

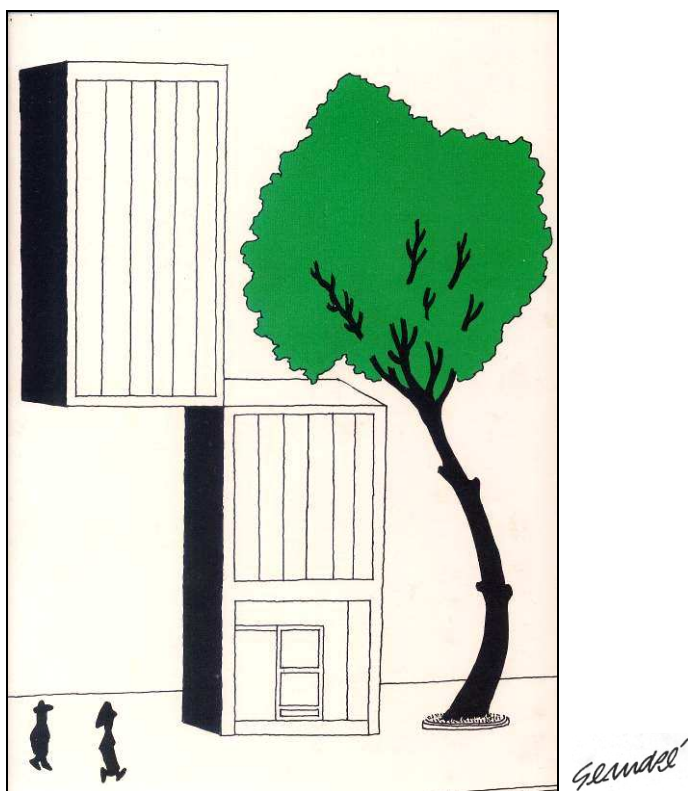


UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Apostila das disciplinas

# CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

## TECNOLOGIA II



Prof. Pedro Kopschitz Xavier Bastos

## 15ª EDIÇÃO

2011

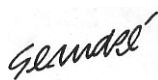
Esta apostila é material didático das disciplinas CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS e TECNOLOGIA II dos cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura e Urbanismo da UFJF e contém um conjunto de informações retiradas, em parte, da bibliografia indicada. Pode ser reproduzida, desde que citado o autor.

Participação na elaboração: Mariana Barros Coutinho - bolsista do curso de Arquitetura e Urbanismo.

Créditos de algumas ilustrações no final da apostila.

Créditos do desenho da capa: Editora Rios Ltda.

Autor do desenho da capa:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Germão', is written over the text 'Autor do desenho da capa:'.

SENHOR BOM E ONIPOTENTE,  
FAZE-ME APRENDER CONTIGO  
A COLOCAR EM TODAS AS COISAS,  
EM MEU TRABALHO, COMO EM MINHA VIDA,  
O NÚMERO, O PESO E A MEDIDA  
QUE LHES DÊM O JUSTO EQUILÍBRIO,  
A BELEZA SÓBRIA  
E A FIRMEZA QUE SUSTENTA A PAZ.  
QUE, AO ERGUER AS GRANDES OBRAS,  
EU PENSE SEMPRE NO HOMEM  
E UM SENTIMENTO DE TERNURA E DE FRATERNIDADE  
TRANSPAREÇA NOS MEUS PLANOS ARROJADOS  
COMO NOS HUMILDES PROJETOS.  
QUE, AO CONSTRUIR A CIDADE DOS HOMENS,  
EU SAIBA COMUNICAR-LHE  
ESSE SUPLEMENTO DE ALMA.  
QUE A POSSA FAZER ALEGREMENTE HABITADA  
PELOS VOSSOS FILHOS, MEU DEUS.  
AMÉM.

Fonte: Mosteiro de Nossa Senhora do Monte – Olinda, PE.

## Bibliografia indicada

- 1) "CADERNO DE ENCARGOS" - Milber F. Guedes - Ed. Pini.
- 2) "COMO EVITAR ERROS NA CONSTRUÇÃO" - E. Ripper - Ed. Pini.
- 3) "CONCRETO – ESTRUTURA, PROPRIEDADES E MATERIAIS" – P. Mehta e P. Monteiro – Ed. Pini.
- 4) "DIREITO DE CONSTRUIR" - Hely Lopes Meireles - Ed. Revista dos Tribunais.
- 5) "LICITAÇÃO E CONTRATO ADMINISTRATIVO" - Hely Lopes Meireles - Ed. Rev. dos Tribunais.
- 6) MANUAL PRÁTICO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO – E. Ripper – Ed Pini
- 7) "MANUAL DE SOBREVIVÊNCIA DO ENG. E ARQ. RECÉM-FORMADOS" - M. Botelho - Ed. Pini.
- 8) "MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO" - Eládio Petrucci - Globo
- 9) "MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO" - L. A. Falcão Bauer - LTC S/A.
- 10) "MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO" - Moema R. Silva - Ed. Pini.
- 11) "ORÇAMENTO E CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL" - Salvador E. Giamusso - Ed. Pini.
- 12) "PRINCÍPIOS DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES" - Alberto Lélío Moreira - Ed. Pini.
- 13) "TABELAS PARA CANTEIROS DE OBRA" - E. Ripper - Ed. Pini.
- 14) "TAREFAS DO ENGENHEIRO NA OBRA" - E. Ripper - Ed. Pini.
- 15) "TECNOLOGIA, GERENCIAMENTO E QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO" – Ercio Thomaz – Ed. Pini
- 16) "TCPO - TABELAS DE COMPOSIÇÃO DE PREÇOS PARA ORÇAMENTOS" - Ed. Pini.
- 17) "TRINCAS EM EDIFÍCIOS" - Ercio Thomaz - Ed. Pini.

### INSTITUTOS, ASSOCIAÇÕES, NORMAS, ARTIGOS TÉCNICOS E SITES DE CONSTRUÇÃO:

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland ([www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br))

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas ([www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br))

ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído ([www.antac.org.br](http://www.antac.org.br))

Capes - [www.capes.gov.br](http://www.capes.gov.br) (link "periódicos" - [www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br))

Comunidade da Construção - [www.comunidadeconstrucao.com.br](http://www.comunidadeconstrucao.com.br)

IBRACON - Instituto Brasileiro de Concreto ([www.ibracon.org.br](http://www.ibracon.org.br))

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo ([www.ipt.br](http://www.ipt.br))

Revistas Ed. Pini ([www.piniweb.com](http://www.piniweb.com)): A CONSTRUÇÃO, AU e TÉCNICA

[www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)

[www.habitare.org.br](http://www.habitare.org.br)

<http://www.antac.org.br/>

## Sumário

<b>Bibliografia indicada .....</b>	<b>3</b>
<b>Sumário .....</b>	<b>4</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>7</b>
<b>Lista de tabelas .....</b>	<b>12</b>
<b>1. NOÇÕES GERAIS .....</b>	<b>17</b>
1.1 - Indústria da construção.....	17
1.2 - Tipos de construção de edificações segundo a natureza do sistema construtivo.....	17
1.3 - Sistema, Método, Processo e Técnica Construtiva.....	17
1.4 - Fases de um empreendimento de construção civil.....	18
1.5 - Subsetor Edificações no Brasil .....	20
1.5.1 - Aspectos gerais:.....	20
1.5.2 - Racionalização da construção.....	20
1.6 - Obra Pública e Obra Particular .....	22
1.6.1 - Contratos .....	24
<b>2. ETAPAS DE OBRA DE EDIFICAÇÃO .....</b>	<b>29</b>
2.1 - Serviços técnicos e administrativos preliminares .....	30
2.2 - Legalização da obra .....	34
2.3 - Limpeza do terreno / Instalações provisórias / Locação da obra .....	35
2.4 - Infra-estrutura .....	43
2.4.1 - Sapatas isoladas.....	43
2.4.2 - Sapata contínua .....	46
2.5 - Supra-estrutura.....	51
2.5.1 - Formas .....	51
2.5.2 - Redes embutidas .....	55
2.5.3 - Armaduras .....	55
2.5.4 - Concretagem .....	55

2.5.5 -	Tópicos sobre preparo e aplicação do concreto.....	59
2.5.6 -	Laje pré-moldada.....	67
<b>2.6 -</b>	<b>Alvenaria.....</b>	<b>68</b>
2.6.1 -	Alvenaria de blocos cerâmicos .....	71
2.6.2 -	Alvenaria estrutural .....	76
<b>2.7 -</b>	<b>Cobertura.....</b>	<b>77</b>
<b>2.8 -</b>	<b>Instalações Hidráulicas / Esgoto Sanitário .....</b>	<b>82</b>
<b>2.9 -</b>	<b>Instalações Elétricas .....</b>	<b>85</b>
<b>2.10 -</b>	<b>Marcenaria.....</b>	<b>91</b>
<b>2.11 -</b>	<b>Esquadrias.....</b>	<b>93</b>
<b>2.12 -</b>	<b>Revestimento de paredes.....</b>	<b>96</b>
2.12.1 -	Argamassa .....	96
2.12.2 -	Azulejo .....	103
<b>2.13 -</b>	<b>Revestimento de pisos .....</b>	<b>105</b>
2.13.1 -	Lastro .....	105
2.13.2 -	Contrapiso e "Cimentado" .....	107
2.13.3 -	Piso cerâmico.....	108
2.13.4 -	Piso de madeira .....	109
<b>2.14 -</b>	<b>Pintura .....</b>	<b>113</b>
2.14.1 -	Tintas .....	113
2.14.2 -	Principais defeitos em serviços de pintura .....	115
<b>3.</b>	<b>PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES .....</b>	<b>118</b>
<b>3.1 -</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>118</b>
<b>3.2 -</b>	<b>Dados da cidade de Juiz de Fora.....</b>	<b>118</b>
<b>3.3 -</b>	<b>Exame do fenômeno patológico.....</b>	<b>121</b>
<b>4.</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO DA OBRA.....</b>	<b>122</b>
<b>4.1 -</b>	<b>Formas de administração da obra .....</b>	<b>122</b>
<b>4.2 -</b>	<b>Procedimentos a serem adotados no canteiro .....</b>	<b>124</b>

4.3 -	Organização do escritório da obra.....	124
<b>5.</b>	<b>PERÍCIAS JUDICIAIS.....</b>	<b>130</b>
5.1 -	Tipos de perícia .....	130
5.2 -	Laudo .....	131
<b>ANEXOS</b>		<b>132</b>
	<b>CRÉDITOS DAS ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>144</b>

## Lista de figuras

Figura 1 – Fases para a licitação de obras públicas. ....	23
Figura 2 – Análises preliminares do terreno. ....	30
Figura 3 - Topografia - definição de perfis do terreno. ....	31
Figura 4 - Sondagem - Ensaio de penetração ou ensaio SPT ( <i>Standard Penetration Test</i> ). ....	32
Figura 5 – Etapas necessárias para a legalização de uma obra. ....	34
Figura 6 – Detalhamento da construção de uma tabeira - uso de pontaletes, tábuas e pregos e identificação dos pilares. ....	37
Figura 7 – Desenho de posicionamento da tabeira. ....	37
Figura 8 – Construção de tabeira em terreno plano. ....	37
Figura 9 – Construção de tabeira em terreno inclinado. ....	38
Figura 10 – Localização do eixo de um pilar no terreno com auxílio de prumo de centro. ....	38
Figura 11 – Layout de canteiro de obra. ....	41
Figura 12 – Execução de sapatas isoladas. ....	44
Figura 13 - Execução de sapatas isoladas – vista superior. ....	45
Figura 14 – Dimensionamento de uma sapata de concreto ciclópico. ....	46
Figura 15 – Cálculo para a largura da sapata. ....	46
Figura 16 – Cargas atuantes na sapata contínua. ....	47
Figura 17 – Relação entre largura e altura da sapata. ....	47
Figura 18 – Largura da sapata (valor de x). ....	49
Figura 19 – Esquema simplificado de uma planta de formas – posicionamento de laje, vigas e pilares. ....	52
Figura 20 – Construção da supra-estrutura – posicionamento das formas dos pilares, das vigas e realização do escoramento. ....	53



Figura 21 – Forma para pilares. ....	54
Figura 22 – Janela intermediária. ....	54
Figura 23 – Nivelamento da forma da laje. ....	56
Figura 24 – Etapas para lançamento de concreto em uma laje. ....	57
Figura 25 – Concentração de armadura: dificuldade de lançamento de concreto no pilar. ....	58
Figura 26 – Prazos necessários para a retirada das faces da fôrma de uma viga. ....	59
Figura 27 – Pilar com broca. ....	59
Figura 28 – Mistura manual de concreto . ....	62
Figura 29 – Mistura de concreto com betoneira. ....	62
Figura 30 – Ensaio de consistência do concreto - Abatimento do tronco de cone. ....	63
Figura 31 – Transporte de concreto em obra. ....	64
Figura 32 - Concreto mal dosado, ou lançado incorretamente ou não adensado suficientemente. ....	65
Figura 33 – Uso de agulha de imersão para o adensamento do concreto fresco. ....	66
Figura 34 – Uso de vibrador de agulha para adensamento de concreto em pilar. ....	67
Figura 35 – Tipos de vigota e lajota para laje pré-moldada. ....	67
Figura 36 – Montagem de uma laje pré-moldada com o auxílio de vigotas do tipo “T” e lajotas. ....	68
Figura 37 - Tipologia de blocos estruturais existentes no mercado. ....	69
Figura 38 – Blocos de concreto para construção civil – grande variedade de tipo e dimensão. ....	69
Figura 39 – Bloco sílico-calcáreo ....	69
Figura 40 – Dimensões de um bloco cerâmico de vedação. ....	70
Figura 41 – Aperto de Alvenaria com tijolo maciço (ENCUNHAMENTO). ....	72
Figura 42 – “Amarração” dos blocos em mudanças de direção das paredes. ....	73

Figura 43 – Execução de vergas de concreto sobre vãos de portas e janelas e de contravergas em vãos de janelas. ....	73
Figura 44 - Nivelamento e alinhamento da primeira fiada de blocos (Desenho: "Parede de vedação em blocos cerâmicos" - publicação IPT).....	74
Figura 45 – Execução das fiadas niveladas no sistema “mata-junta”- juntas verticais desencontradas. ....	74
Figura 46 – Verificação do prumo de paredes. ....	75
Figura 47 – Utilização de bisnaga para o assentamento dos blocos estruturais. ....	76
Figura 48 – Passagem de tubulação elétrica em blocos para alvenaria estrutural.....	76
Figura 49 – Telha Vogatex - pequena espessura, indicada para coberturas mais simples. Exemplos: aviários e depósitos. ....	79
Figura 50 – Telha ondulada – eficiente para residências e galpões.....	79
Figura 51 – Canaleta 90 – Projetos residenciais, industriais e comerciais de grande porte....	79
Figura 52 – Telha modulada – para arquitetura residencial, escolas e clubes. ....	79
Figura 53 – Telha metálica termoisolante.....	80
Figura 54 – Detalhamento de uma tesoura de telhado. ....	81
Figura 55 – Telhado de fibrocimento embutido.....	82
Figura 56 – Dimensões comerciais (mm) para calhas e rufos.....	82
Figura 57 - Ilustração esquemática da tubulação, metais e peças para banheiros. ....	83
Figura 58 – Tubulação distinta para a passagem de água fria e água quente. ....	84
Figura 59 - Planta de instalação elétrica. ....	86
Figura 60 – Eletroduto percorre trechos horizontais embutido na laje de concreto e desce trechos verticais na parede. ....	88
Figura 61 – Tubulação para telefone.....	88
Figura 62 – Detalhamento das instalações elétricas na laje de concreto e na parede – caminho percorrido por eletrodutos embutidos e posicionamento das caixas. ....	89

