem criar, organizar e estabelecer uma infraestrutura de telecomunicações em um local. O projeto de instalação de rede lógica deverá ser constituído de:

- Representação gráfica.
- Memória de cálculo.
- Memorial descritivo.
- Especificação de materiais e serviços.
- Relação de materiais, serviços e equipamentos.
- Aprovação.

#### 1.1.9.3.1 Representação gráfica

- a) *Plantas baixas*, em escala 1:50, indicando:
  - localização dos quadros;
  - localização dos pontos e identificação;
  - traçado da rede de eletrodutos ou canaletas com as respectivas bitolas, dimensões e tipos;
  - representação simbólica dos cabos nos eletrodutos ou canaletas, com identificação das respectivas bitolas, tipos e circuitos a que pertencem;
  - localização das caixas, suas dimensões e tipos;
  - localização dos aterramentos com identificação e dimensões dos componentes;
  - simbologia e convenções adotadas.
- b) *Plantas de detalhes*, em escala até 1:20, abrangendo, no mínimo:
  - passagens de eletrodutos através de juntas de dilatação;
  - caixas de passagens subterrâneas;
  - disposição de aparelhos e equipamentos em caixas ou quadros;
  - conexões de aterramento;
  - soluções para passagem de eletrodutos através de elementos estruturais;
  - esquemas para instalações gerais em que constem os elementos mínimos exigidos;
  - deverão ser apresentados esquemas para as instalações gerais em que constem os elementos mínimos exigidos;
  - terão de ser feitos diagramas, discriminando os circuitos, dimensionamento dos cabos, tipo de equipamento para cada quadro;
  - precisarão ser elaborados esquemas para circuitos que exijam esclarecimentos maiores para as ligações;
  - para cada quadro, necessitará ser elaborado um resumo dos equipamentos conectados a cada circuito.

### **1.1.9.3.2 Memória de cálculo**

A memória de cálculo deverá citar, obrigatoriamente, os processos e critérios adotados, referindo-se às normas técnicas e às instruções para elaboração de projetos. Detalhará todos os cálculos explicitamente, quando solicitado.

### **1.1.9.3.3 Memorial descritivo**

O memorial descritivo fará uma exposição geral do projeto, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando ainda justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e nestas instruções para elaboração de projetos; explicará a solução apresentada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.

### **1.1.9.3.4 Especificação de materiais e serviços**

Todos os materiais e serviços terão de ser devidamente especificados, estipulando-se as condições mínimas aceitáveis da qualidade. Os materiais, serviços e equipamentos precisarão ser especificados, indicando-se tipos e modelos (quando for necessário estabelecer padrão mínimo da qualidade), protótipos e demais características, de maneira a não haver dúvida na sua identificação.

### **1.1.9.3.5 Relação e quantitativo de materiais, serviços e equipamentos**

Os materiais, serviços e equipamentos necessitarão ser agrupados racional e homogeneamente, de maneira a permitir melhor apreciação e facilidade na sua aquisição. Os materiais deverão ser relacionados de maneira clara e precisa, com os correspondentes quantitativos e unidades de medição.

### **1.1.9.3.6 Aprovação**

Concluído o projeto, ele será entregue à construtora/contratante juntamente com a ART, o qual terá de ser analisado e liberado para execução. A área a ser considerada para elaboração do projeto precisará ser a mesma área considerada para o projeto arquitetônico, a qual necessitará ser conferida por meio das respectivas ARTs.

### **1.1.9.3.7 Disposições complementares**

Quando um projeto de arquitetura prever ampliação futura de uma unidade construtiva, o projeto de instalação de rede lógica da unidade a ser ampliada precisará prever todos os detalhes de ligação da unidade existente com a futura ampliação, de maneira a permitir continuidade das instalações; em tais casos, todo o sistema terá de ser dimensionado para as condições de maior ampliação prevista. No caso de ocorrência do mencionado na seção anterior, os projetos de unidade existente e de cada opção de ampliação precisarão ser elaborados independentemente uns dos outros, no que concerne à representação gráfica e demais requisitos a serem cumpridos em relação ao projeto de instalação de rede lógica, constantes nestas instruções para elaboração de projetos. Sempre que um projeto de instalação de rede lógica necessite satisfazer às condições de uso de áreas especializadas, caberá ao responsável pelo projeto a responsabilidade de fazer-se assessorar pelo(s) técnico(s) especializado(s) que melhor lhe possibilite(m) satisfazer a tais condições. O projeto de instalação de rede lógica necessitará ser apresentado em subconjuntos independentes sempre que o porte das instalações indique tal necessidade, para possibilitar melhores

condições de compressão e avaliação de preço e prazo de execução dos serviços. Para cada subconjunto indicado na seção anterior, deverão ser cumpridas, por similaridade e no que couberem, as disposições normativas estabelecidas para o projeto executivo da instalação de rede lógica.

## 1.1.10 Projetos hidrossanitários

### 1.1.10.1 Projeto de instalação predial de água fria

O projeto de instalação predial de água fria é constituído por peças gráficas, memoriais e especificações técnicas que definem a instalação do sistema de recebimento, de alimentação, de reservação e de distribuição de água fria em edificações. A instalação deverá ser projetada de modo a ser compatível com o projeto arquitetônico e demais projetos complementares, visando a máxima economia de água e energia, o menor desperdício e o maior reaproveitamento da água, tendo de garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento das peças de utilização (lavatórios, pias, chuveiros, vasos sanitários etc.) e dos sistemas de tubulação, além de preservar rigorosamente a qualidade da água no sistema de abastecimento. O projeto precisa ser apresentado de forma legível, obedecendo às normas construtivas da ABNT, prefeitura do município, Corpo de Bombeiros, vigilância sanitária e demais órgãos competentes.

### 1.1.10.2 Representação gráfica

O projeto de água fria tem de incluir detalhamentos específicos de reservatórios de água, de caixas de inspeção e de passagem e, no caso de se tratar de obra de ampliação, ligações em instalações prediais já existentes. Assim, é necessário apresentar as seguintes peças gráficas:

- planta de situação, no nível da via pública, em escala conveniente, contendo as seguintes indicações: localização de todas as tubulações externas existentes, redes de concessionárias de serviço público, posicionamento do cavalete de hidrômetro e outros elementos que sejam importantes para a implantação do projeto, em especial o Norte Verdadeiro. A planta deve conter uma legenda indicativa, de forma que seja possível identificar a função de cada tubulação, ou seja, se se trata de linha de alimentação do reservatório, de linha de recalque etc.;
- planta de implantação da edificação no terreno, em escala adequada, indicando as áreas a serem ampliadas ou detalhadas;
- planta baixa de cada pavimento (subsolos, térreo, andar-tipo, cobertura, ático etc.), na escala 1:50, contendo a indicação das tubulações quanto a diâmetro, material e comprimento, com a localização dos aparelhos sanitários e pontos de consumo, mencionando as conexões (tês, curvas, joelhos etc.), posicionamento dos reservatórios, dos conjuntos motobomba, das instalações redutoras de pressão e outros equipamentos necessários ao funcionamento do sistema de abastecimento. Essa planta tem de ter uma legenda adequada mostrando a função de cada tubulação, ou seja, se se trata da alimentação do reservatório, se da linha de recalque, se da alimentação dos pontos de consumo, se da linha de extravasão etc.
- detalhamento em perspectiva isométrica, na escala 1:20, dos banheiros, cozinhas, lavanderia e demais dependências que necessitem de fornecimento de água, indicando diâmetros, cotas verticais (altura de abastecimento), cota de nível do piso acabado, conexões, válvulas, registros e outros elementos;
- definição do tipo de alimentação das bacias sanitárias: se válvula fluxível de descarga, se caixa de descarga ou se caixa acoplada à bacia;
- detalhamento da alimentação e saída de água dos reservatórios;

- quando houver sobreposição de tubulações embutidas numa parede, faz-se necessário indicar a espessura dela;
- na planta, deve ser colocado um resumo da quantidade de peças a serem utilizadas na execução, de forma a facilitar o seu manuseio e a leitura do projeto.