Figura 63- Sequência de serviços de instalação elétrica em uma obra. ....	90
Figura 64 - Guarnição de madeira para fixação de porta.....	91
Figura 65- Guarnição de madeira - largura de acordo com o acabamento da parede.....	92
Figura 66 – Auxílio de tocos de madeira para a fixação de portas e janelas na alvenaria.....	92
Figura 67 – Fixação de rodapé de madeira com parafuso e bucha.....	93
Figura 68 – Esquadria de alumínio. ....	94
Figura 69 – Sequência de montagem de janelas.....	94
Figura 70 – Medidas a serem adotadas para evitar a infiltração de água em janelas.....	95
Figura 71 – Detalhe de peitorial de janela. ....	95
Figura 72 – Camadas de revestimento para a regularização da superfície das paredes – chapisco, emboço e reboco.....	97
Figura 73 – Técnicas de acabamento de revestimento de argamassa.....	98
Figura 74 – Camada única de argamassa aplicada sobre a alvenaria. ....	99
Figura 75 – Posicionamento de taliscas na parede para aplicação de argamassa.....	100
Figura 76 – Posicionamento de talisca em parede com guarnição de porta.....	100
Figura 77 – Posicionamento de taliscas - verificação do prumo. ....	101
Figura 78 – Técnica para aplicação de argamassa em paredes – auxílio das taliscas e de uma régua de alumínio.....	102
Figura 79 – Assentamento de azulejos.....	104
Figura 80 – Lastro de concreto .....	106
Figura 81 – Espessura ideal para lastro de concreto armado em oficinas, garagens e outros locais com passagem de carros: 12 a 15 cm.....	107
Figura 82 - Execução de revestimento de pisos com argamassa industrializada. ....	109
Figura 83 – Modos de assentamento para pisos de madeira. ....	111
Figura 84 – Revestimento de piso de tábua corrida.....	112

Figura 85 – Detalhe de encaixe de tábua corrida – encaixe tipo macho-e-fêmea. ....	112
Figura 86 – Possível defeito em pisos de madeira. ....	112
Figura 87 – Organização de setores e sub-setores do escritório da obra. ....	125
Figura 88 – Ordem de Serviços - instruções por escrito. ....	129
Figura 89 - Instalações de esgoto sanitário. ....	139
Figura 90 – Instalações hidráulicas/sanitárias - válvula de descarga. ....	140
Figura 91 – Instalações hidráulicas/sanitárias - caixa de descarga embutida. ....	141
Figura 92 – Pia de coluna. ....	142
Figura 93 – Lavatório com bancada. ....	143

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Partes constituintes de um contrato de construção. ....	24
Tabela 2 – Comparações entre um contrato por empreitada e por administração. ....	26
Tabela 3 – Resistência aproximada de cada tipo de solo.....	32
Tabela 4 – Máquinas, equipamentos e ferramentas para a construção de edifícios. ....	42
Tabela 5 – Raios de ação da agulha do vibrador de imersão.....	66
Tabela 6 – Características de blocos para lajes nervuradas, e para alvenaria estrutural ou de vedação.....	69
Tabela 7 – Consumo de unidades de cada tipo de telha por m <sup>2</sup> .....	77
Tabela 8 – Inclinação necessária e peso por m <sup>2</sup> de cada tipo de telha.....	80
Tabela 9 - Dimensões comerciais de peças para tesouras (até 10 m de vão).....	81
Tabela 10 - Principais defeitos em pinturas .....	116
Tabela 11- Pintura- serviços mais comuns .....	116
Tabela 12- Patologias – possíveis causas e origens.....	119

## 1. NOÇÕES GERAIS

### 1.1 - Indústria da construção

Conjunto de atividades que visa a realização de obras de construção de acordo com as necessidades de moradia, trabalho e desenvolvimento do homem, utilizando ou adaptando-se aos recursos naturais e tecnologia.

Classificação:

Obras de edificação, viárias, hidráulicas, sistemas industriais, urbanização, diversas (minas, contenções, etc).

**Edificação:** habitacional, comercial, industrial, cultural e esportiva, estações e terminais, assistência médica e social, outras.

### 1.2 - Tipos de construção de edificações segundo a natureza do sistema construtivo

- **ARTESANAL:** Utiliza métodos e processos empíricos e intuitivos. Comum nas construções rurais, com técnicas e arquitetura nativas.
- **TRADICIONAL:** Impera nas áreas urbanas, utilizando métodos e processos da construção civil normalizada.
- **TRADICIONAL EVOLUÍDA:** Aprimorada pela racionalização, padronização e modulação, com maior grau de normalização.
- **INDUSTRIALIZADA:** Estágio mais avançado da Tradicional Evoluída, caracteriza-se pela montagem de componentes pré-fabricados.

### 1.3 - Sistema, Método, Processo e Técnica Construtiva

- **SISTEMA CONSTRUTIVO:** organização completa de execução de obra, mediante a conjugação de materiais, equipamentos e componentes construtivos.

Ex.: Estrutura de *concreto armado*.

- **MÉTODO CONSTRUTIVO:** Conjunto de preceitos que regula uma série de operações construtivas, efetuadas segundo determinadas normas.

Ex.: Normas da ABNT para cálculo e execução de concreto armado.

- **PROCESSO CONSTRUTIVO:** Sequência de métodos, traduzida em ações no canteiro de obras para a execução de um sistema.

Ex.: Operações básicas para obtenção do concreto – dosagem, mistura, transporte, lançamento, adensamento, cura.

- **TÉCNICA CONSTRUTIVA:** Operações e artifícios usados para possibilitar e facilitar o andamento dos processos construtivos, adaptando-os às condições particulares e locais de cada obra através da adoção de práticas, pequenas máquinas, equipamentos e ferramentas já conhecidas e outras improvisadas durante a construção.

Ex.: Uso de *padiolas* de madeira no preparo do concreto, uso de um determinado sistema de formas.

#### **1.4 - Fases de um empreendimento de construção civil**

- **PLANEJAMENTO:** O QUE fazer, POR QUE fazer, COMO fazer.
- **PRODUÇÃO:** QUANDO fazer, COM QUE fazer.
- **FUNCIONAMENTO:** OPERAÇÃO e USO do produto final.
- **MANUTENÇÃO**

##### **a) PLANEJAMENTO:**

- Definição de objetivos.
- Estudos de viabilidade e desenvolvimento de ante-projeto preliminar, ante-projeto definitivo, projeto definitivo e projeto de execução.
- Estabelecimento das ATIVIDADES necessárias ao empreendimento, bem como sua Sequência e/ou simultaneidade e interdependência, com o auxílio de técnicas de planejamento.

**Projeto Conceitual:** Coleta de informações para avaliação das chances de se alcançar o objetivo definido.

Ex.: Pesquisa de mercado, estudo da legislação - código de obras e lei de uso do solo do município.

**Projeto Básico:**

- Análise de alternativas para o projeto de TAMANHO, LOCALIZAÇÃO, CALENDÁRIO, SISTEMA e MÉTODOS CONSTRUTIVOS.
- Orçamentos.

**Projeto Definitivo ou Projeto de Arquitetura e Engenharia:** Escolha de uma alternativa e seu detalhamento para exame por órgão financiador e pela Administração Municipal.

Ex.: plantas (cortes, fachadas, etc.).

**Projeto de Execução ou Projeto para Construção:** projeto estrutural, projetos de instalações (elétrico, hidráulico, gás, etc.).

**b) PRODUÇÃO:**

- Programação de Execução
- Execução

Programação de Execução:

- Datas dos eventos;
- Previsão das necessidades e distribuição de recursos (financeiros, materiais, mão-de-obra, equipamentos) - cronograma físico/financeiro;
- Plano financeiro (desembolso), plano de compras, plano de abastecimento;
- *Layout* do canteiro de obras - arranjo físico de postos de trabalho, máquinas e equipamentos, depósitos, alojamentos, escritório da obra;
- Detalhamento dos processos construtivos, com projeto de construções auxiliares (técnica construtiva);
- Elaboração de sistemas de CONTROLE.

Execução: construção propriamente dita; andamento dos processos com auxílio da técnica construtiva e apoio de um sistema de SUPRIMENTO.

c) **FUNCIONAMENTO:** uso e obtenção dos benefícios oferecidos pelo produto final pronto – o edifício.



d) **MANUTENÇÃO: preventiva**, com base no Manual do Usuário fornecido pela empresa construtora, e **corretiva**, em caso de patologias não esperadas.

## 1.5 - Subsetor Edificações no Brasil

### 1.5.1 - Aspectos gerais:

- Atraso tecnológico em relação a outros setores industriais;
- Uso intensivo de mão-de-obra, não qualificada e mal remunerada nos canteiros;
- Baixa produtividade na execução dos serviços (desperdício de tempo);
- Alto desperdício de recursos materiais ao longo da produção;
- Baixo nível de organização nos canteiros para condições de trabalho que requerem muita atenção - grandes alturas, cavas profundas, trabalhos em terra e rocha, uso de máquinas, materiais pesados, materiais tóxicos, etc.
- Construções com problemas de funcionamento e falta de manutenção.

Ações para melhoria do subsetor:

- MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA, VIA **RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**;
- INVESTIMENTOS EM TREINAMENTO DA MÃO-DE-OBRA E SEGURANÇA DO TRABALHO;
- IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMA DE **QUALIDADE**.

### 1.5.2 - Racionalização da construção

Definições:

a) RACIONALIZAR - tornar mais eficientes os processos do trabalho industrial ou a organização de empreendimentos, planos, etc.

b) RACIONALIZAÇÃO é luta contra o desperdício. É o emprego de raciocínio analítico e lógico, sem sofrer o impacto emocional, para dispor os elementos necessários à produção de tal forma que se obtenha o mínimo desperdício de tempo, energia, material e oportunidade, a fim de atingir a maior eficiência.

c) RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO é um processo dinâmico que se desenvolve e se aperfeiçoa tendo por objetivo a otimização dos recursos que intervêm na construção em todas as suas fases.

Buscar a RACIONALIZAÇÃO não é querer obter imediatamente a INDUSTRIALIZAÇÃO da construção; não é mudar de sistema construtivo. Racionalizar um sistema tradicional de construção compreende manter sua base produtiva.

A racionalização acontece, principalmente, nas etapas PLANEJAMENTO e PRODUÇÃO.

Vantagens, no Brasil, da racionalização da construção:

- Facilidade de implantação, independentemente do porte das obras e das empresas;
- Adequação à grande disponibilidade de mão-de-obra;
- Não requer grandes investimentos;
- Adequação dos processos construtivos aos recursos disponíveis nos locais de cada obra.

Sugestões de procedimentos a serem adotados no canteiro de obras para aumentar a eficiência dos processos construtivos:

- Definir claramente as ações necessárias para a produção e sua cronologia de execução;
- Quando possível, aumentar o número de repetições de ações idênticas, produzindo o efeito rotina;
- Treinar o operário ou equipe de operários e mantê-los na execução das mesmas tarefas durante o andamento de determinado processo em uma etapa da obra;
- Melhorar a remuneração dos operários, incentivando a produção através de prêmios ou empreitadas;
- Manter acompanhamento permanente dos serviços por engenheiro ou mestre-de-obras, conforme a necessidade;
- Manter a conservação e o desimpedimento das vias internas do canteiro;
- Posicionar as edificações provisórias (depósitos, alojamentos, etc) de maneira a reduzir ao mínimo ou mesmo evitar percursos inúteis dos operários;
- Dimensionar o tamanho dos depósitos, alojamentos, escritórios, etc., de acordo com o porte da obra e número de operários;
- Estocar os materiais, quando possível, próximos aos locais de utilização;
- Manter sempre limpos o canteiro e instalações, com boas condições de higiene;

- Garantir condições satisfatórias de segurança no trabalho;
- Manter, reparar e fazer revisões gerais nos equipamentos, deixando-os sempre em condições de operação;
- Situar os equipamentos de forma a atenderem à obra com o máximo de eficiência.

## **1.6 - Obra Pública e Obra Particular**

### **Obra Pública:**

Toda realização material da área de Engenharia e Arquitetura a cargo das administrações municipal, estadual ou federal, executada diretamente por seus órgãos ou indiretamente por seus contratados.

No ramo de edificações: EDIFÍCIO PÚBLICO - sedes de governo, repartições públicas, escolas, hospitais, etc.

LICITAÇÃO: procedimento seletivo prévio, do qual dependem os contratos da Administração Pública para realização de obras e serviços, compras e alienação de bens. É o procedimento pelo qual se seleciona a proposta mais vantajosa para contrato de interesse da Administração. É o antecedente necessário ao contrato administrativo. As licitações são regidas pela Lei Federal nº 8666, de 21/06/1993. (Figura 1)

Atos para a Administração e os licitantes:

- Edital;
- Exame de documentação e propostas;
- Habilitação dos licitantes;
- Julgamento das propostas;
- Adjudicação ao vencedor;
- Homologação;
- Contratação.

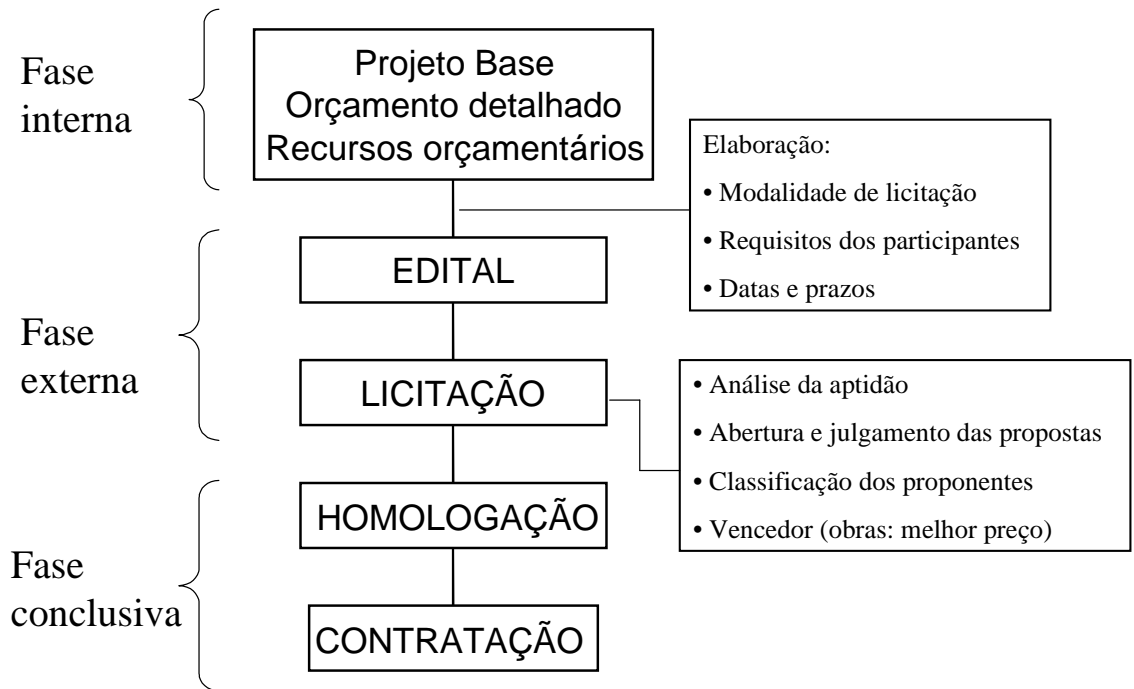


Figura 1 – Fases para a licitação de obras públicas.