#### **1.1.10.2.1 Memorial descritivo**

O memorial descritivo tem de conter a relação de materiais e equipamentos (inclusive conjuntos moto-bomba e reservatórios), a descrição completa, a quantidade e unidade de medição, e o modelo. O memorial precisa também especificar todos os materiais e serviços a serem executados, estipulando as condições mínimas da qualidade, tipo, modelo e características técnicas, e com sugestões de marcas. São as seguintes as descrições mínimas a serem apresentadas no memorial:

- louças sanitárias: modelo e cor;
- cubas para bancadas de lavatório e pia: dimensões, material, forma e cor;
- bancadas de lavatório e pia: forma, dimensões e material;
- torneiras (se de bancada ou se de parede) e registros (se de gaveta, se de pressão ou se de globo): material, acabamento e qualidade, dando preferência para as que proporcionam maior economia de água (como as torneiras de fechamento automático);
- descarga de bacias sanitárias: tipo de acionamento;
- acessórios: porta-toalhas, cabides, papeleira, saboneteiras, barras de apoio;
- assento de vaso sanitário: material e cor;
- aparelhos sanitários: tipo de fixação;
- aparelhos sanitários para portadores de necessidades especiais: descrição e dimensões do vaso sanitário, do respectivo assento e do lavatório;
- tubulação de distribuição de água fria: material, cor e forma de execução;
- chuveiro: modelo, material e tipo do boxe;
- reservatórios superior e inferior: material e volumes.

#### **1.1.10.2.2 Memória de cálculo**

É necessário demonstrar o cálculo para determinação do consumo diário de água da edificação, levando em consideração o tipo e o número de usuários bem como a demanda dos aparelhos. Descrever o roteiro dos cálculos ou apresentar planilha específica para dimensionamento do alimentador predial, barrilete, colunas de água e ramais de distribuição, especificando vazão, perda de carga, diâmetro da tubulação e cálculo da pressão nos pontos mais desfavoráveis. É preciso também apresentar o cálculo completo do dimensionamento dos conjuntos motobomba e outros equipamentos necessários bem como o cálculo do volume dos reservatórios superior e inferior (incluindo a reserva técnica de incêndio), fornecendo as dimensões deles.

#### **1.1.10.2.3 Condições gerais para elaboração do projeto de instalações prediais de água fria**

Para a elaboração do projeto e dimensionamento das instalações prediais de água fria, é preciso observar às seguintes condições:

- verificar a existência de rede pública de abastecimento de água, sendo o seu uso obrigatório, e precisando respeitar as exigências da concessionária;
- conferir a disponibilidade de vazão e pressão na rede pública;
- comparar o volume a ser fornecido pelo consumo médio diário;

- no caso de inexistência de abastecimento público ou se esse abastecimento for insuficiente, em volume ou pressão, é necessário prever outro sistema de abastecimento ou sua complementação, com armazenamento e motobombas ou captação em poços profundos;
- a ligação à rede pública deve ser projetada de modo que seu trajeto seja o mais curto possível, respeitando-se as exigências da concessionária;
- é importante tomar todas as providências necessárias para garantir a qualidade da água fornecida pela concessionária;
- é recomendável elaborar um projeto que inclua o reaproveitamento da água de chuva (caso seja possível).

#### **a) Reservatórios**

Os reservatórios terão de ser dimensionados de forma a garantir o abastecimento contínuo e adequado (vazão e pressão) de toda a edificação assim como o armazenamento de água correspondente a um dia de consumo, no mínimo. Podem ser usadas caixas-d'água fabricadas industrialmente (de fibra de vidro, de fibrocimento etc.) ou de concreto, moldadas in loco. No caso mais comum de projeto de dois reservatórios, o superior será dimensionado para 40% do volume do consumo diário e o inferior para os 60% restantes. Se, excepcionalmente, o abastecimento for por meio de caminhões-pipa, ou no caso de ele ser deficiente, deve-se estudar a adoção de reservatórios com maior capacidade. Todos os reservatórios têm de ser fechados e cobertos, de modo a impedir a entrada de luz natural ou de elementos que possam poluir ou contaminar a água. Sempre que possível, é necessário possibilitar fácil acesso ao seu interior para inspeção, limpeza e conservação da qualidade da água. Além disso, os reservatórios devem ser divididos em duas células, de modo que seja possível a manutenção de uma delas sem interromper o abastecimento de água. Os reservatórios serão projetados e executados prevendo a instalação dos seguintes itens:

- limitadores do nível de água (nível de boia ou similar), com a finalidade de impedir a perda de água por extravasamento;
- tubulação de limpeza posicionada abaixo do nível mínimo de água;
- extravasor (*ladrão*) dimensionado de modo que possibilite a descarga da vazão máxima de água que alimenta o reservatório;
- deve ser previsto um espaço livre acima do nível máximo de água, adequado para a ventilação do reservatório e colocação dos dispositivos hidráulicos (torneiras de boia) e elétricos;
- no reservatório inferior tem de existir ramal especial com instalação elevatória para limpeza, sempre que não for possível projetar esse ramal escoando por gravidade;
- não havendo possibilidade de utilização de reservatório superior para garantir o abastecimento contínuo em condições ideais de pressão e vazão, sugere-se a utilização de instalação hidropneumática.

Na impossibilidade de instalação de qualquer dos itens acima descritos, é necessário consultar o engenheiro projetista para adotar alterações, desde que estas sejam devidamente justificadas.

#### **b) Rede de distribuição**

Toda a instalação de água fria precisa ser projetada de modo que as pressões estáticas e dinâmicas se situem dentro dos limites estabelecidos pelas normas técnicas, regulamentações, características e necessidades dos equipamentos e materiais tubulações especificadas em projeto. Sub-ramal é a canalização que liga o ramal à peça de utilização. No dimensionamento de cada trecho (ramal, sub-ramal), deverá ser definido o diâmetro, a vazão e a perda de carga, considerando o uso simultâneo dos pontos de consumo. É necessário prever registros para bloqueio do fluxo de água nos seguintes pontos:

- nos aparelhos e dispositivos sujeitos a manutenção ou substituição, como hidrômetros, torneiras de boia, válvulas redutoras de pressão, bombas de água e outros;
- nas saídas dos reservatórios, exceto no extravasor;
- nas colunas de distribuição;
- nos ramais de grupos de aparelhos e pontos de consumo;
- antes de pontos específicos, como bebedouros, filtros, mictórios e outros;
- em casos especiais como seccionamentos, isolamentos etc.

As tubulações suspensas têm de ser fixadas com suportes específicos, posicionados e dimensionados de modo a não permitir a deformação delas. No caso de tubulações de cobre, deverão ser previstos isolamentos entre a tubulação e os suportes, para evitar a corrosão galvânica. Têm de ser previstas as seguintes condições da tubulação:

- *dilatação térmica da tubulação*: quando sujeita à exposição de raios solares ou no caso de estar embutida em parede de alvenaria exposta a raios solares de alta intensidade;
- *resistência mecânica*: quando a tubulação for enterrada ou estiver sujeita a cargas externas eventuais ou permanentes que possam danificá-la. Podem ser projetados reforços para garantir a integridade da tubulação;
- *absorção de deformações*: no caso de as tubulações estarem posicionadas em juntas estruturais.

A passagem de tubulações através de vigas e lajes só poderá ser feita após avaliação do projetista estrutural. Não será permitida em hipótese alguma a passagem de tubulações através de pilares.

### c) Instalações elevatórias

Os equipamentos de instalações elevatórias devem ser dimensionados considerando a altura de sucção, altura de recalque, vazão, tempo de funcionamento e rendimento do motor. A altura estática de sucção será de preferência negativa, isto é, as bombas trabalharão afogadas. Precisa ser prevista para o diâmetro de sucção uma medida superior à da tubulação de recalque. O conjunto terá acionamento manual e automático. É necessário instalar na linha de recalque, na saída das bombas, uma válvula de retenção e um registro de bloqueio, para impedir o retorno da água para a bomba. É preciso também prever sempre pelo menos dois conjuntos motobomba para cada estação elevatória, de modo que um deles funcione como reserva. Eles têm de ser instalados em local abrigado, coberto, com ventilação e iluminação adequadas e livre de enchentes. O local deve permitir fácil acesso às bombas e ter dimensões que facilitem a inspeção, a manutenção e a limpeza, além de possuir um sistema de drenagem da água de gotejamento ou de limpeza de equipamentos. Terá de ser mencionado nas plantas e nos memoriais o modelo do conjunto motobomba com suas características elétricas.

## 1.1.10.3 Projeto de instalações prediais de água quente

O projeto de instalações de água quente é constituído por peças gráficas, memoriais e especificações técnicas que definem a instalação do sistema de aquecimento, reservação e distribuição de água quente na edificação. Deverão ser projetadas de forma que sejam compatíveis com o projeto arquitetônico e demais projetos complementares, visando a máxima economia de energia e o máximo reaproveitamento da água.

### 1.1.10.3.1 Representação gráfica

É necessário apresentar os seguintes projetos gráficos:

- planta baixa de cada pavimento (subsolos, térreo, andar-tipo, cobertura, ático etc.) na escala 1:50, contendo a indicação das tubulações quanto a diâmetro, material e comprimento, com a localização precisa dos aparelhos sanitários e pontos de consumo, equipamentos e reservatórios;

- tipo de aquecedores utilizados;
- detalhamento em perspectiva isométrica, na escala 1:20, dos banheiros, cozinhas, lavanderias e demais dependências que necessitem de abastecimento de água quente, indicando diâmetros, materiais, cotas verticais (altura de abastecimento), conexões, válvulas, registros e outros elementos;
- tipo e espessura do isolamento adotado.

#### **1.1.10.3.2 Memorial descritivo**

Junto com o memorial descritivo tem de constar a relação de materiais e equipamentos (aquecedores e reservatórios), contendo a descrição completa, quantidade, unidade de medição e modelo. O memorial precisa especificar todos os materiais e serviços a serem executados, estipulando as condições mínimas da qualidade, tipo, modelo, características técnicas e sugestões de marcas. Ele necessita informar claramente o tipo de aquecimento a ser utilizado, o tipo de isolamento térmico da tubulação, o modelo das válvulas, registros, aquecedores e reservatório, o material das tubulações e demais informações necessárias ao entendimento e execução do projeto.

#### **1.1.10.3.3 Memória de cálculo**

Deve ser demonstrado o cálculo para a determinação do consumo diário da edificação levando-se em consideração o tipo e o número de usuários e a demanda dos aparelhos, conforme as normas da ABNT. É preciso determinar a capacidade volumétrica de armazenamento de água quente em função do consumo e da capacidade de recuperação do equipamento e dados do fabricante. Sempre que necessário, deve-se considerar o consumo nas horas de pico.

#### **1.1.10.3.4 Considerações gerais para elaboração do projeto de instalação predial de água quente**

Têm de ser adotados os seguintes critérios de projeto:

- uso de fonte de energia compatível com a região;
- utilização de soluções de custos, manutenção e operação compatíveis com o gasto de instalação do sistema;
- o sistema de água quente poderá ser sem ou com recirculação, precisando levar em consideração a opção mais econômica e de maior sustentabilidade;
- preservação da qualidade da água fornecida pela concessionária;
- adequação do sistema ao desempenho dos equipamentos.

Todas as tubulações de água quente serão dimensionadas definindo-se, para cada trecho, diâmetro, vazão e perda de carga. A pressão de projeto necessita estar situada dentro dos limites estabelecidos pelas normas da ABNT e das características e necessidades dos equipamentos. No cálculo das vazões máximas para dimensionamento dos diversos trechos da rede de água quente, é preciso considerar o uso simultâneo dos pontos de consumo (chuveiros, lavatórios, equipamentos etc.), principalmente no caso de moradias destinadas a internatos. A instalação de água quente deverá ser projetada de tal forma que, nos pontos de consumo com misturador, a pressão da água quente seja constante e igual ou próxima à da água fria. No caso da utilização de válvula para controle de pressão, esta terá de ser exclusivamente do tipo globo, e nunca de gaveta. É preciso prever a instalação de registros – para bloqueio do fluxo de água em aparelhos e dispositivos sujeitos a manutenção (como é o caso de aquecedores e bombas) – na saída dos reservatórios de água quente, nas colunas de distribuição, nos ramais de grupos e pontos de consumo ou em casos especiais. Quando for adequado impedir o refluxo da água quente, é necessário

prever a instalação de válvulas de retenção ou outros dispositivos adequados nas canalizações. O projeto levará em consideração as dilatações térmicas para as tubulações em trechos retilíneos longos, prevendo-se dispositivos que a absorvam. Os suportes para as tubulações suspensas serão posicionados de modo a não permitir a sua deformação física. Para as canalizações de cobre, serão programados isolamentos entre a tubulação e os suportes, para evitar a corrosão galvânica. É necessário prever sistemas de acionamento automático, a fim de obter economia no consumo de água. A tubulação de alimentação de água quente deverá ser de material resistente à temperatura máxima admissível do aquecedor. É preciso prever o isolamento térmico adequado para as canalizações e equipamentos e proteção contra infiltrações. No caso de serem previstas aberturas ou peças embutidas em qualquer elemento da estrutura, o projetista estrutural tem de ser consultado para verificação e avaliação. O aquecimento da água poderá ser feito por:

- sistema de aquecimento local, como chuveiros elétricos, torneiras elétricas, aquecedores locais e outros;
- sistema de aquecimento de passagem;
- sistema central individual (atende a uma unidade autônoma da edificação);
- sistema central coletivo (atende a todas as unidades autônomas da edificação). É usual em hotéis.

#### **a) Aquecedores**

Os aquecedores deverão ser posicionados em cota de nível que assegure a pressão mínima recomendada pelo fabricante. Os aquecedores de acumulação necessitam ser providos de isolamento térmico devidamente protegido. Todos os aquecedores têm de ser equipados com termostato de alta sensibilidade, com escala de temperatura regulável.

*Aquecimento elétrico:* precisam ser observadas as seguintes condições:

- a alimentação de água fria do aquecedor de acumulação será feita por canalização de material resistente à temperatura;
- o ramal de alimentação de água do aquecedor de acumulação será derivado da coluna de distribuição, devendo ser colocado registro de gaveta e válvula de segurança;
- posicionar o aquecedor de acumulação em lugar de fácil acesso, o mais próximo possível dos locais de consumo de água quente, de forma que haja espaço livre mínimo para manutenção dele;
- prever canalização de drenagem do aquecedor provida de registro próximo do aparelho, despejando a água em lugar visível;
- aquecedores individuais não poderão alimentar um número maior de pontos de consumo que o indicado pelo fabricante do aparelho.

*Aquecimento a gás:* devem ser observadas as indicações, normas técnicas e recomendações da concessionária de fornecimento de gás e dos fabricantes dos equipamentos. Têm de ser observadas as seguintes condições:

- a ligação da rede de gás ao aquecedor será feita por meio de um registro de modelo aprovado pela concessionária;
- a alimentação de água fria do aquecedor de acumulação será feita por canalização de material resistente à temperatura;
- o lugar previsto para o aquecedor será devidamente ventilado e terá condições para a instalação de chaminé, que conduzirá os gases da combustão para o exterior da edificação, diretamente ou por meio de poço (*shaft*) ou de coluna de ventilação;
- as chaminés e demais instalações complementares serão executadas de acordo com as normas da ABNT;
- um sifão terá de ser instalado na entrada da água fria do aquecedor de acumulação, conforme indicação do fabricante, sendo obrigatório o uso de válvula de retenção;

- prover o aquecedor de passagem de termostato de segurança, para fechamento da alimentação de gás dos queimadores principais.

*Aquecimento solar:* quando se faz uso de aquecimento solar, é preciso prever um sistema de aquecimento auxiliar com capacidade de suprir integralmente as necessidades normais requeridas sempre que o reservatório possuir capacidade volumétrica igual ou inferior à demanda de um dia. No caso de o reservatório possuir capacidade volumétrica superior a um dia, o sistema auxiliar de aquecimento deverá ser previsto para suprir parcialmente as necessidades normais requeridas. Para uso de aquecimento solar, têm de ser observadas as seguintes condições:

- o local de instalação dos coletores de calor disporá de acesso direto dos raios solares durante a maior parte do dia;
- situar os coletores em lugar o mais próximo possível do reservatório de água quente;
- prever, em local de fácil acesso, comando do sistema auxiliar de aquecimento, para impedir o seu funcionamento em períodos de não utilização de água quente;
- caso haja necessidade de bombeamento, instalar sensores térmicos e termostatos para o controle da bomba de circulação, a fim de evitar que esta funcione quando não houver ganho de calor previsto.

#### 1.1.10.4 Projeto de sistema de esgoto sanitário

O projeto de esgoto sanitário é constituído por peças gráficas, memoriais e especificações técnicas, que determinam a instalação do sistema de coleta, condução e afastamento dos despejos de esgoto sanitário das edificações. Deverão ser projetadas de forma que sejam compatíveis com o projeto arquitetônico e demais projetos complementares, visando a máxima economia de energia e equipamentos.