Objetos de licitação: obras, serviços, compras, alienações, locações, concessões.

Modalidades de licitação: Concorrência, Tomada de Preços, Convite, Concurso, Leilão.

**Obra Particular:**

Realização material da área de engenharia e arquitetura, livremente tratada entre duas ou mais partes da iniciativa privada.

## 1.6.1 - Contratos

Tabela 1 – Partes constituintes de um contrato de construção.

---

<b>Objeto</b>	Obra material certa e determinada
<b>Executor</b>	Pessoa física ou jurídica habilitada
<b>Beneficiário</b>	Proprietário do terreno, usuário ou outro interessado
<b>Projeto aprovado</b>	Plantas e especificações (obedecendo normas técnicas e legislação)
<b>Condições particulares</b>	Prazo, cronogramas
<b>Preço e forma de pagamento</b>	Moeda (nacional) e datas de acordo com o tipo de contrato

---

Serviços profissionais como projeto, fiscalização e consultoria também podem ser objeto de licitação.

**Especificações:** conjunto de informações técnicas ligadas ao projeto, à execução e ao acabamento de obras, organizado e redigido na etapa de Planejamento do empreendimento.

- Forma: documento escrito (contratual).
- Tipos: para execução de serviços, para materiais e para equipamentos. O conjunto de informações pode ser reunido em um Caderno de Encargos, com nível de detalhes conforme o empreendimento e a natureza da obra.
- Destino: construtor e proprietário.
- Finalidades: guia para orçamentos e propostas em concorrências, documento contratual, diretriz para obras e serviços, fonte permanente de consultas para engenheiros e arquitetos (principalmente em locais de poucos recursos).

**Contrato de construção** é todo ajuste para execução de obra certa e determinada, sob direção e responsabilidade de um construtor, pessoa física ou jurídica legalmente habilitada para construir, que se incumbe dos trabalhos especificados no projeto, mediante condições combinadas com o proprietário. A Tabela 1 apresenta uma relação das principais partes constituintes de um contrato de construção.

Duas modalidades: EMPREITADA e ADMINISTRAÇÃO (Tabela 2)

#### a) **Contrato de Construção por Empreitada**

O **empreiteiro** (CONSTRUTOR - pessoa física ou jurídica legalmente habilitada), com autonomia na condução dos trabalhos, **calcula e assume todos os encargos econômicos do empreendimento**, oferecendo ao contratante um produto de preço fixo (reajustável, em regimes inflacionários). Pode ser contratado somente pela mão-de-obra.

O **proprietário** (contratante) paga um **preço fixo** unitário ou global, previamente combinado entre as partes, para receber a obra pronta de acordo com as condições do contrato (especificações, prazo, condições de pagamento, etc.).

Formas de pagamento:

- PREÇO GLOBAL, podendo o pagamento ser dividido em várias vezes.
- PREÇO UNITÁRIO - pagamento de acordo com medição do que foi executado.
- SÉRIES - preço por partes em que for dividida a obra (fundação, estrutura, etc).

Obrigações das partes:

- EMPREITEIRO - obrigado a cumprir o contrato e executar fielmente o projeto.
- PROPRIETÁRIO - obrigado a pagar ao empreiteiro o combinado e receber a obra concluída, quando estiver de acordo com o projeto e o contrato.

O construtor poderá subempreitar a obra ou parte dela, sem se isentar das responsabilidades contratuais e de encargos legais da profissão. O mesmo princípio vale para projetos estruturais e projetos de instalações mas não vale para projeto arquitetônico.

#### b) **Contrato de Construção por Administração**

É aquele em que o construtor se encarrega da execução de um projeto (obra) mediante **remuneração fixa ou percentual sobre o custo da obra**, correndo por conta do proprietário

todos os encargos financeiros do empreendimento.

O administrador (construtor) é um executor dependente das deliberações do dono da obra no que se refere ao andamento dos serviços, ressalvada a parte técnica, que é sempre de responsabilidade exclusiva de profissionais habilitados.

Os custos são aqueles necessários para se atender ao projeto e suas especificações, sem um preço global inicial fixo. O administrador não se obriga a executar a obra por um preço certo e determinado. O custo deverá estar dentro de certos limites conhecidos e previsíveis no meio técnico e no mercado (custo/m<sup>2</sup> para determinado padrão de acabamento).

Tabela 2 – Comparações entre um contrato por empreitada e por administração.

Contrato por Empreitada	Contrato por Administração
Construtor: calcula o custo da obra e o preço total, incluindo seu lucro, e assume inteira responsabilidade pelos riscos financeiros.  Prévia e detalhada especificação de materiais e serviços no contrato. Modificações: mediante novo orçamento.	Proprietário da obra: assume os encargos financeiros e paga ao construtor o valor correspondente à administração da obra (gerência técnica, administrativa e financeira)  Projeto e acabamentos podem ser alterados durante a obra, obedecendo critérios técnicos.
<b><i>A responsabilidade técnica é sempre do CONSTRUTOR (Engenheiro ou Arquiteto)</i></b>	

## CONTRATO DE CONSTRUÇÃO POR ADMINISTRAÇÃO – Exemplo

CONTRATANTE -

Identificação: nome, estado civil, profissão, endereço, CPF.

CONTRATADO -

Identificação: nome, estado civil, profissão, endereço, CPF.

Pelo presente contrato que entre si fazem o CONTRATANTE e o CONTRATADO acima identificados e qualificados, fica acertada a construção de (identificar a obra: casa ou edifício, endereço, nº do processo de aprovação na prefeitura), de acordo com as seguintes cláusulas:

- 1) Os projetos e especificações da obra são do conhecimento do CONTRATANTE e do CONTRATADO.
- 2) O CONTRATADO deve seguir os projetos e especificações e se obriga a entregar a obra com todas as benfeitorias e instalações necessárias ao seu bom funcionamento. Em caso de modificações, estas deverão ser solicitadas com o máximo de antecedência.
- 3) Cabe ao CONTRATADO, além dos serviços técnicos exclusivos de engenharia, providenciar toda a documentação relacionada à aprovação do projeto pela prefeitura, alvará de licença para construção, folhas de pagamento de pessoal, encargos sociais, Habite-se, enfim: praticar todos os atos administrativos necessários ao empreendimento.
- 4) O custo total da obra será a soma de todas as despesas de qualquer natureza e por qualquer forma reacionadas com a construção, soma esta acrescida da taxa de 20% (vinte por cento) relativa à remuneração do CONTRATADO.
- 5) A remuneração mínima mensal do CONTRATADO fica estipulada em R\$..... (..... reais).
- 6) Será depositada pelo CONTRATANTE, no primeiro dia útil de cada mês, durante a execução da obra, em conta bancária a ser movimentada pelo CONTRATADO, importância a ser estipulada como previsão para pagamento das despesas assumidas ou a assumir para a construção no mês em vigor, ou seja, seguinte a cada depósito. O não cumprimento desta cláusula implicará na rescisão do presente contrato, salvo acordo entre as partes, oportunamente, de acordo com o andamento da obra.
- 7) Será apresentado, pelo CONTRATADO, relatório mensal de despesas efetuadas, com os respectivos comprovantes.
- 8) Em caso de despesas efetuadas pelo CONTRATANTE em favor da obra, os comprovantes deverão ser apresentados ao CONTRATADO até o último dia útil do mês em que tiverem sido efetuadas.
- 9) O CONTRATANTE terá dois dias úteis para analisar o relatório da cláusula 7, prazo após o qual deverá proceder imediatamente ao pagamento da remuneração do CONTRATADO. O atraso neste pagamento implicará na multa de .....
- 10) Toda mão-de-obra, materiais e equipamentos necessários à execução da obra serão contratados,



comprados e/ou alugados em nome do CONTRATANTE e obedecerão a critérios técnicos determinados pelo CONTRATADO.

11) Fica o CONTRATADO autorizado a contratar pessoal e adquirir e/ou alugar equipamentos e materiais de uso corrente na obra (mediante pesquisa de preços e decidindo sempre pelos de qualidade compatível com as especificações do projeto), sem prévia consulta ao CONTRATANTE, a fim de agilizar o empreendimento.

12) O CONTRATADO não poderá subempreitar a obra em seu conjunto, a não ser em partes específicas como instalações elétricas, instalações hidráulicas, cálculo estrutural, etc.

13) O presente contrato é válido por ..... meses, contados a partir da data do primeiro depósito da importância citada na cláusula 6, prazo dentro do qual deverá ser concluída a obra, salvo acordo que possa vir a interessar a ambas as partes contratantes.

14) Previsão de custo: ..... Estimativa segundo valores de mercado, orçamento e custo do metro quadrado de obra de padrão ..... (médio, alto ou baixo) de acabamento. Este valor serve apenas de ordem de grandeza para orientação do CONTRATANTE quanto às despesas da construção dentro do prazo previsto para a execução da obra, podendo sofrer alterações para mais ou para menos, devido a correção monetária e a variações de preços de materiais, mão-de-obra, equipamentos e insumos diversos da construção civil.

15) Elegem as partes o Foro da Comarca de Juiz de Fora para dirimirem quaisquer dúvidas oriundas do presente contrato. E assim lido e achado certo, mandaram imprimir o presente instrumento em três vias de igual teor e forma, que assinam na presença de duas testemunhas, obrigando-se por si e por seus sucessores.

Juiz de Fora, ..... de ..... de .....

\_\_\_\_\_  
CONTRATANTE

\_\_\_\_\_  
CONTRATADO

\_\_\_\_\_  
Testemunha

\_\_\_\_\_  
Testemunha

## **2. ETAPAS DE OBRA DE EDIFICAÇÃO**

- 1 - SERVIÇOS TÉCNICOS E ADMINISTRATIVOS PRELIMINARES
- 2 - LIMPEZA DO TERRENO / INSTALAÇÃO E LOCAÇÃO DA OBRA
- 3 - SERVIÇOS EM TERRA E ROCHA
- 4 - INFRA-ESTRUTURA
- 5 - SUPRA-ESTRUTURA
- 6 - ALVENARIA
- 7 - ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO
- 8 - IMPERMEABILIZAÇÃO
- 9 - COBERTURA
- 10 - ESGOTAMENTO PLUVIAL
- 11 - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
- 12 - ESGOTO SANITÁRIO
- 13 - APARELHOS E METAIS SANITÁRIOS
- 14 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
- 15 - TELEFONE EXTERNO/INTERNO
- 16 - ANTENAS
- 17 - INSTALAÇÕES ESPECIAIS
- 18 - SERRALHERIA
- 19 - MARCENARIA
- 20 - REVESTIMENTO DE PAREDES
- 21 - REVESTIMENTO DE PISOS
- 22 - FERRAGENS
- 23 - VIDROS
- 24 - PINTURA
- 25 - ACABAMENTO
- 26 - PAISAGISMO
- 27 – LIMPEZA

## 2.1 - Serviços técnicos e administrativos preliminares

### a) ESCOLHA DO LOCAL

Inclui análise do **Código de Obras** e **Lei de Uso e Ocupação do Solo** do município, para colher informações sobre as possibilidades de construir determinado tipo de estabelecimento (habitacional, comercial, etc) no local escolhido.

### b) AQUISIÇÃO DO TERRENO

Qualidades que um terreno deve possuir:

- Dimensões de acordo com o que se pretende construir;
- Pouca ou nenhuma exigência de movimento de terra;
- Seco;
- Facilidade de acesso;
- Solo resistente que não exija solução onerosa para as fundações;

Cuidados especiais devem ser tomados com o título de propriedade (*Escritura*, verificada em cartório de Registro Geral de Imóveis) e com as dimensões reais do terreno e de posicionamento de construções vizinhas.

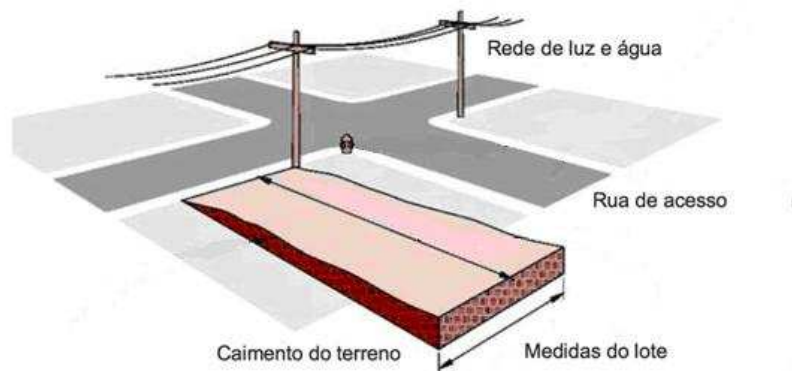
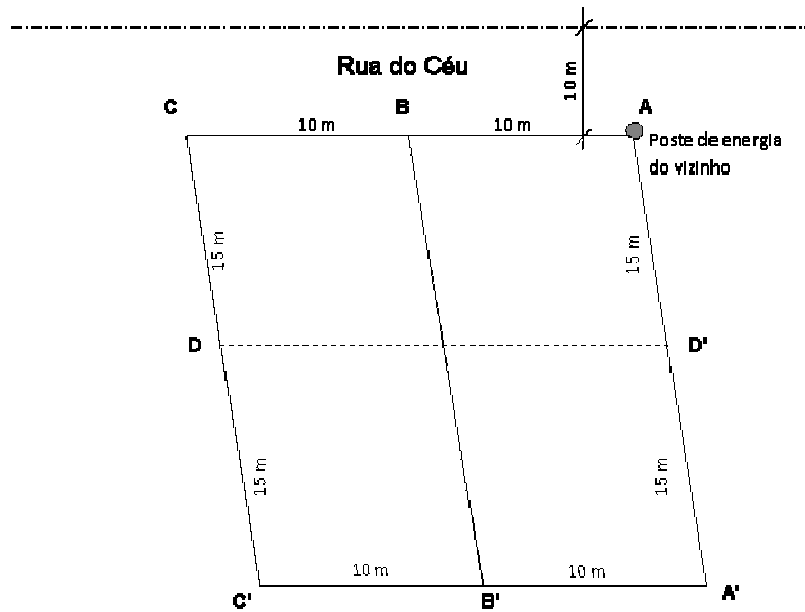


Figura 2 – Análises preliminares do terreno.

c) **SERVIÇO DE TOPOGRAFIA**

Fundamental para a execução do projeto arquitetônico - conhecimento de perfis longitudinais e transversais do terreno - e para realização de movimento de terra, quando necessário.