##### 1.1.10.4.1 Representação gráfica

Nas seguintes peças gráficas devem ser incluídos detalhamentos específicos de caixas de inspeção, caixas de passagem, caixa de gordura e caixa separadora de óleo (se for o caso), caixa coletora, eventuais ligações em instalações prediais já existentes ou a qualquer outro elemento previsto em projeto:

- Planta de situação no nível da via pública, em escala adequada, contendo as seguintes indicações: localização de todas as canalizações externas, redes existentes da concessionária e outros pontos que sejam importantes para a implantação do projeto. Ela precisa mostrar a direção do Norte Verdadeiro, constando nela uma legenda indicativa, de forma que seja possível identificar a função de cada tubulação, ou seja, se se trata de coletor externo, se de coletor predial etc., especificando o diâmetro, comprimento e inclinação da canalização bem como a localização e caracterização do sistema de tratamento, quando for o caso.
- Projeto de implantação da edificação no terreno, em escala adequada, indicando eventuais áreas a serem ampliadas e detalhadas, com a posição das caixas de tratamento, caixas de inspeção etc.
- Planta baixa de cada pavimento (subsolos, térreo, andar-tipo, cobertura, ático etc., na escala 1:50, contendo a indicação das canalizações quanto ao material, diâmetro e elevação, com o posicionamento preciso dos aparelhos sanitários, ralos e caixas sifonadas, peças e caixas de inspeção, tubos de ventilação, caixas coletoras, eventuais caixas separadoras e instalações de conjunto motobomba, quando houver.
- Desenhos das instalações de esgoto sanitário referente à rede geral, com indicação do diâmetro de tubos, ramais, coletores e subcoletores.
- Detalhamento em planta dos conjuntos sanitários (banheiros, cozinhas, lavanderias) e/ou outros ambientes com despejo de água, indicando diâmetro das tubulações, posição do ralo sifonado, posição do ramal de ventilação, da coluna de ventilação e do tubo de queda.

- É necessário indicar o tipo de descarga do vaso sanitário (válvula fluxível de descarga, caixa de descarga ou caixa acoplada).
- Esquema vertical sempre que a edificação tiver mais de um pavimento.
- No caso de haver sobreposição de tubulações embutidas em parede, tem de ser indicada a sua espessura.
- É preciso ser colocado no desenho um resumo da quantidade de peças a serem usadas na execução, de forma a facilitar o manuseio e a leitura do projeto.

#### **1.1.10.4.2 Memorial descritivo**

Junto com o memorial descritivo deve ser elaborada a relação de materiais e equipamentos (inclusive caixas específicas de tratamento), contendo a descrição completa, a quantidade, a unidade de medição e o modelo. O memorial precisa especificar todos os materiais e serviços a serem executados, estipulando as condições mínimas da qualidade, tipo, modelo, características técnicas e sugestões de marcas. As descrições mínimas a serem apresentadas no memorial descritivo são:

- peças sanitárias, como ralos, grelhas, sifões, caixas de inspeção, conexões etc., definindo modelo, tamanho, formato e qualidade;
- determinação do tipo de acionamento da descarga;
- descrição da fixação das peças sanitárias e acessórios;
- especificação do material, da cor e da forma de execução dos tubos de coleta de esgoto;
- definição do material e volume das caixas utilizadas no projeto (caixa de gordura, caixa de inspeção, caixa de ligação, caixa separadora de óleo etc.).

#### **1.1.10.4.3 Memória de cálculo**

A determinação da contribuição dos despejos e o dimensionamento da tubulação trecho por trecho terá de obedecer ao estipulado nas normas da ABNT, levando em consideração o tipo e o número de usuário, e eventuais equipamentos e necessidades de demanda. O cálculo das vazões terá de ser apresentado por meio da contabilização estatística das diversas peças, simultaneidade de utilização e seus respectivos pesos. Devem ser realizados os dimensionamentos dos sistemas de ventilação das canalizações bem como o cálculo das profundidades e declividades. Quando for necessário o uso de conjunto elevatório, é preciso ser apresentado o dimensionamento do sistema de recalque, definição do conjunto motobomba, vazão e altura manométrica. No caso de necessidade de sistema de tratamento de esgoto, é preciso ser apresentado o dimensionamento do sistema de recalque, definição do conjunto motobomba, vazão e altura manométrica. No caso de necessidade de sistema de tratamento de esgoto, precisa ser apresentado o seu dimensionamento e indicada a eficiência na remoção das cargas orgânicas e adequação às condições de lançamento em corpos receptores ou na infiltração no solo.

#### **1.1.10.4.4 Condições gerais para elaboração do projeto de sistema de esgoto sanitário**

Os sistemas prediais de esgoto sanitário devem ser elaborados em consonância com as normas da ABNT. Se houver rede pública de esgotos sanitários em condições de atendimento, as instalações de esgoto das edificações terão obrigatoriamente de ligar-se a ela, respeitando às exigências da concessionária. Em zonas desprovidas de rede pública de esgoto sanitário, os resíduos líquidos, sólidos ou em qualquer estado de agregação da matéria, provenientes de edificações, somente podem ser despejados em águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, após receberem tratamento que proporcione a redução dos

índices poluidores a valores compatíveis com os corpos receptores, respeitada a legislação do meio ambiente. Admite-se o uso de instalações de tratamento constituída por fossa séptica e filtro biológico em zonas desprovidas de rede de esgotos sanitários, desde que estas sejam projetadas e executadas em conformidade com as normas da ABNT e atendam às exigências dos órgãos ambientais. No caso de lançamento do esgoto em sistema receptor que não seja público, por sua inexistência, prever a possibilidade da ligação do coletor ao futuro sistema público. A condução dos esgotos sanitários à rede pública ou ao sistema receptor será feita, sempre que possível, por gravidade. Sempre que puder, têm de ser adotados os seguintes critérios de projeto:

- admitir o rápido escoamento dos despejos;
- facilitar os serviços de desobstrução e limpeza sem que seja necessário danificar ou destruir parte das instalações, alvenaria e/ou estrutura;
- impedir a formação de depósito de gases no interior das canalizações;
- não interligar o sistema de esgoto sanitário com outros sistemas, em especial o de águas pluviais.

As tubulações horizontais não poderão ser embutidas em lajes. Recomenda-se que as canalizações principais sejam aparentes, empregando-se forro falso para escondê-las, de modo a facilitar os serviços de manutenção, excetuando-se as tubulações dos pavimentos em contato direto com o solo. No caso de serem usadas caixas de gordura, estas terão de ser fechadas com tampa removível e dotadas de fecho hídrico, sendo adotadas para esgoto sanitário gorduroso proveniente de pias de cozinha, copa ou refeitório. Os aparelhos sanitários e os ralos não poderão ser conectados diretamente a subcoletores que recebam despejos com detergentes, os quais possuirão ramais independentes, para evitar o retorno de espuma. Sempre que possível, evitar desvios no tubo de queda. No caso em que o desvio for obrigatório, os ramais de descarga de aparelhos não podem ser interligados diretamente a esse desvio, necessitando de uma coluna totalmente separada ou então interligada abaixo do desvio. Os ramais de descarga precisarão ser providos de sifonamento. Os ramais de descarga provenientes de máquina de lavar pratos e máquina de lavar roupa serão projetados em material resistente a altas temperaturas. É vedada a instalação de canalização de esgoto em locais que possam apresentar risco de contaminação da água potável. No caso de serem previstas aberturas em peças embutidas em qualquer elemento estrutural, o projetista da estrutura deve ser consultado para que verifique e ateste se estão conformes, tendo de emitir um aval. Os suportes para tubulações suspensas serão posicionados de modo a não permitir a deformação física delas. O autor do projeto precisará verificar as resistências das canalizações enterradas à exposição de cargas externas eventuais ou permanentes e, se necessário, projetar reforços para garantir que as tubulações não sejam danificadas.

#### **a) Caixa coletora**

As caixas coletoras serão usadas no caso de esgotos que não possam ser escoados por gravidade, devendo ser encaminhados a uma caixa coletora e dela ser bombeados, obedecendo às seguintes condições:

- a caixa coletora será independente da caixa de drenagem de águas pluviais;
- ela possuirá fechamento hermético no caso de localizar-se em ambiente confinado;
- devem ser previstos dois conjuntos motobomba para a mesma caixa coletora, sendo um deles de reserva;
- as bombas terão de ser apropriadas para esgoto, de eixo vertical, submersíveis, providas de válvula de retenção própria para cada unidade e de registros de fechamento e, de preferência, acionadas por motor elétrico;
- o comando das bombas será automático e precisará situar-se dentro do poço, em local em que a contribuição de entrada não cause turbulência no nível da água, o que acarretaria acionamentos indevidos;
- as caixas serão dimensionadas de forma a atender às vazões de contribuições e a vencer os desníveis necessários;

- as caixas coletoras precisarão estar localizadas de preferência em áreas não edificadas.

### **b) Peças de inspeção**

É necessário prever peças adequadas de inspeção das canalizações aparentes ou embutidas, para fins de desobstrução, pelo menos nos seguintes casos:

- nos pés dos tubos de queda;
- nos ramais de esgoto e sub-ramais que estão localizados em trecho reto, com distância máxima de 15 m entre elas;
- antes das mudanças de nível ou de direção, no caso de não haver aparelho sanitário ou outra inspeção a montante com distância adequada;
- se forem utilizadas caixas de inspeção, elas terão de estar localizadas preferencialmente em áreas edificadas.

## **1.1.10.5 Projeto de instalações de drenagem de águas pluviais**

O projeto de instalações de drenagem de águas pluviais é constituído por peças gráficas, memoriais descritivos e especificações técnicas que determinam a instalação do sistema de captação, condução, afastamento e reaproveitamento das águas pluviais de superfície e de infiltração das edificações. Tudo deve ser projetado de forma que seja compatível com o projeto arquitetônico e demais projetos complementares. O projeto obedecerá às normas construtivas da ABNT, da prefeitura do município, do Corpo de Bombeiros, da vigilância sanitária e demais órgãos competentes, quando necessário, principalmente no caso de tratar-se de projetos especiais, como hospitais, laboratórios, clínicas veterinárias etc. Constituirão o projeto de drenagem pluvial:

- águas de chuva provenientes das coberturas, terraços, marquises e outros;
- águas pluviais externas, originárias de áreas impermeáveis descobertas, como vias públicas, pátios, quintais, estacionamentos e outros;
- águas pluviais de infiltração, provenientes de superfícies receptoras permeáveis, como jardins, áreas não pavimentadas e outras.

O projeto terá os seguintes elementos:

- peças gráficas (plantas baixas, detalhamentos etc.);
- memorial descritivo;
- memória de cálculo;
- ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) e demais documentos comprobatórios que venham a ser solicitados.

### **1.1.10.5.1 Representação gráfica**

As peças gráficas devem incluir detalhamentos específicos das caixas de inspeção, bocas de lobo e poços de visita, bem como a eventual ligação de uma nova rede de drenagem a outra já existente. É necessário apresentar os seguintes desenhos:

- Planta de situação no nível da via pública, em escala conveniente, contendo as indicações seguintes: localização de ramais externos, redes existentes da concessionária, posicionamento de todos os elementos de coleta e características das respectivas áreas de contribuição, com dimensões, limites, cotas, inclinação, sentido de escoamento e permeabilidade. Caso haja necessidade, precisa indicar as áreas detalhadas. É necessário mostrar o Norte Verdadeiro e, no caso de reaproveitamento das águas pluviais, o lugar de armazenamento.

- Projeto de implantação da edificação no terreno, em escala adequada, mostrando as áreas a serem ampliadas e detalhadas.
- Legenda adequada, indicando a função de cada tubulação, redes externas, coletores horizontais, coletores verticais etc.
- As caixas de inspeção e coletoras, poços de visita, bocas de lobo, canaletas e outras peças têm de ser detalhadas separadamente, indicando as cotas de fundo e de tampa, cotas dos tubos afluente e efluente.
- Plantas da cobertura e demais pavimentos da edificação em que existirem áreas de contribuição (terraços e marquises), na escala 1:50, contendo a indicação das canalizações quanto a material, diâmetro e declividades, e demais características dos condutores verticais, calhas, rufos e canaletas. É necessário mostrar água furçada, beiral e platibanda.
- Plantas baixas com indicação das prumadas, usualmente na escala 1:50. Esses desenhos devem mostrar as caixas coletoras dos condutores verticais e horizontais, indicando diâmetros, caixas de passagem, cotas e conexões eventualmente necessárias.
- Cortes, na escala 1:50, apresentando o posicionamento dos condutores verticais quando for necessário para melhor elucidação.
- Desenhos, em escalas adequadas, em que constem o posicionamento, dimensões físicas e características das instalações de bombeamento, quando houver, detalhes de drenos, caixas de inspeção, de areia e coletora, canaletas, ralos, suportes, fixações, filtros e demais equipamentos para uso no sistema de captação para reaproveitamento da água e outros.
- Espessura da parede necessária para embutimento da tubulação utilizada para condutor vertical, quando sua bitola ultrapassar o limite usual.
- Detalhamento do projeto de captação para reaproveitamento da água pluvial, em escala adequada, apresentando eventuais tratamentos da água coletada.
- Desenho do esquema geral da instalação.

#### 1.1.10.5.2 Memorial descritivo

Anexo ao memorial descritivo precisa haver a relação de materiais e equipamentos (inclusive caixas específicas de tratamento), contendo a descrição completa, quantidade, unidade de medição e modelo. O memorial tem de especificar todos os materiais e serviços a serem executados, estipulando as condições mínimas da qualidade, tipo, modelo, características técnicas e sugestões de marcas. São as seguintes as descrições mínimas a serem apresentadas no memorial:

- tipos de canalizações e conexões (coletores horizontais e verticais), especificando diâmetro, forma e cuidados de instalação;
- tipos de rufos e calhas, determinando tipo e qualidade dos materiais, forma e cuidados na instalação;
- tipos de ralos, sifonados ou não, informando cuidados de instalação, principalmente em terraços;
- no caso de o sistema de impermeabilização não ser descrito em outro memorial, é necessário que ele seja especificado em item próprio no projeto de coleta de águas pluviais;
- deve-se descrever de forma clara a execução de caixas de inspeção ou coletoras, determinando se são pré-moldadas ou moldadas *in loco*;
- apresentar sistema de reaproveitamento de águas de chuva, detalhando tratamento, formas de coleta e de distribuição.

### 1.1.10.5.3 Memória de cálculo

Os cálculos para o dimensionamento das instalações de drenagem de água pluvial precisam seguir parâmetros em função da área de contribuição e do regime de chuvas, considerando vazão a escoar, intensidade e duração. Têm de ser apresentados todos os cálculos referentes ao dimensionamento das calhas, condutores verticais e horizontais, ramais e suas interligações, poços de visita, caixas de inspeção e de ligação, bocas de lobo, canaletas e outros sistemas necessários para o perfeito escoamento da água das chuvas. Boca de lobo é uma abertura na guia (meio-fio) através da qual é despejada por gravidade a água que corre na sarjeta, que é escoada para a rede de águas pluviais.

### 1.1.10.5.4 Condições gerais para elaboração do projeto de drenagem de águas pluviais

Para elaboração do projeto de drenagem de águas pluviais devem ser realizadas consultas à concessionária, à prefeitura do município ou órgão competente do município sobre a existência de rede pública de drenagem e sua capacidade de escoamento. Sempre que possível, precisam ser adotados os seguintes critérios de projeto:

- Garantir, de forma homogênea, a coleta de águas pluviais, acumuladas ou não, de todas as áreas atingidas pelas chuvas.
- Conduzir as águas coletadas para fora dos limites do imóvel até um sistema público ou sistema de captação de água para o seu reaproveitamento, nos pontos em que não haja exigência de uso de água potável.
- Não interligar o sistema de drenagem das águas pluviais com outros sistemas, como esgoto sanitário, água potável etc.
- Permitir a limpeza e desobstrução de qualquer trecho da instalação por meio de caixas de ligação e poços de visita, sem que seja necessário danificar ou destruir parte das instalações. A partir do limite do terreno, as águas pluviais serão lançadas de acordo com os meios estabelecidos pelo órgão competente, podendo ser:
  - através da descarga no meio-fio da via pública, por tubo ou canaleta instalada sob a calçada;
  - por meio de ligação direta à boca de lobo, bueiro ou poço de visita;
  - pela captação em reservatório próprio para reaproveitamento, em locais que não exijam uso de água potável;
  - em qualquer outro lugar legalmente permitido.

Têm de ser previstos pontos de coleta em todas as partes baixas das superfícies impermeáveis que estejam sujeitas a receber água de chuva. Todas as superfícies impermeáveis horizontais (lajes de cobertura, pátios, quintais e outras) precisam ter declividade que garanta o escoamento das águas de chuva até atingir os pontos de coleta (ralos, caixas coletoras, calhas etc.), evitando o empoçamento. No caso de o projeto arquitetônico prever caimento livre das águas de chuva de coberturas horizontais ou inclinadas sem condutores verticais, deverão ser previstos elementos no piso para impedir empoçamentos e/ou erosão dos locais que circundam a edificação, como receptáculos, canaletas, drenos e outros. Deve-se analisar também se os respingos provenientes dessas coberturas podem causar problemas de umidade na alvenaria de contorno da edificação. Nesse caso, tem de ser previsto também um sistema de impermeabilização da alvenaria ou qualquer outra parte que esteja sujeita a respingos. As edificações situadas nas divisas do terreno ou no alinhamento da via pública necessitam ser providas de calhas e condutores verticais para o escoamento das águas pluviais, no caso de a inclinação da cobertura orientar as águas para essas divisas. Para drenagem de áreas permeáveis, nas quais a infiltração das águas de chuva poderia ser prejudicial à edificação, ou no caso do afastamento das águas superficiais ser acelerado, serão previstos drenos para absorção da água, de tipo e dimensões adequadas, e seu encaminhamento à rede geral ou outros pontos de lançamento