**Exemplo: Perfil AA'**

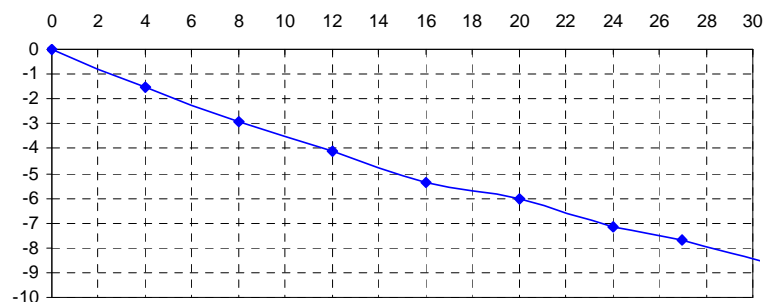


Figura 3 - Topografia - definição de perfis do terreno.

d) **SONDAGEM**

Pesquisa da qualidade e características do solo para conhecer a constituição de suas camadas e respectivas profundidades, com vistas à aplicação e distribuição das cargas do edifício a construir. Comumente entrega-se este serviço a uma empresa especializada e acompanham-se os trabalhos com a orientação de um engenheiro de estruturas. O serviço

constitui-se na perfuração do solo por percussão e circulação de água, com retirada de amostras de solo em uma pequena cápsula metálica. De acordo com a quantidade de golpes necessários para a perfuração, feita com a queda padronizada de um determinado peso sobre uma haste metálica, estima-se a resistência das diferentes camadas de solo naquele local. Esse procedimento está ilustrado na Figura 4.

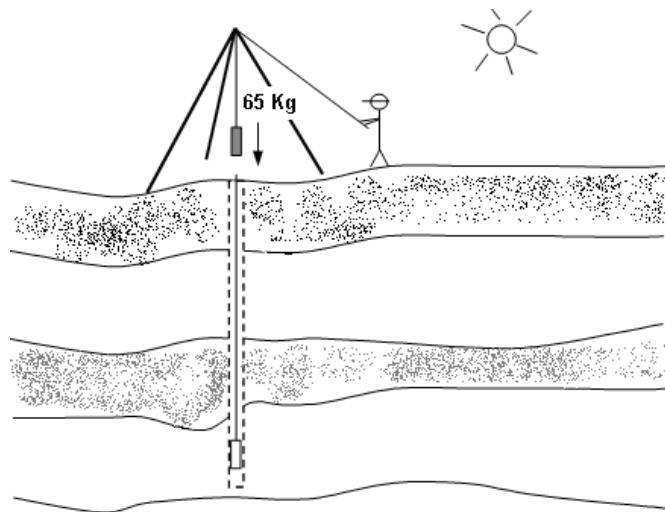


Figura 4 - Sondagem - Ensaio de penetração ou ensaio SPT (*Standard Penetration Test*).

### Número de furos

A NBR 8036/83 - "Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios" - estabelece o número de perfurações a serem feitas, em função do tamanho do edifício, conforme segue:

- no mínimo uma perfuração para cada 200m<sup>2</sup> de área da projeção em planta do edifício, até 1.200m<sup>2</sup> de área;
- entre 1.200 m<sup>2</sup> e 2.400m<sup>2</sup>: fazer uma perfuração para cada 400 m<sup>2</sup> que excederem aos 1.200 m<sup>2</sup> iniciais;
- acima de 2.400m<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 de 2 para a área da projeção em planta do edifício até 200m<sup>2</sup>, e três para área entre 200m<sup>2</sup> e 400m<sup>2</sup>.

Tabela 3 – Resistência aproximada de cada tipo de solo.

NATUREZA DO TERRENO	RESISTÊNCIA APROXIMADA (Kg/cm <sup>2</sup> )
ATERROS DE ENTULHO, VELHOS E CONSOLIDADOS.	0,5
AREIA SEM POSSIBILIDADE DE FUGA, NATURALMENTE ÚMIDA.	1,0 – 1,5
TERRENOS COMUNS BONS, COMO ARGILÓ-ARENOSOS ÚMIDOS.	2,0
TERRENOS ARGILÓ-ARENOSOS SECOS, CASCALHO.	3,5 - 5,0
ROCHAS - MOLES E DURAS	7,0 - 20,0

Fonte: "TABELAS PARA CANTEIROS DE OBRA" - E. Ripper - Ed. Pini.

e) **PROJETOS** - arquitetura, estrutural e instalações (elétrica, hidráulica, esgoto, gás, incêndio, ar condicionado), além de especificações, orçamento e cronogramas.

f) **LEGALIZAÇÃO DA OBRA** – série de providências a serem tomadas antes e durante a construção, junto a órgãos públicos (prefeitura, concessionária de energia elétrica, companhia de água e esgoto, corpo de bombeiros, etc) e CREA. A Figura 5 apresenta as etapas necessárias para esse processo.

## 2.2 - Legalização da obra

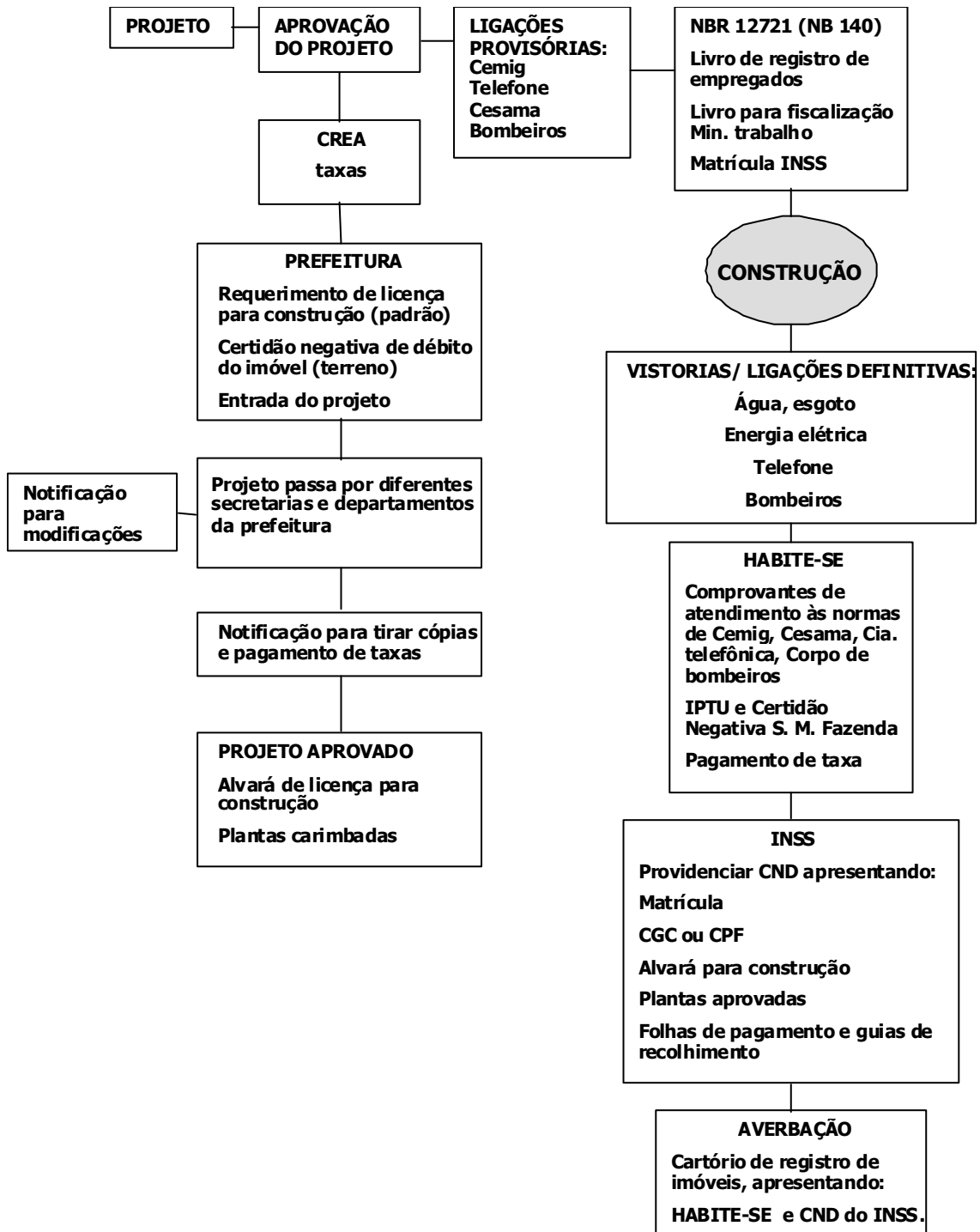


Figura 5 – Etapas necessárias para a legalização de uma obra.

## **NBR 12721/2006 (antiga NB-140): AVALIAÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS E PREPARO DE ORÇAMENTOS DE CONSTRUÇÃO PARA INCORPORAÇÃO DE EDIFÍCIO EM CONDOMÍNIO**

Objetivo: atender ao que foi prescrito à ABNT pela Lei Federal nº 4591 de 16/12/1964 que dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias.

Lei 4591: define responsabilidades dos diversos participantes das incorporações e condições técnicas e econômicas das incorporações.

O incorporador somente poderá negociar sobre unidades autônomas de moradia em condomínio após ter registrado no cartório competente de registro de imóveis:

- Projeto de construção aprovado pelos órgãos competentes;
- Cálculo das áreas das edificações (área global, partes comuns, área por unidade);
- Especificações (acabamento) da obra projetada;
- Avaliação do custo global da obra e do custo de cada unidade.

Para o cumprimento da lei federal, a ABNT, através da NBR 12721/2006, apresenta **oito quadros** para preenchimento pelo incorporador, com o objetivo de fornecer, de forma clara e padronizada, informações a respeito de áreas de construção, especificações e custos.

### **2.3 - Limpeza do terreno / Instalações provisórias / Locação da obra**

#### **a) DEMOLIÇÃO**

Serviço que pode surgir em caso de antigas construções existentes no terreno. Inclui a demolição de fundações, muros divisórios, redes de abastecimento de água e energia elétrica, redes de esgoto, telefone, etc, mais a remoção e transporte de resíduos.

Recomendações gerais:

- **Regularização da demolição** na prefeitura local;
- Cuidados para evitar danos a terceiros - providenciar vistorias nas edificações vizinhas antes de iniciar a demolição;
- Atenção para reaproveitamento dos materiais que saem da demolição, por questões ecológicas e porque podem servir para outra construção (janelas, portas, maçanetas,



pisos, vidros, calhas, etc) ou para as instalações provisórias da nova obra.

**b) LIMPEZA DO TERRENO**

Capina, remoção de mato e casas de cupim, desmonte de rocha, etc. Árvores: obrigatória a obtenção de licença ambiental - IEF - Instituto Estadual de Florestas ou IBAMA.

**Adequar o projeto ao que existe de natural e belo no local da construção.**

**c) LOCAÇÃO DA OBRA**

Consiste em marcar no terreno a exata posição do prédio, transportando as dimensões desenhadas no projeto arquitetônico em escala reduzida para a escala natural 1:1. Marcam-se no terreno as posições das paredes, fundações e pilares, tomando-se por base a planta de locação, o projeto de fundações e o projeto de formas fornecido pelo projetista de estrutura. A Figura 7 corresponde a um exemplo de planta de locação.

**Procedimento:** construir uma "tabeira" (cercado de tábuas em torno da posição da obra no terreno) com o auxílio de um carpinteiro. Ferramentas e equipamentos: nível de mangueira, nível de mão, teodolito, trena, esquadro, metro, martelo. Usar pincel ou caneta para escrever informações na tabeira correspondentes à identificação dos pilares. Na

Figura 6 está o detalhamento do uso de pontaletes e a identificação dos pilares na obra. Figura 8 e Figura 9 mostram como a tabeira é construída em terrenos com diferentes inclinações.

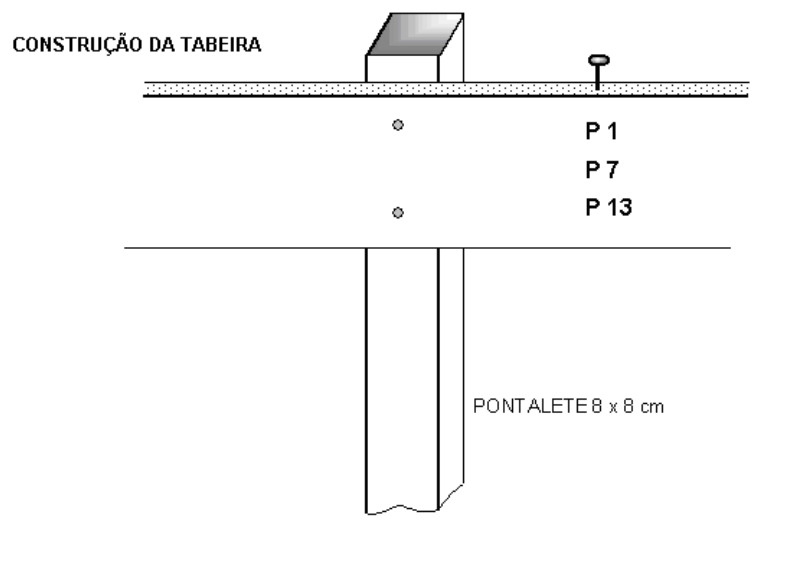


Figura 6 – Detalhamento da construção de uma tabeira - uso de pontaletes, tábuas e pregos e identificação dos pilares.

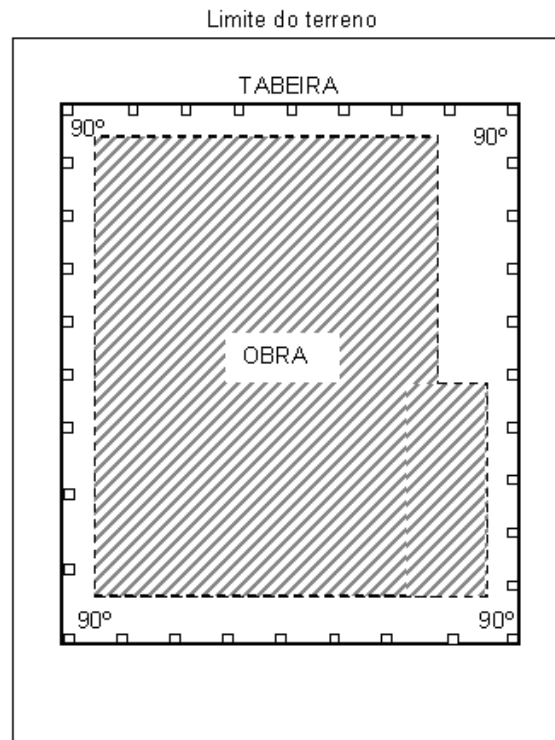


Figura 7 – Desenho de posicionamento da tabeira.

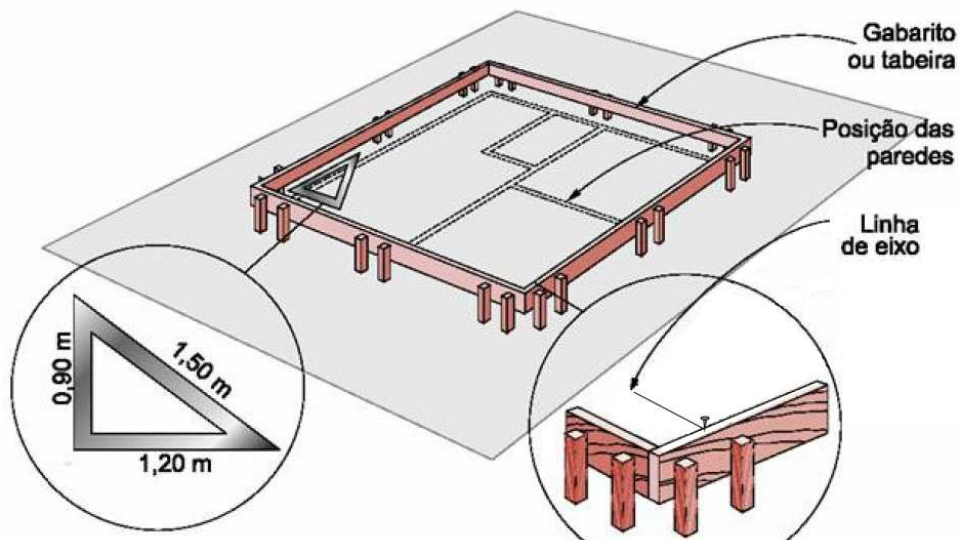


Figura 8 – Construção de tabeira em terreno plano.

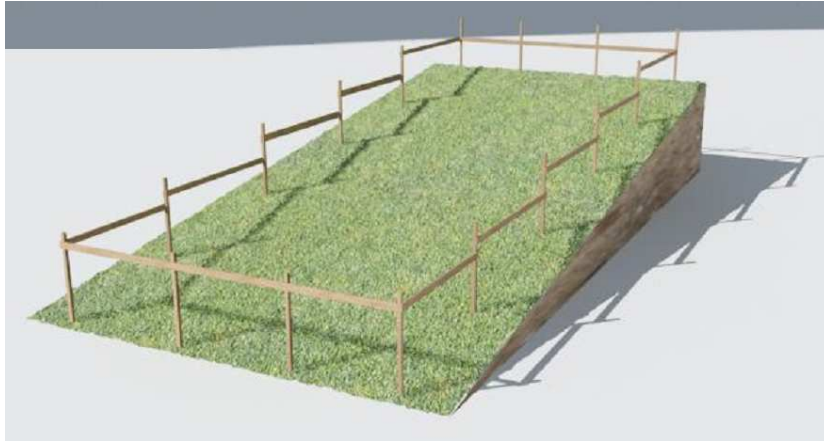


Figura 9 – Construção de tabela em terreno inclinado.

**Como localizar e marcar o eixo de um pilar no terreno:** esticar dois fios de arame perpendiculares correspondentes a um determinado pilar, amarrados nos quatro pregos da tabela. Em seguida, achar a projeção do cruzamento dos dois fios, com a ajuda de um prumo de centro. Posicionar um piquete de madeira no terreno, indicando a posição correta do eixo do pilar e repetir a operação para os diferentes pilares da obra, de acordo com a planta de locação, cada vez que for necessária a abertura de cava de fundação, concretagem da fundação, confecção de formas, etc. (Figura 10)

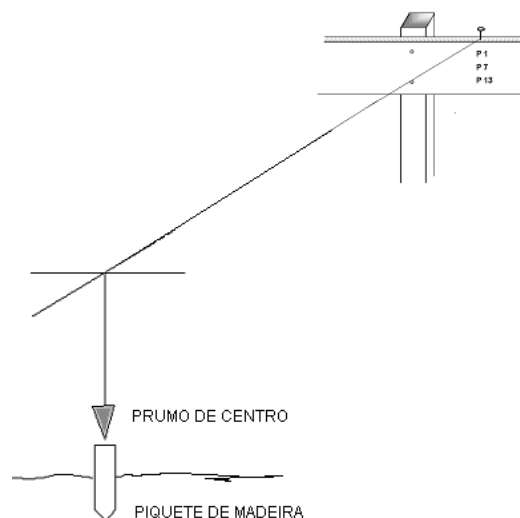


Figura 10 – Localização do eixo de um pilar no terreno com auxílio de prumo de centro.

#### d) INSTALAÇÃO DA OBRA

*Layout* do canteiro é o arranjo físico de homens, máquinas e equipamentos no espaço disponível do canteiro de obras. Muitas partes do canteiro devem obedecer a

prescrições da norma NR-18 do Ministério do trabalho quanto a condições de segurança do trabalho. A Figura 11 apresenta um exemplo de layout para a instalação de canteiros de obra.

- **TAPUME** (cerca da obra) - respeitar o código de obras do município e normas de segurança do trabalho quanto a:
  - Segurança;
  - Altura mínima;
  - Alinhamento do terreno.

O tapume deve ser também durável e de bom aspecto. São muito utilizadas chapas de madeira compensada (espessura 10 mm).

(ver ANEXOS)

- **BARRACÕES:**
  - Devem ser seguros, duráveis, de bom aspecto, ventilados e iluminados;
  - Dimensões conforme o porte da obra, topografia do terreno, quantidade e tipo de produtos a armazenar, número de operários e processos construtivos;
  - Piso cimentado.

Instalações: escritório, almoxarifado, vestiário, sanitários, depósitos (cimento, cal, tintas, etc), local para refeições refeitório e, conforme o porte e localização da obra, alojamentos.

- **EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE VERTICAL E HORIZONTAL :**

Selecionados e dimensionados em função da área do canteiro, do porte da obra, de limitações impostas por construções vizinhas; peso, quantidade e volume dos materiais a transportar (relacionados com os sistemas e métodos construtivos adotados) e prazo de execução da obra, os equipamentos mais comuns são:

- Grua: abrange área de serviço maior, possibilitando transportes vertical e horizontal;
- Torre com guincho para material e pessoal: transporte somente vertical em um ou mais pontos da obra;

- Guincho de coluna: indicado para pequenas obras e pequena altura de transporte (máximo três pavimentos);
- Máquinas automotoras, como empilhadeira;
- Esteira rolante: somente em caso de grandes distâncias (ex: transporte de minerais e agregados).

A Tabela 4 lista equipamentos de transporte, assim como outras máquinas e ferramentas utilizadas em obras.

- **OFICINAS DE ARMAÇÃO E DE FORMAS:**

- Os depósitos de madeira e barras de aço devem estar próximos das bancadas de fabricação de formas e armaduras, e localizados próximos aos equipamentos de transporte vertical. No caso de transporte com grua, sua área de serviço deve abranger esses depósitos.
- Oficina de armação: bancadas de madeira para retificação, corte e dobra das armaduras, com chapas e pinos apropriados; ferramentas e equipamentos elétricos de corte e dobra de armadura.
- Oficina de formas: os equipamentos são dimensionados (tipo e quantidade) em função do volume de serviço e prazos. A instalação básica é composta de mesa com serra circular, mesa com serra de fita e bancada de madeira para confecção das formas.

- **CENTRAL DE CONCRETO / DEPÓSITO DE AGREGADOS :**

A seleção, dimensionamento e localização desses equipamentos e instalações devem considerar além do volume de serviços e dos prazos:

- Área disponível no canteiro;
- Conjugação da capacidade de produção de concreto com a dos equipamentos de transporte;
- Distâncias horizontais e verticais de transporte.

Regra geral: os depósitos de agregados e cimento devem estar localizados próximos à central de produção, onde estão as betoneiras.

Equipamentos mais comuns:

- Betoneira com capacidade de 300 litros – são as mais comuns, mas de capacidade limitada de produção (mistura um traço de concreto de um saco de cimento por vez). Muito usadas em obras menores, como pequenos prédios e residências e para fabricação de argamassa.
- Betoneira com capacidade de 500 litros – maior capacidade de produção, com carregador automático e medidor de água (mistura traço de concreto de dois sacos de cimento por vez).
- **LIGAÇÕES PROVISÓRIAS** de água, energia elétrica, esgoto, telefone:
  - Essas ligações devem obedecer projetos de profissionais especializados, que seguem normas técnicas e prescrições das concessionárias locais.

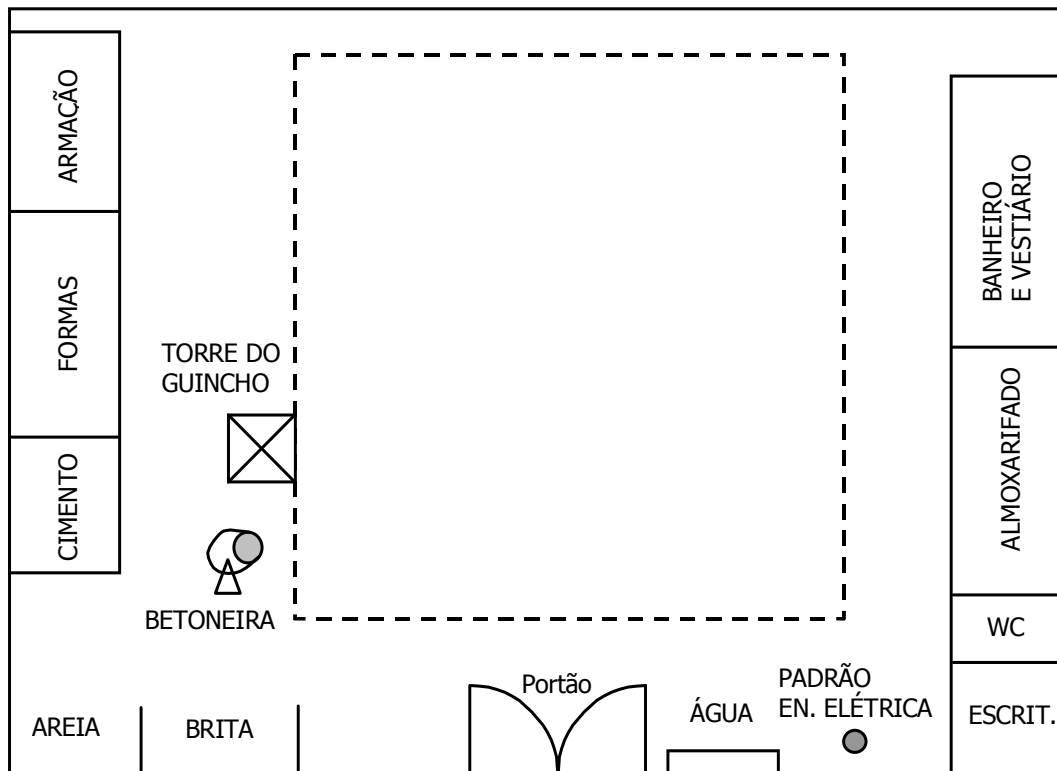


Figura 11 – Layout de canteiro de obra.

Tabela 4 – Máquinas, equipamentos e ferramentas para a construção de edifícios.

### **Máquinas e ferramentas**

Alavanca  
 Alicate  
 Arco de pua  
 Arco de serra  
 Balde de 10 litros para concreto  
 Brocas  
 Brocha  
 Camurça  
 Carrinho para concreto  
 Cavadeira  
 Cavadeira de dois cabos  
 Chave inglesa  
 Chave para dobrar aço  
 Chaves de boca  
 Chaves de fenda  
 Chibanca  
 Colher  
 Corda  
 Corta-cerâmica  
 Desempenadeira de aço dentada  
 Desempenadeira madeira/PVC  
 Discos de serra  
 Enxada  
 Enxadão  
 Enxó  
 Esmeril  
 Espátula  
 Esquadro  
 Fio de extensão  
 Furadeira elétrica  
 Latas 18 litros  
 Linha de pedreiro  
 Máquina para corte de pedras  
 Marreta  
 Marreta 10 Kg  
 Martelo  
 Martelo de borracha  
 Metro

Nível de mangueira  
 Nível de mão  
 Pá  
 Pé de cabra M e G  
 Peneiras  
 Picadeira  
 Picareta  
 Pincel  
 Pino de armador  
 Plaina  
 Ponteiros  
 Prumo de centro  
 Prumo de face  
 Régua de alumínio 2 m  
 Roldana  
 Serrote  
 Talhadeiras  
 Tesoura para corte de aço  
 Torquês  
 Trado manual  
 Trena 5 m, 20 m

### **Segurança**

Botas de couro e borracha  
 Capa de chuva  
 Capacete  
 Cintos  
 Luvas  
 Máscaras de proteção  
 Óculos de proteção  
 Outros

### **Equipamentos**

Andaime suspenso para fachadas  
 Andaimos metálicos (apoio no solo)  
 Betoneira 300 litros ou 500 litros  
 Bomba de sucção de água  
 Compactador de solo ("sapo")  
 Grua  
 Guincho  
 Guincho de coluna  
 Serra de fita  
 Serra de mesa  
 Vibrador com mangotes

### **Diversos**

Escadas de vários tamanhos  
 Mangueira de água  
 Material de escritório  
 Primeiros socorros  
 Quadro de avisos  
 Telefone/Fax/computador

## 2.4 - Infra-estrutura

Parte inferior da estrutura de um edifício que suporta e transmite cargas ao terreno, a infra-estrutura ou FUNDAÇÃO pode ser:

- DIRETA, se o solo firme estiver a pequena profundidade. Ex.: sapatas contínuas, sapatas isoladas, blocos.
- INDIRETA, se o solo firme estiver a profundidade que elimine a execução de fundação direta. Ex.: estacas pré-moldadas, tubulões.

### 2.4.1 - Sapatas isoladas

Passos para execução (Figura 12 e Figura 13):

- Abertura das cavas;
- Esgotamento de água, se for o caso;
- Apiloamento do fundo;
- Lançamento de concreto magro no fundo;
- Posicionamento das formas;
- Posicionamento da armadura do fundo;
- Posicionamento da armadura do pilar - localização do eixo pela tabeira de locação da obra;
- Concretagem;
- Retirada de formas após o endurecimento do concreto;
- Cura do concreto.



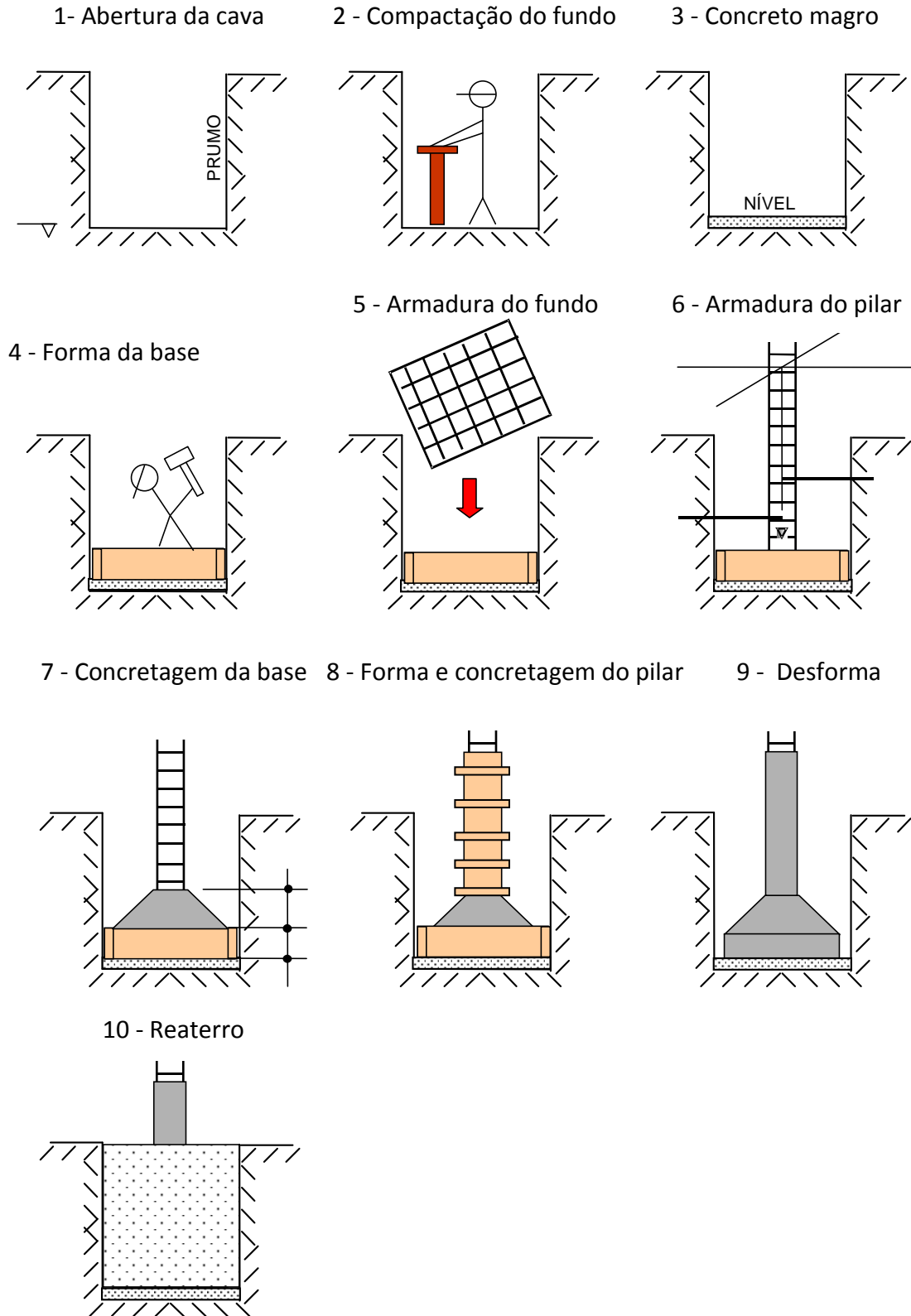


Figura 12 –Execução de sapatas isoladas.