possíveis. Os taludes de corte ou aterro deverão apresentar sistema de proteção à erosão. No caso de existirem áreas de drenagem abaixo do nível da ligação com a rede pública, as águas pluviais nelas acumuladas, provenientes de pátios baixos, rampas de acesso ao subsolo, poços de ventilação e outros, terão de ser encaminhadas a uma ou mais caixas coletoras de águas de chuva, que precisam ser independentes das caixas coletoras de esgoto sanitário e ser providas de instalações de bombeamento, constituídas cada uma de pelo menos duas bombas, sendo uma delas de reserva. Deverão ser especificadas bombas apropriadas para água suja, do tipo vertical ou submersível, providas de válvula de retenção e de registros de fechamento em separado para cada unidade e de preferência com acionamento automático e por motor elétrico. Admite-se o lançamento direto de águas provenientes de extravasores e canalizações de limpeza de reservatórios da água (superior e inferior) à caixa coletora de águas de chuva. A ligação entre a calha e o condutor vertical terá de ser feita por meio de funil especial ou caixa específica para essa finalidade. No caso de a ligação entre a calha e o condutor vertical ser uma peça vertical, é preciso prever a colocação de ralos hemisféricos na extremidade superior do duto vertical. Se a ligação entre a calha e o condutor vertical for do tipo horizontal, é necessário prever uma grelha plana na saída da calha. Na extremidade inferior dos condutores verticais devem ser projetadas caixas de captação visitáveis (caixas de areia). Têm de ser previstas peças de inspeção próximas e a montante das curvas de desvio, inclusive no pé dos condutores verticais, mesmo que haja caixa de captação logo após a curva de saída. Os condutores verticais serão posicionados conforme indicação do projeto arquitetônico, podendo ser aparentes (externamente) ou embutidos na alvenaria. Os condutores horizontais precisam ser projetados de forma que sua declividade mínima esteja de acordo com o estabelecido pelas normas da ABNT. As declividades máximas dos condutores horizontais não poderão ultrapassar valores que causem velocidades excessivas de escoamento, a fim de evitar erosão do tubo. A ligação entre condutores verticais e condutores horizontais aparentes será feita por meio de curva de raio longo e junção de 45°. No caso de serem previstas aberturas ou peças embutidas em qualquer elemento da estrutura, o autor do projeto estrutural deverá ser comunicado para que verifique e dê o aval. O autor do projeto de drenagem e captação de águas pluviais precisará verificar a resistência das canalizações subterrâneas quanto às cargas externas, permanentes e eventuais, a que estarão expostas e, se necessário, projetar reforços para garantir que as tubulações não sejam danificadas. Os suportes para as canalizações suspensas terão de ser posicionados de modo a não permitir sua deformação física.

### **1.1.11 Projeto de ar condicionado**

Projeto de ar condicionado é aquele que determina um sistema mecânico de tratamento do ar interior em um ambiente fechado, que permite mantê-lo em condições controladas de temperatura (aquecimento ou arrefecimento), de umidade relativa, da qualidade (pureza por meio de filtragem) e da velocidade de circulação, de modo a obter-se conforto térmico ambiental.

### **1.1.12 Projeto de prevenção contra incêndio**

Projeto de prevenção contra incêndio é aquele cujo objetivo é criar soluções eficazes tendo em vista a proteção da edificação contra a ocorrência de incêndios, além do combate a um incidente que já ocorre. Ele deve ser elaborado em conformidade com as normas da ABNT e as disposições do Corpo de Bombeiros. Do projeto devem constar: abrigos de hidrantes com as respectivas mangueiras e esguichos; extintores de incêndio; acessórios da casa de bomba; sistema de sinalização e iluminação de emergência; alarme de incêndio e sirenes; sistema de detecção de incêndios; corrimãos, escadas pressurizadas, posicionamento das tubulações; pinturas indicativas em paredes e pisos; sistema de proteção contra descargas atmosféricas;

## 1.1.13 Outros projetos

### 1.1.13.1 Luminotécnica

Luminotécnica é o estudo da aplicação da iluminação artificial em ambientes interiores e em espaços exteriores. Iluminação é o ato ou efeito de espalhar luz sobre um espaço. Denomina-se lâmpada qualquer aparelho que serve para iluminar. Existem variados tipos de lâmpada, tratados na Seção 18.2.3 adiante.

### 1.1.13.2 Som ambiental

Som ambiental é a emissão sonora geralmente executada como música que funciona como discreto complemento a uma ambiência.

### 1.1.13.3 Paisagismo e urbanização

*Paisagismo* é a arte e a técnica de elaborar o projeto, planejamento, gestão e preservação de áreas verdes englobando tudo que interfere na paisagem externa às edificações, incluindo, além da escolha da vegetação que melhor se adapte à arquitetura e a iluminação natural, mais inúmeros elementos construtivos, como piscinas, quadras esportivas, quiosques, churrasqueiras, *playgrounds*, deques, outros pisos, muros etc. *Urbanização* é o conjunto de técnicas e de obras que permite dotar uma área de cidade de condições de infraestrutura, planejamento, organização administrativa e tratamento estético conformes aos princípios da racionalização das aglomerações urbanas que permitem criar condições adequadas de habitação às populações das cidades.

## 1.2 Cadastro nacional de obras (CNO)

### 1.2.1 Introdução

O Cadastro Nacional de Obras (CNO) é um banco de dados que contém informações cadastrais de obras de construção civil e de seus responsáveis, pessoas físicas ou jurídicas. O manual ao aplicativo (digital) CNO tem por objetivo orientar todos os seus usuários quanto ao melhor uso das ferramentas desses aplicativos, de forma prática e objetiva. As funcionalidades estão detalhadas, passo o passo, com uma visão prática e autoexplicativa das ferramentas, auxiliando o usuário a resolver eventuais dúvidas a respeito do preenchimento dos seus campos.

#### 1.2.1.1 Obrigatoriedade de inscrição

Considera-se obra de construção civil: a construção, a demolição, a reforma, a ampliação de edificação ou qualquer outra benfeitoria agregada ao terreno. Estão obrigadas a ser inscritas no CNO todas as obras de construção civil, com exceção das reformas de pequeno valor, sendo responsáveis por seu cadastramento:

- o *proprietário* do imóvel, o dono da obra ou o incorporador imobiliário, pessoa física ou jurídica, inclusive o representante de nome coletivo;
- pessoa jurídica *construtora*, quando contratada para a execução da obra por empreitada total;
- a sociedade *líder* do consórcio, no caso de contrato para a execução da obra de construção civil mediante empreitada total celebrada em nome das empresas consorciadas;

- o *consórcio*, no caso de contrato para a execução da obra de construção civil por meio de empreitada total celebrada em seu nome.

## 1.2.2 Prazo para inscrição

A inscrição de obra de construção civil terá de ser efetuada no prazo de 30 dias, contados do início das suas atividades.

## 1.2.3 Situação cadastral do CNO

A inscrição no CNO é enquadrada, quanto à situação cadastral, como:

- *ativa*, na hipótese de obra regular em pleno desenvolvimento da atividade de construção civil;
- *paralisada*, quando informada a interrupção temporária da atividade pelo responsável;
- *suspensa*, por ato de ofício, quando houver inconsistência cadastral;
- *encerrada*, quando a obra for concluída;
- *nula*, quando:
  - houver sido atribuído mais de um número de inscrição para a mesma obra;
  - for constatada inscrição de obra inexistente;
  - for constatado vício no ato praticado no CNO;
  - for constatada inscrição contrária às disposições legais.

# 1.3 Demolição

## 1.3.1 Definição

Demolição é o ato de destruir de forma deliberada o que estava construído.

## 1.3.2 Métodos de demolição

Vários são os métodos empregados numa obra de demolição:

- manual;
- com martetele pneumático;
- mecanizada;
- por tração;
- com explosivos (explosão e implosão) – menos comum.

### 1.3.2.1 Demolição manual

A demolição manual é feita progressivamente, com o uso de ferramentas portáteis, manuais ou de ar comprimido. O trabalho na demolição manual segue a ordem inversa do processo de construção. Assim, deve-se:

- iniciar a demolição das paredes divisórias e das externas, desde que elas não tenham função estrutural;
- escorar as peças que, ao serem demolidas, possam desabar abruptamente;

- tomar todas as providências necessárias para a demolição de coberturas, escadas, vigas, pilares e muros e realizá-la de acordo com os procedimentos que garantam a segurança dos envolvidos e dos vizinhos;
- sempre que necessário, montar andaimes para trabalhar em altura;
- não trabalhar apoiado em elementos a demolir;
- ter o máximo cuidado com peças em balanço;
- pisar com cuidado, pois existem muitos elementos frágeis que podem romper-se e causar a queda do trabalhador;
- proibir a circulação de pessoas na área do pavimento em que a calha descarrega o entulho da demolição;
- evitar o acúmulo de entulho que possa exercer pressão excessiva sobre pisos e paredes;
- todos os operários têm de usar equipamento de proteção individual (EPI).