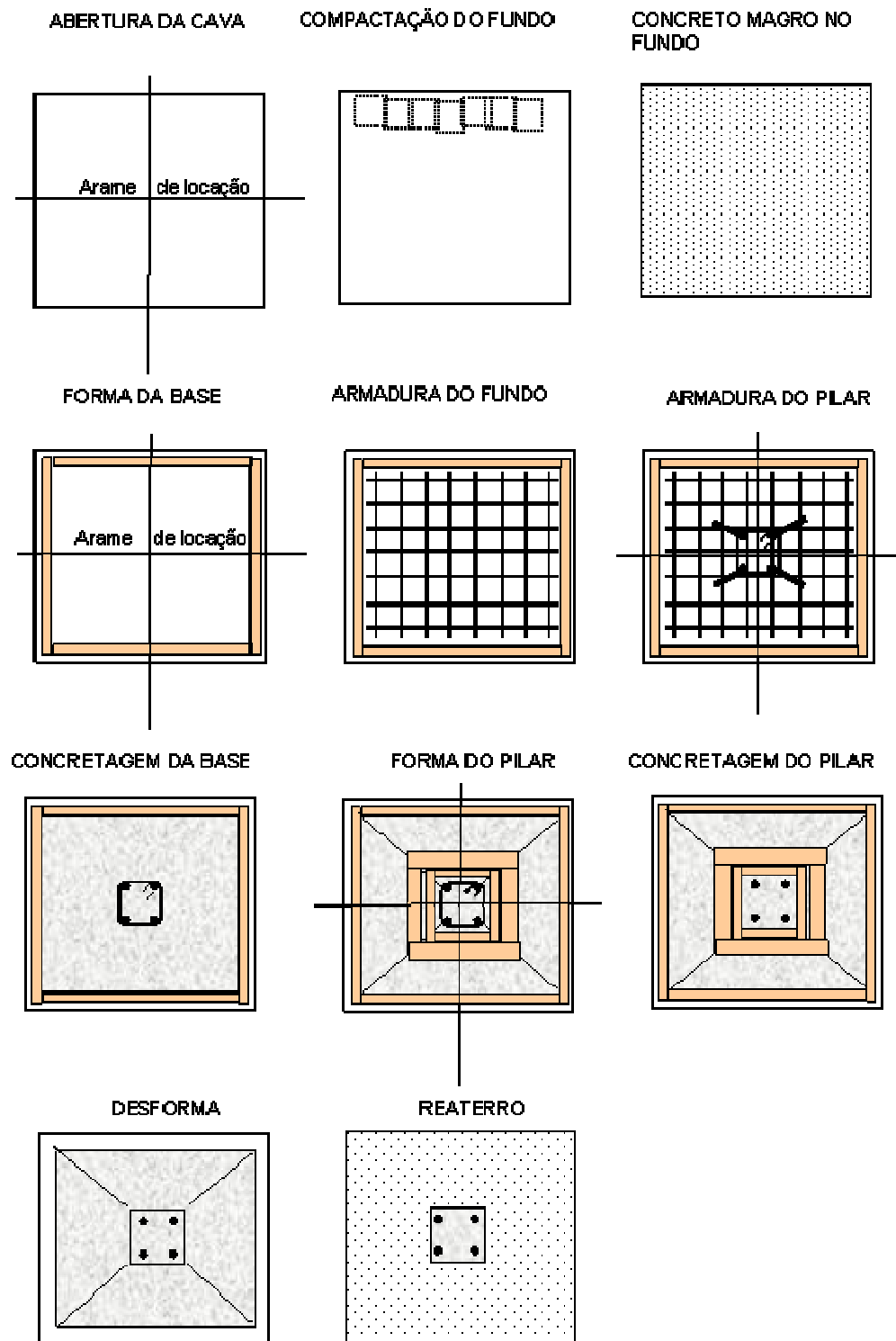


Figura 13 - Execução de sapatas isoladas – vista superior.

2.4.2 - Sapata contínua

Também chamada de "sapata corrida", é um tipo de fundação de fácil execução e de baixo custo, usada em construções baixas. Pode ser executada com concreto ciclópico (concreto com pedra marroada) ou com concreto armado lançado em valas rasas escavadas manualmente no terreno. A execução segue o projeto arquitetônico, de acordo com a direção das paredes da edificação. O dimensionamento da sapata contínua - largura e altura (Figura 14) - é feito conhecendo-se as cargas atuantes nas diferentes seções da construção e da natureza (resistência) do terreno. O cálculo para encontrar a carga atuante na edificação está exemplificado na Figura 15.

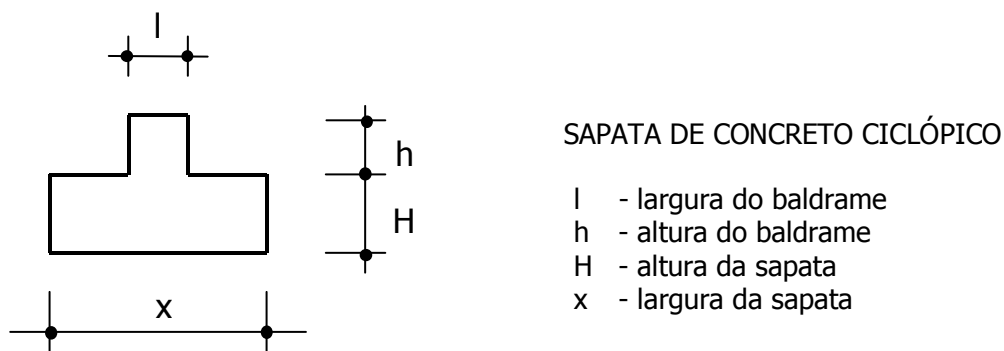


Figura 14 – Dimensionamento de uma sapata de concreto ciclópico.

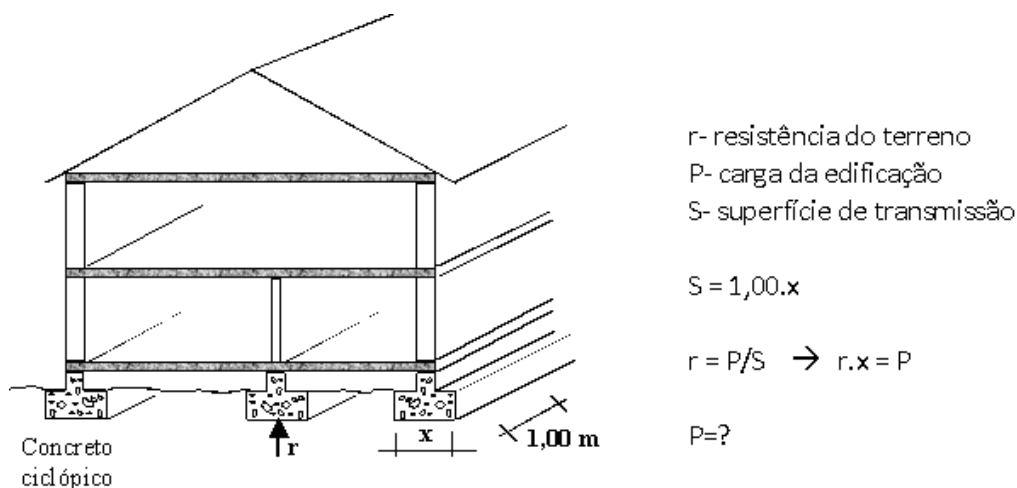


Figura 15 – Cálculo para a largura da sapata.

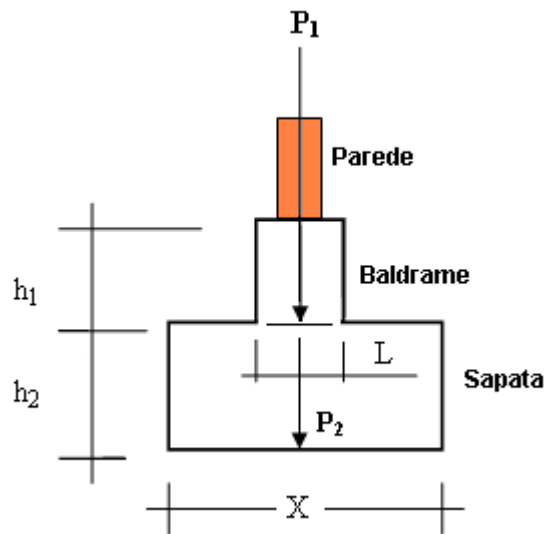


Figura 16 – Cargas atuantes na sapata contínua.

Do projeto arquitetônico:

$h_1$ - altura do baldrame

L- largura do baldrame

$P_1$ - carga da edificação até a base da parede + peso próprio do baldrame

$P_2$ - peso próprio da sapata em função de sua largura

Dimensionar:  $h_2$  (altura da sapata) e  $x$  (largura) - Figura 16 e Figura 17

$P_2 = x \cdot 1,00 \cdot h_2 \cdot \gamma$ ; onde " $\gamma$ " é a densidade (massa específica) do material que compõe a sapata.

Para o concreto ciclópico,  $\gamma = 1800 \text{ kg/m}^3$ .

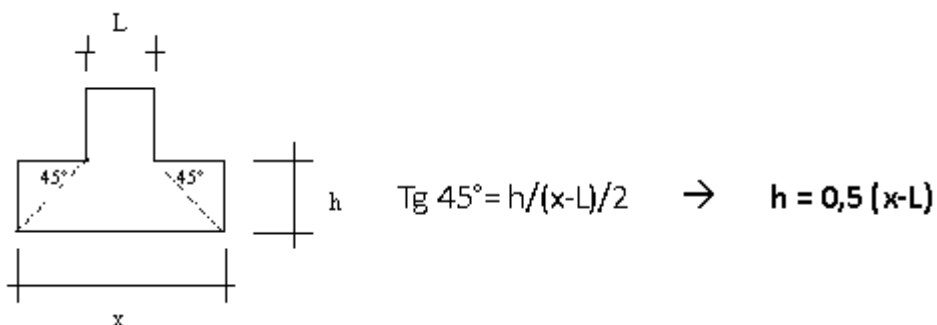


Figura 17 – Relação entre largura e altura da sapata.

### CARGAS ATUANTES NA SAPATA (kg/m)

Supondo uma casa de dois pavimentos (lajes apoiadas sobre paredes):

- Telhado
- Laje de forro \*
- Parede 2º pavimento \*\*
- Laje de piso 2º pavimento\*
- Parede 1º pavimento\*\*
- Laje de piso de 1º pavimento\*
- Baldrame
- Peso próprio da sapata

\* Sabendo-se o peso próprio da laje, o peso do revestimento e a sobrecarga atuante (dependendo da função do cômodo), calcular as reações de apoio em cada bordo das lajes.

\*\* Parede de ½ vez, bloco vazado 10 x 20 x 20 (cm):

$$P_{\text{parede}} = (H_p \cdot 0,10 \cdot 1,00) \cdot \gamma$$

$H_p$  - pé direito

$\gamma$  - peso específico da alvenaria = 1600 kg/m<sup>3</sup>

### PESO PRÓPRIO DA SAPATA:

Para dimensionamento da sapata, adotar inicialmente uma altura (50 cm), calcular seu peso próprio e fazer depois a verificação da altura adotada.

### EXEMPLO 1

Calcular a largura da sapata da figura a seguir (Figura 18), considerando uma carga de edificação de 8000 kg/m (já considerando o peso do baldrame) e um terreno com taxa de resistência igual a 0,9 kg/cm<sup>2</sup>. A sapata será executada em concreto ciclópico, que pesa 1800 kg/m<sup>3</sup>.

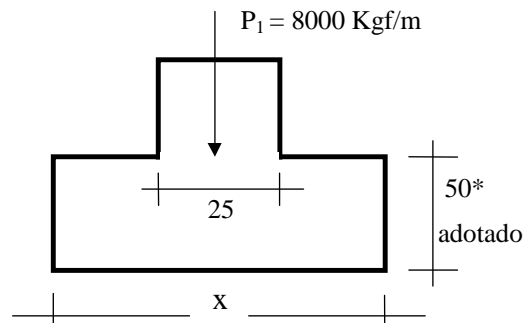


Figura 18 – Largura da sapata (valor de x).

$P_2$  = peso próprio da sapata

$$P_2 = x \cdot 0,50 \cdot 1800 = 900x$$

$$r \cdot x = P_1 + P_2$$

$$9000 \cdot x = 8000 + 900 \cdot x$$

$$8100 \cdot x = 8000$$

$$x = 0,98\text{m}$$

Verificação da Altura:

$$h = 0,5 (0,98 - 0,25)$$

$$h = 0,36\text{ m}$$

EXEMPLO 2

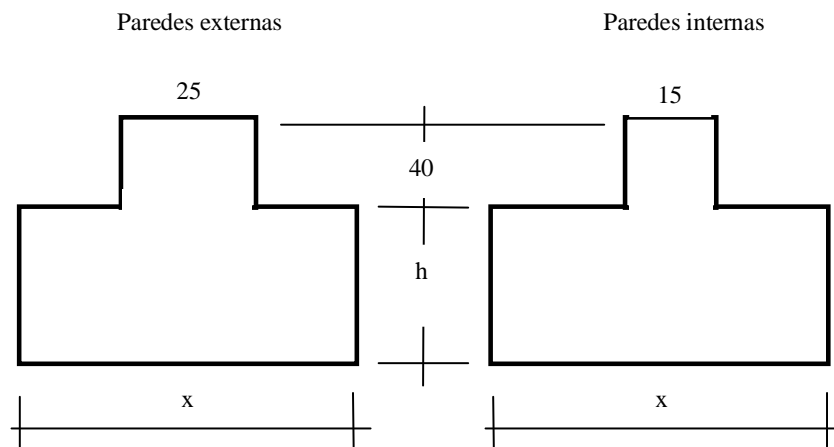
	1408	1450
1256	6020	1749
	5394	3901
497	8004	7059
	6786	4063
1468	Seção A	
	2669	1827
	2669	1892

Seção A:

Cargas em Kg/m

Lajes de forro, 2° piso, 1° piso, telhado	6786
Parede 2° pavimento (3,00.1,00.0,15).1600	720
Parede 1° pavimento (3,00.1,00.0,15).1600	720
Baldrame (0,15.0,40.1,00).1800	108
<b>Total</b>	<b>8334</b>

Do projeto:



Adotar:

- pé-direito dos dois pavimentos = 3,00 m
- espessura das paredes internas = 0,15 m
- espessura das paredes externas = 0,25 m
- $\gamma_{alv} = 1600 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_{concr. \text{ ciclópico}} = 1800 \text{ kg/m}^3$
- $r = 1,2 \text{ kg/cm}^2$

$$P_1 = 8334$$

$$P_2 = 0,50 \cdot x \cdot 1800 = 900x$$

$$r \cdot x = P_1 + P_2$$

$$r \cdot x = 8334 + 900 \cdot x$$

$$12000 \cdot x = 8334 + 900 \cdot x$$

$$x = 8334 / 11100 = 0,75 \text{ m}$$

Verificação da altura:

$$h = 0,5(0,75 - 0,15)$$

$$h = 0,30$$

## 2.5 - Supra-estrutura

Parte superior da estrutura de um edifício que suporta as cargas dos diversos pavimentos e as transmite à infra-estrutura.

Normas da ABNT para projeto e execução de estruturas de concreto armado:

- NBR 6118/2003: "Projeto e execução de obras de concreto armado - Procedimento".
- NBR 12654/92: "Concreto - Controle tecnológico de materiais e componentes - Procedimento".
- NBR 12655/2006: "Concreto – Preparo, controle e recebimento - Procedimentos".

Serviços a executar :

- a) Formas e escoramento - confecção e montagem;
- b) Redes embutidas (água, esgoto, en. elétrica, telefone, etc) - instalação;
- c) Armadura - corte, dobra, montagem e colocação;
- d) Concreto - preparo, aplicação, cura, controle tecnológico;
- e) Retirada e limpeza das formas;
- f) Conserto de falhas e chapisco da estrutura.

### 2.5.1 - Formas

- Consumo: 12 m<sup>2</sup> de madeira por m<sup>3</sup> de concreto, em média. Este número serve apenas para cálculo aproximado de quantidades para orçamento.
- NBR 15696 (2009) – Formas e Escoramentos para Estruturas de Concreto – Projeto, Dimensionamento e Procedimentos Executivos.
- Aspectos importantes:
  - Seguir o **projeto de formas** quanto às dimensões da estrutura;
  - Planta de formas x projeto de formas; (Figura 19)
  - Possibilitar resistência suficiente para a não deformação sob ação de cargas - peso próprio, peso e pressão do concreto fresco, peso das armaduras, cargas acidentais (operários, equipamentos);



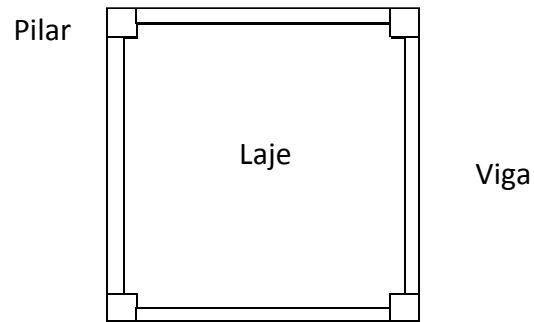


Figura 19 – Esquema simplificado de uma planta de formas – posicionamento de laje, vigas e pilares.

- Proporcionar estanqueidade, não permitindo vazamento de argamassa ou pasta durante as concretagens;
- Montar o sistema de formas de maneira a permitir a fácil desforma, com reaproveitamento máximo dos materiais (painéis de madeira, galgalhos e pregos) - Figura 20.

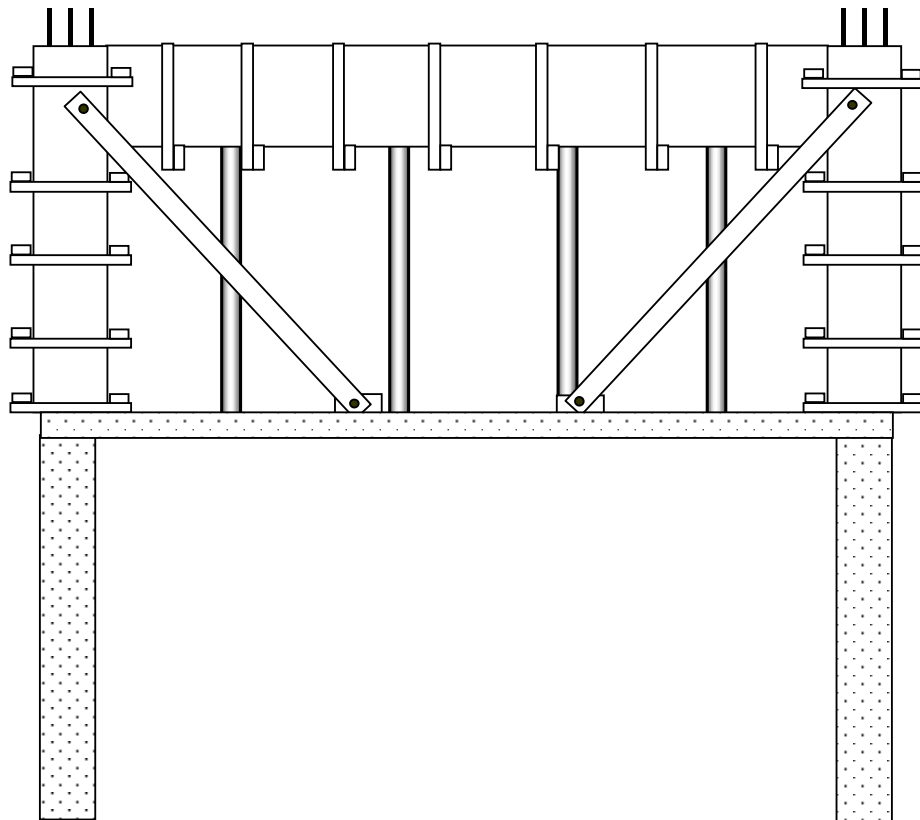
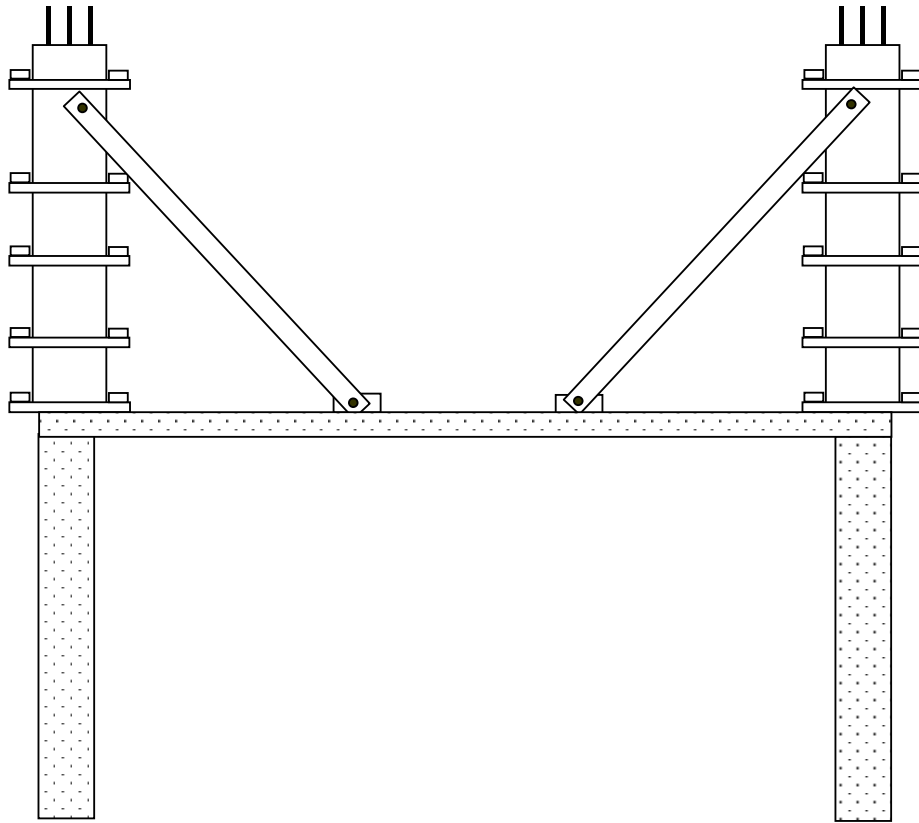


Figura 20 – Construção da supra-estrutura – posicionamento das formas dos pilares, das vigas e realização do escoramento.

Cuidados especiais a serem tomados durante os serviços:

- Fazer limpeza interna das formas antes da concretagem - "janela" na base de pilares, ilustrada na Figura 21;

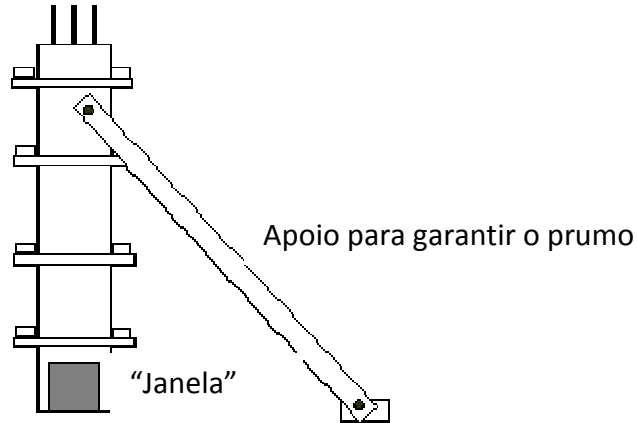


Figura 21 – Forma para pilares.

- Pilares altos (acima de 3,0 metros): "janelas" intermediárias para lançamento do concreto - Figura 22.
- Molhagem antes do lançamento do concreto;
- Escoramento de madeira: atenção com os apoios no terreno, emendas (se necessárias) e escoras maiores que 3,0 m (fazer travamento horizontal);
- Aplicar produto "desmoldante" na madeira para facilitar a desforma.

Considerações gerais:

- As chapas de madeira compensada são as mais usadas, em lugar das tábuas. Apresentam as vantagens de bom reaproveitamento, fácil desforma e menor número de juntas, com menor consumo de pregos. Permitem maior produtividade da mão-de-obra. As chapas de acabamento plastificado são indicadas para concreto aparente. Dimensões mais comuns: 1,10 x 2,20 (m), com 6, 10, 12, 14, 17 e 20 mm de espessura;

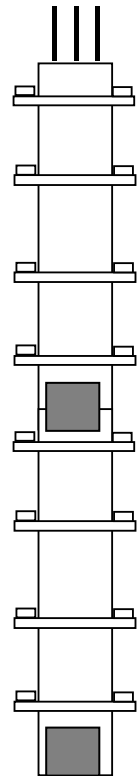


Figura 22 – Janela intermediária.

- Escoramento metálico: possibilita maior produtividade nos serviços, com reaproveitamento total, sem desperdício. As peças são de fácil manuseio, proporcionando rapidez na montagem e desmontagem, com regulagem para o nivelamento preciso dos fundos de vigas e do fundo da laje.
- Formas pré-fabricadas de madeira: maior reaproveitamento e rapidez na execução.

#### 2.5.2 - *Redes embutidas*

Com base nos projetos de instalações elétricas, hidráulicas, telefônicas, de interfone, de antenas de TV/FM, posicionar e prever a passagem de tubulação, pontos de luz e caixas de passagem por vigas, lajes, escadas, etc, antes da concretagem. No caso de estruturas de concreto armado e laje maciça, fazer perfurações nas formas antes da concretagem para passagem da tubulação.

#### 2.5.3 - *Armaduras*

- Consumo: 80 Kg por m<sup>3</sup> de concreto (média). Este número serve apenas para cálculo aproximado de quantidades para orçamento.
- Sequência dos trabalhos:
  - Retificação ou alinhamento - consiste em tornar as barras retas, antes do corte;
  - Corte - feito de acordo com as plantas de projeto estrutural, com o auxílio de serra manual, tesoura ou máquina de corte;
  - Dobra - feita manualmente com o auxílio de pinos fixados em bancada de madeira ou máquina automática;
  - Emendas - por trespasse (mais comum), por solda ou por luvas;
  - Montagem – consiste na colocação da armadura nas formas, de modo a permanecerem na posição correta durante a concretagem, garantindo o cobrimento mínimo prescrito (são usadas "pastilhas" de argamassa ou espaçadores de plástico para essa finalidade).

#### 2.5.4 - *Concretagem*

Sequência dos trabalhos:

- Nivelamento das formas da laje, ilustrada na Figura 23;

- Fechamento das "bocas" na base das formas dos pilares após a limpeza;
- Vedação das juntas das formas, se necessário;
- Umedecimento das formas (jato de mangueira);
- Preparação dos caminhos (tábuas) sobre a laje para transporte de concreto por carrinho ou caçamba, para não haver deslocamento de armaduras e dano na tubulação de eletricidade;
- Montagem de tubulação para bombeamento do concreto, quando for o caso;
- Posicionamento das "mestras" ou "galgas" de controle da espessura das lajes;
- Lançamento do concreto, com adensamento e "desempeno" (regularização da superfície, com o concreto ainda fresco, tornando-a bem acabada e plana) - Figura 24 e Figura 25.

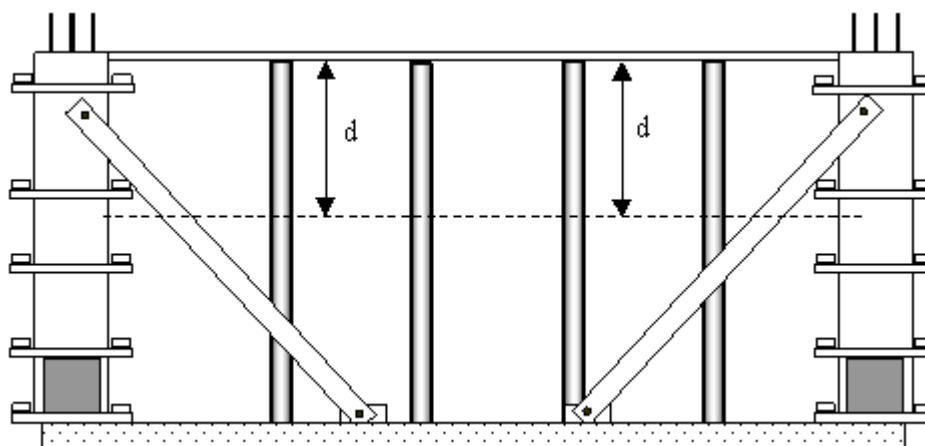


Figura 23 – Nivelamento da forma da laje.