### 1.3.2.2 Demolição com marteleto pneumático

- Inicialmente, é preciso verificar se o equipamento está dimensionado adequadamente para o serviço;
- as superfícies de trabalho devem ser suficientemente resistentes ao equipamento a ser utilizado, a fim de evitar desmoronamentos causados pela vibração do marteleto;
- evitar a execução de demolição apoiada em escada; é recomendado montar andaimes;
- revisar frequentemente o estado da mangueira e das uniões do equipamento de ar comprimido;
- quando realizar serviços em bordas de laje, usar cinto de segurança limitador de espaço;
- todos os operários têm de usar equipamento de proteção individual (EPI).

### 1.3.2.3 Demolição mecanizada

- Na demolição mecanizada, a altura da estrutura (alvenaria, concreto etc.) não pode exceder a distância de projeção do material sobre a máquina (em geral, trator);
- a máquina motorizada deve apoiar-se, sempre que possível, em solo firme e nivelado;
- a cabina do operador tem de ficar o mais afastada possível da estrutura a ser demolida;
- é preciso deixar uma faixa livre de pessoas e equipamentos de no mínimo 6 m em torno da máquina em uso na demolição.

### 1.3.2.4 Demolição por tração

- Trata-se de demolição de parte vertical de uma construção (parede, pilar etc.) utilizando um cabo ou cordoalha de aço, que envolve essa parte da construção, e que é tracionado por uma máquina;
- devem ser utilizados somente cabos ou cordoalhas de arame de aço, de diâmetro adequado ao esforço de tração, nunca inferior a 12 mm e livres de qualquer defeito;
- o comprimento do cabo tem de ser maior que duas vezes a altura da estrutura a ser demolida;
- é preciso manter as esteiras ou os pneus do trator paralelos ao cabo de tração;
- deve-se aplicar a força de tração gradualmente;
- o operador do trator precisa estar protegido contra fragmentos projetados e eventual comprimento do cabo;
- é necessário inspecionar o cabo e suas fixações ao mínimo duas vezes ao dia;
- é indispensável proibir o trânsito de pessoas na área de trabalho especialmente onde há possibilidade de projeção do cabo em caso de ele vir a romper-se.

### 1.3.2.5 Demolição com explosivos

A demolição com o uso de explosivos é a menos comum e deve ser feita por empresas altamente especializadas. A demolição chamada *implosão* é uma técnica que utiliza explosivos para destruir uma construção de forma rápida e controlada, ou melhor, trata-se de uma série de explosões sucessivas provocadas de tal modo que o desmoronamento por elas causado tende a concentrar-se numa área central da edificação então destruída. Assim sendo, a implosão é uma explosão controlada, pois a quantidade de explosivos utilizada é feita dentro de estreitos procedimentos da engenharia que asseguram um caráter não catastrófico ao evento e que este seja controlado por meio de detonações sucessivas em tempos programados e ainda que os explosivos sejam localizados em pontos específicos da estrutura da edificação, a fim de enfraquecê-la de tal modo que a gravidade provoque o desabamento da construção.

## 1.3.3 Medidas preventivas básicas

- Verificar diariamente a estabilidade dos vizinhos;
- remover imediatamente o entulho gerado pela demolição;
- não permitir que os escombros da demolição sejam depositados em beirada de laje;
- nunca lançar em queda livre, para o exterior da edificação, qualquer material produzido pela demolição;
- umedecer sempre o material demolido para evitar o desprendimento de poeira;
- as peças de madeira apodrecidas, atacadas por insetos etc. devem ser queimadas, mas nunca no interior do canteiro de obras.

### 1.3.3.1 Engenharia de demolição

Boa parte das empresas demolidoras é constituída por pessoal experiente, mas sem formação técnica acadêmica. Sem deixar de valorizar a experiência que a prática traz, muitas vezes, o conhecimento técnico é fundamental para se fazer uma demolição. Assim, a construtora, mesmo contratando uma demolidora, deverá verificar:

- se a obra a demolir tem estrutura de concreto armado ou de alvenaria;
- se for de alvenaria, qual o plano de desmonte das paredes estruturais;
- se for de concreto, quais as vigas de rigidez da estrutura;
- se a estrutura a demolir fizer parte de estrutura restante de outras edificações (paredes de meação em casas geminadas etc.), quais os reforços a executar e outras obras complementares, tais como vedação etc.

## 1.3.4 Segurança na demolição

O enfoque de segurança nas demolições é muito importante. Trabalhando com mão de obra de características peculiares e executando atividades de difícil programação e rotina, a demolição é um serviço de forte potencial de risco. A construtora, ao contratar a demolição, terá de exigir que a demolidora atenda às normas de proteção ao trabalho, orientando assim a execução.

## 1.3.5 Responsabilidade civil

Independente do contrato entre a construtora e a empresa demolidora, existe a responsabilidade da construtora quanto a danos que a demolidora venha a causar a terceiros (pessoas e coisas), tais como a

edificações, a transeuntes e a empregados da própria demolidora ou da construtora. Assim, a contratação de seguro de responsabilidade civil é uma medida cautelar.

### 1.3.6 Cuidados na obra

Antes de ser iniciada qualquer obra de demolição, as linhas de abastecimento de energia elétrica, água, gás e outros inflamáveis, substâncias tóxicas e as canalizações de esgoto e de escoamento de água pluvial deverão ser desligadas, retiradas, protegidas ou isoladas, respeitando as normas e determinações em vigor. As construções vizinhas à obra de demolição têm de ser examinadas, prévia e periodicamente, para serem preservadas a sua estabilidade e a integridade física de terceiros. Toda demolição será programada e dirigida por responsável técnico legalmente habilitado. Antes de iniciada a demolição, precisam ser removidos os vidros, ripados, estuques e outros elementos frágeis. Antes de iniciada a demolição de um pavimento, deverão ser fechadas todas as aberturas existentes no piso, salvo as que forem utilizadas para escoamento de materiais, ficando proibida a permanência de pessoas no pavimento imediatamente abaixo ou qualquer outro que possa ter sua estabilidade comprometida no processo de demolição.

As escadas terão de ser mantidas desimpedidas e livres para circulação de emergência e somente serão demolidas à medida que forem sendo retirados os materiais dos pavimentos superiores. Na demolição de edificação com mais de dois pavimentos ou de altura equivalente a 6 m e distando menos de 3 m do alinhamento do terreno, terá de ser construída uma galeria de 3 m de altura sobre o passeio. As bordas de cobertura da galeria possuirão tapume fechado com 1 m de altura, no mínimo, com inclinação em relação à horizontal de 45°. Quando a distância da demolição ao alinhamento do terreno for superior a 3 m, será feito um tapume no alinhamento do terreno. A remoção do entulho, por gravidade, terá de ser feita em calhas fechadas, de madeira, metal ou plástico rígido, com inclinação máxima de 45°, fixadas à edificação em todos os pavimentos. Na extremidade de descarga da calha, precisa existir dispositivo de fechamento. Objetos pesados ou volumosos serão removidos mediante o emprego de dispositivos mecânicos, ficando proibido o lançamento em queda livre de qualquer material. Os elementos da edificação em demolição não poderão ser abandonados em posição que torne viável o seu desabamento, provocado por ações eventuais. Os materiais da construção, durante a demolição e remoção, deverão ser previamente umedecidos. As paredes somente poderão ser demolidas antes da estrutura (quando ela for metálica ou de concreto). Durante a execução de serviços de demolição, terão de ser instaladas plataformas especiais de proteção (bandejas salva-vidas) com inclinação de aproximadamente 45° e largura mínima de 2,5 m, em todo o perímetro da obra. As plataformas especiais de proteção serão instaladas, no máximo, dois pavimentos abaixo do que será demolido.

### 1.3.7 Remoção do material

As escadas da edificação devem ser mantidas totalmente desimpedidas e livres para a circulação de emergência e somente poderão ser demolidas à medida que forem sendo retirados os materiais do pavimento superior. Os objetos pesados ou volumosos têm de ser removidos mediante emprego de dispositivos mecânicos, ficando terminantemente proibido o lançamento em queda livre de qualquer material. A remoção dos entulhos por gravidade precisa ser feita em calhas fechadas (dutos) de material resistente, fixadas à edificação em todos os pavimentos, tendo no seu final um trecho com inclinação máxima de 45°. Nesse ponto de descarga da calha é necessário existir dispositivo de fechamento. A calha terá pequena inclinação, porém uniforme, de modo a evitar que, na descida, o material atinja alta velocidade. No despejo do entulho na calha, os operários utilizarão ferramentas adequadas (pás, enxadas etc.). Durante a execução dos serviços de demolição, devem ser instalados no máximo a dois pavimentos abaixo daquele

que será demolido, plataforma de retenção de entulhos (bandejas salva-vidas) com dimensão mínima de 2,50 m e inclinação de 45°, em todo o perímetro da obra.

## 1.4 Limpeza do terreno

Os serviços de roçado e destocamento serão executados de modo a não deixar raízes ou tocos de árvore que possam prejudicar os trabalhos ou a própria obra, podendo ser feitos manual ou mecanicamente. Toda a matéria vegetal resultante do roçado e destocamento bem como todo o entulho depositado no terreno terão de ser removidos do canteiro de obras. O corte de vegetação de porte arbóreo fica subordinado às exigências e às providências seguintes:

- obtenção de licença, em se tratando de árvores com diâmetro de caule (tronco) igual ou superior a 5 cm, medido à altura de 1,3 m acima do terreno circundante;
- em se tratando de vegetação de menor porte, isto é, arvoredos com diâmetro de caule inferior a 5 cm, o pedido de licença poderá ser suprido por comunicação prévia à municipalidade, que procederá à indispensável verificação e fornecerá comprovante.

## 1.5 Serviços preliminares diversos

Além dos serviços citados anteriormente, é necessário levar em consideração gastos com:

- cópias e plotagens;
- despesas legais;
- licenças, taxas, registros;
- seguros;
- assessorias contábil e jurídica;
- laudo de vistoria dos vizinhos.

## 1.6 Meio Ambiente

### 1.6.1 Generalidades

Pode-se definir Meio Ambiente como o conjunto de elementos físico-químicos, ecossistemas naturais e sociais em que se insere o homem, individual e socialmente, em um processo de interação que atenda ao desenvolvimento das atividades humanas, à preservação dos recursos naturais e das características essenciais do entorno dentro de padrões de qualidade definidos. Vê-se claramente que a atenção ao meio ambiente pressupõe também a defesa do desenvolvimento da atividade humana, interagindo de forma harmônica. O desafio da engenharia é a criação e a utilização de boas práticas em projetos que atendam nossas necessidades com o uso responsável e menos perdulário dos recursos naturais.

### 1.6.2 Qualidade do ar

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), sete milhões de pessoas morrem anualmente por causa da poluição do ar, incluindo aqui aqueles que sofrem com a contaminação em ambientes domésticos insalubres. Todos os motores a combustão geram, em maior ou menor quantidade, poluentes de diversos tipos, sendo que os veículos são, de longe, as máquinas mais utilizadas no mundo moderno, principalmente

no meio urbano. Os poluentes emitidos pelos veículos podem ser subdivididos em dois tipos básicos: poluentes globais e poluentes locais. Dentre os globais, destaca-se a emissão de gás carbônico de origem fóssil, que, quando lançado na atmosfera, provoca um desequilíbrio que leva à intensificação do efeito estufa. Para minimizar o impacto, é preciso aumentar a eficiência energética dos veículos, com o uso de menos combustível para produzir o mesmo trabalho ou a substituição do combustível fóssil (gasolina, diesel ou gás veicular natural) por um renovável como o etanol ou o biogás. A energia elétrica também vem ganhando espaço. Em relação aos poluentes locais, os principais são os óxidos de nitrogênio e o material particulado (MP), liberados predominantemente pelos veículos a diesel e os compostos orgânicos voláteis, emitidos pelos motores a gasolina e flex. Neste caso, há basicamente duas estratégias de controle de redução das emissões dos veículos novos e a fiscalização do estado de manutenção dos usados. Outra vertente importante para o equacionamento da poluição veicular nos centros urbanos é a substituição de veículos pequenos por sistema de transporte de média e alta capacidade com vistas ao aumento da fluidez de tráfego e da eficiência operacional, com as consequentes reduções do consumo de energia e combustíveis, bem como de emissões.

### **1.6.3 Poluição sonora**

O excesso de ruído produzido pelas atividades humanas nas cidades traz graves prejuízos à saúde, devendo, necessariamente, ser objeto de estudo e controle. Embora seja causa importante de queda na qualidade de vida e saúde geral da população urbana, o controle de ruído e o planejamento do desenvolvimento urbano com este foco é ainda raro e pouco eficiente no Brasil. Há uma demanda de revisões e atualizações da normalização vigente, havendo apenas um dispositivo legal federal que determina as diretrizes de ruído ambiental. No entanto, esta resolução referencia uma norma técnica que não é tecnicamente adequada ao controle de sistemas de transporte (rodovias, ferrovias, aeroportos e outros) e, em sua última revisão, atualmente em elaboração, restringe a sua aplicabilidade a fontes fixas (indústrias e demais atividades). Portanto, há um vazio legal e regulamentar no controle de ruído por sistemas de transporte, justamente a principal fonte sonora nas áreas urbanas. Outro ponto importante é que, independentemente da existência de regulamentação de acústica ambiental, é fundamental que haja um intensivo monitoramento e controle das potenciais fontes sonoras.

## **1.7 Geomática**

Geomática é um campo de atividades que, usando uma abordagem sistemática, integra todos os meios utilizados para a aquisição e gerenciamento de dados espaciais necessários como parte de operações científicas, administrativas, legais e técnicas envolvidas no processo de produção e gerenciamento de informação espacial. O objeto de estudo da Geomática engloba as seguintes ciências e técnicas: geodésia, topografia, cartografia, hidrologia, fotogrametria, sensoriamento remoto, desenho assistido por computador (CAD) e sistemas de informações geográficas. Resumindo, Geomática é o ramo da informática que integra todos os meios utilizados para aquisição e gestão de dados espaciais, por meio do uso de tecnologia de informação.

## **1.8 Áreas contaminadas**

Trata-se da contaminação no solo ou em água subterrânea onde anteriormente foram desenvolvidas atividades potencialmente poluidoras. Para tanto, devem ser pesquisados procedimentos para reutilizar a

área no âmbito da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a qual responderá basicamente às seguintes indagações: a área está contaminada? Há risco para o uso e a ocupação? Há necessidade de intervenção para a sua reutilização na construção de edifícios? Assim sendo:

- Como uma área se torna contaminada: os poluentes ou contaminantes presentes nessa área podem ser propagados para a água superficial ou subterrânea pelo solo superficial ou subsuperficial e pelo ar, alterando a qualidade ambiental do imóvel ou do seu entorno.
- Quando a área contaminada é um problema: quando os contaminantes estão próximos a edifícios e pessoas ou perto de corpos de água e *habitats* importantes.
- As atividades que podem causar a contaminação de uma área são: produção, armazenamento e uso de derivados do petróleo (postos de serviço etc); fabricação de equipamentos com manejo inadequado de produtos químicos perigosos; produção de gás e carvão; armazenamento, tratamento e disposição de substâncias no solo; tratamento de madeira; e agricultura e pecuária. Portanto, a presença de áreas contaminadas não se limita aos locais onde funcionaram fábricas nas grandes cidades: a maioria das áreas é de pequenas propriedades, como postos de gasolina, oficinas mecânicas e tinturarias;
- As áreas contaminadas devem ser atrativas para a construção de edifícios e também para o desenvolvimento do meio ambiente, uma vez que promovem a reutilização ambiental do terreno assim como o crescimento urbano sustentável. Os principais grupos de contaminantes constatados no estado de São Paulo são: solventes aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos); combustíveis automotivos; hidrocarbonetos policíclicos aromáticos; metais; hidrocarbonetos totais de petróleo; e solventes halogenados.

Resumindo, um empreendimento imobiliário, além de analisar a viabilidade econômico-financeiro no lançamento de vendas do imóvel, tem de avaliar a contaminação do terreno.

**Esta publicação tem como objetivo auxiliar o construtor a alcançar em suas obras a qualidade total, exigência que vem crescendo em função da competitividade do mercado imobiliário, do controle de desperdícios – antes mascarados pela inflação – e do recente e severo Código de Defesa do Consumidor. Destina-se a estudantes de Engenharia Civil, Arquitetura e escolas técnicas, bem como a profissionais nos primeiros anos de suas atividades.**

**O trabalho abrange todas as áreas da construção de prédios de médio porte, desde o levantamento topográfico do terreno até a gestão da manutenção da edificação. As informações expostas constam do Manual de Normas Recomendadas para o Canteiro e Especificação para Obras, da construtora do autor, acrescidas de transcrição de trechos de artigos sobre a técnica de construir, em especial das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).**



**Blucher**



Clique aqui e:

[VEJA NA LOJA](#)

## A técnica de edificar

---

Walid Yazigi

ISBN: 9788521221104

Páginas: 1021

Formato: 21 x 28 cm

Ano de Publicação: 2024

---