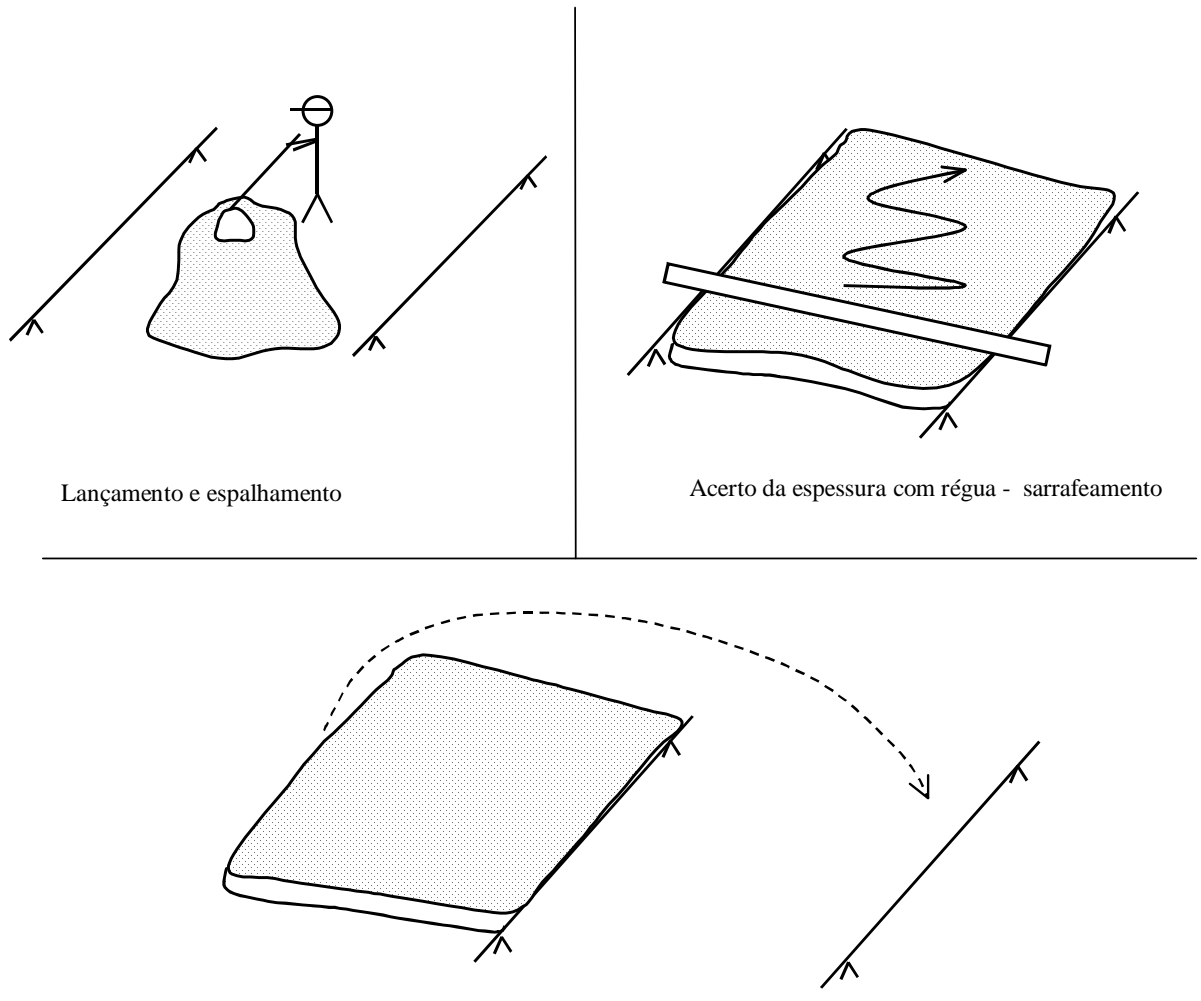


Figura 24 –Lançamento de concreto em uma laje.

Possibilidades de plano de concretagem:

a)	PILARES, VIGAS e LAJES de uma só vez.				
b)	PILARES	+	VIGAS E LAJES		
c)	PILARES	+	VIGAS	+	LAJES

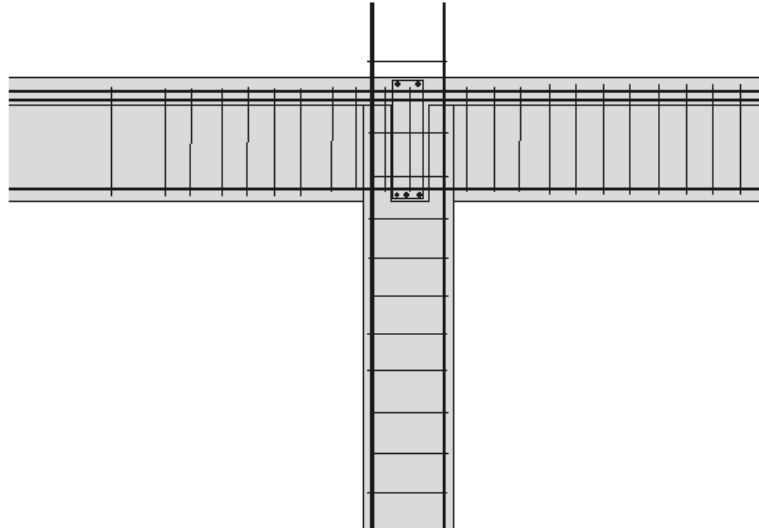


Figura 25 – Concentração de armadura: dificuldade de lançamento de concreto no pilar.

Cuidados especiais durante a concretagem:

- Atenção para o posicionamento de aberturas nas lajes para alçapões e passagem de tubos e para o posicionamento de peças para elevadores;
- Observação do cobrimento das barras;
- Posicionamento de gabaritos (tacos de madeira) para os pilares que seguem;
- Recolhimento de corpos-de-prova para controle tecnológico do concreto;
- Redução da seção de pilares e "esperas" (pontas de emenda da armadura dos pilares);
- Cura: manter o concreto endurecido úmido por 7 dias, no mínimo (abnt), para hidratação do cimento e obtenção da resistência de projeto;
- Os serviços devem ser acompanhados por engenheiro, mestre-deobras, bombeiro, eletricista, armador e carpinteiro.

Retirada e limpeza das formas:

- Respeitar prazos da ABNT (Figura 26):

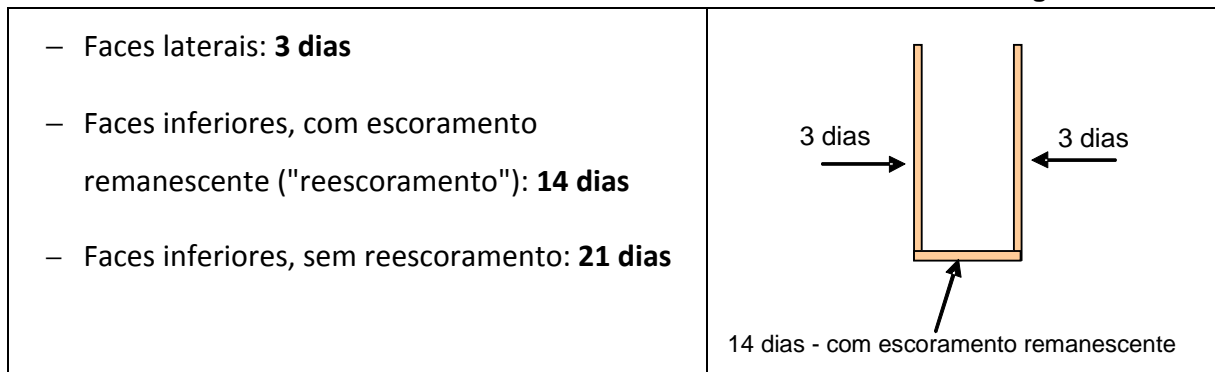


Figura 26 – Prazos necessários para a retirada das faces da fôrma de uma viga.

- Limpeza: remoção completa de pregos e restos de argamassa.
- Reparo de falhas de concretagem ("brocas" ou "bicheiras"), após retirada das formas (Figura 27):
  - Analisar a gravidade do caso;
  - Proceder à limpeza do local, retirando partes soltas;
  - Executar o reparo, com novo concreto.



Figura 27 – Pilar com broca.

2.5.5 - *Tópicos sobre preparo e aplicação do concreto*

A tecnologia do concreto consiste em determinar as propriedades necessárias deste material endurecido conforme o uso a que se destina, e obtê-las a partir dos materiais disponíveis - cimento, agregados, água e aditivo, seguindo a boa prática e procedimentos normalizados de preparo do material e de aplicação nas obras. A busca da qualidade nas estruturas deve abranger o estudo da dosagem, de propriedades do concreto **fresco**, do concreto **endurecido**, de características dos materiais constituintes, assim como a adoção da boa prática na produção, visando redução de custos.

Para a produção de um bom concreto devem ser muito bem executadas as seis operações básicas de obtenção deste material: DOSAGEM, MISTURA, TRANSPORTE, LANÇAMENTO, ADENSAMENTO e CURA.



### a) DOSAGEM:

É o estudo e indicação das proporções relativas dos materiais constituintes do concreto, para obtenção de propriedades pré-determinadas em projeto.

Existem basicamente dois procedimentos para dosagem do concreto: a DOSAGEM **EMPÍRICA** e a DOSAGEM **RACIONAL**. A primeira consiste em determinar o proporcionamento dos materiais em bases arbitrárias, fixadas pela experiência anterior do construtor ou pela tradição, muitas vezes com o auxílio de tabelas prontas de traço de concreto. A segunda baseia-se em resultados de ensaios dos materiais disponíveis e do produto resultante da mistura, para obtenção de um traço teórico inicial que é aperfeiçoado em laboratório, até ajustar-se às condições exigidas para seu uso.

#### a.1) Resistência do Concreto à Compressão - Conceitos básicos:

$f_{cd}$ : resistência de cálculo.  $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$ , sendo " $\gamma_c$ " um coeficiente de minoração (observar normas técnicas de projeto e cálculo de estruturas).

$f_{ck}$ : resistência característica. Resistência à compressão abaixo da qual poderão ocorrer apenas 5% dos resultados obtidos em ensaios de resistência à compressão.

$f_{cj}$ : resistência de dosagem, calculada e adotada para fabricar o concreto e *garantir estatisticamente* o " $f_{ck}$ ". Normalmente tomada para o concreto com 28 dias de idade.

$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 S_d$ , onde " $S_d$ " é o desvio-padrão da dosagem (4,0 - 5,5 - 7,0 MPa).

#### a.2) Quantificação dos Materiais:

Existem duas maneiras de se quantificar ou medir os materiais constituintes do concreto para, em seguida, misturá-los no canteiro de obras ou numa usina: em **volume** ou em **massa**.

Quantificação em volume: tipo de medição da areia, da brita e da água usado nas obras por meio de enchimento de padiolas de madeira (ou latas) em número e tamanho de acordo com a composição ("traço") do concreto em volume. Em geral, para cada traço a ser "virado" na betoneira, calcula-se a quantidade de materiais correspondente ao volume de um saco de cimento (aproximadamente 40 litros). Algumas tabelas fornecem medidas práticas e números de padiolas a serem usadas para vários traços diferentes. Certos cuidados devem ser observados neste tipo de medição, como verificação periódica da massa unitária dos

agregados, correção das quantidades de areia de acordo a umidade apresentada em canteiro, e enchimento correto das padiolas para que não haja falta ou excesso de material em cada traço.

Quantificação em massa: é o procedimento mais preciso e recomendável, usado nas usinas dosadoras e laboratórios de pesquisa. Toma-se por base o traço expresso em *massa dos materiais por metro cúbico de concreto*.

#### **b) MISTURA:**

É a operação que visa dar homogeneidade ao concreto. A mistura manual é pouco eficiente e somente deve ser empregada para volumes muito pequenos ou em serviços de menor importância (Figura 28). A melhor mistura é a **mecânica**, com o uso de betoneiras (Figura 29). As betoneiras mais comuns são as de queda livre, de eixo inclinado, que através de pás internas levam o material até a parte superior do seu tambor, deixando-o cair repetidas vezes com o giro.

A capacidade de uma betoneira geralmente refere-se ao volume de concreto pronto e homogêneo que ela é capaz de produzir por betonada, o que representa cerca de setenta por cento do volume de seu tambor.

Relações aproximadas entre  $V_p$  (volume de produção),  $V_t$  (volume do tambor), e  $V_m$  (volume de mistura, que é a soma dos volumes soltos dos materiais secos) para betoneiras de eixo inclinado:  $V_p/V_t = 0,70$  e  $V_p/V_m = 0,65$ .

##### b.1) Tempo de mistura:

O que determina o tempo ideal é o resultado da mistura, que deve ser homogênea.

O ritmo da concretagem, em  $m^3$  de concreto por hora, depende da duração do ciclo de produção e da capacidade dos equipamentos. O ciclo de produção é a soma dos tempos de carga, mistura e descarga dos materiais na betoneira.

##### b.2) Ordem recomendável de carregamento dos materiais na betoneira:

- 1º) parte da água;
- 2º) agregado graúdo;
- 3º) cimento;
- 4º) agregado miúdo;

5º) restante da água.

Nas betoneiras de carregamento automático, os materiais devem ser depositados na plataforma de carregamento de maneira que caiam no interior do tambor na ordem recomendada, com adição de água aos poucos.

Sempre devem ser trocadas peças desgastadas das betoneiras, como suas pás internas.



Figura 28 – Mistura manual de concreto .

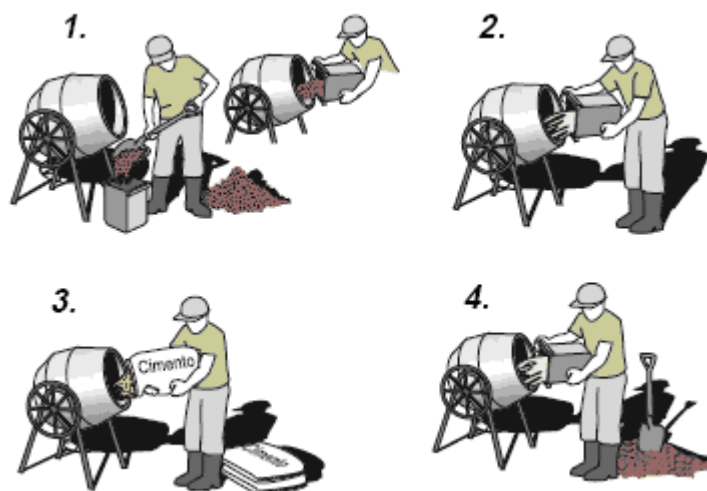


Figura 29 – Mistura de concreto com betoneira.

**c) TRANSPORTE:**

A principal preocupação no transporte interno do concreto na obra é evitar a segregação dos materiais, ou seja, a tendência de assentamento dos agregados graúdos e a subida dos miúdos e da água (exsudação). No caso de pequenas obras, onde o transporte é feito por carrinhos, deve-se evitar solavancos e dar preferência ao uso de carrinhos de pneu com

câmara de ar. Para o transporte vertical são usados os guinchos, que transportam os carrinhos, ou as gruas, que transportam caçambas com descarga por comporta de fundo (capacidade até 2,0 m<sup>3</sup>). Esses diferentes tipos de transportes estão ilustrados na Figura 31.

Outra maneira de se transportar o concreto nas obras é por bombeamento, através de tubulações montadas pelas usinas que fornecem o concreto pronto. Para este tipo de transporte, o concreto deve ter características adequadas como:

- Abatimento ("slump") de 10 cm - Figura 30
- Teor de argamassa maior que o dos concretos comuns;
- Maior porcentagem de agregado brita "zero";
- Uso de aditivo plastificante.

Com o bombeamento pode-se conseguir a produção, em concretagens, de 100, 200, e até 300 m<sup>3</sup> por dia, conforme as distâncias verticais e horizontais de transporte interno.

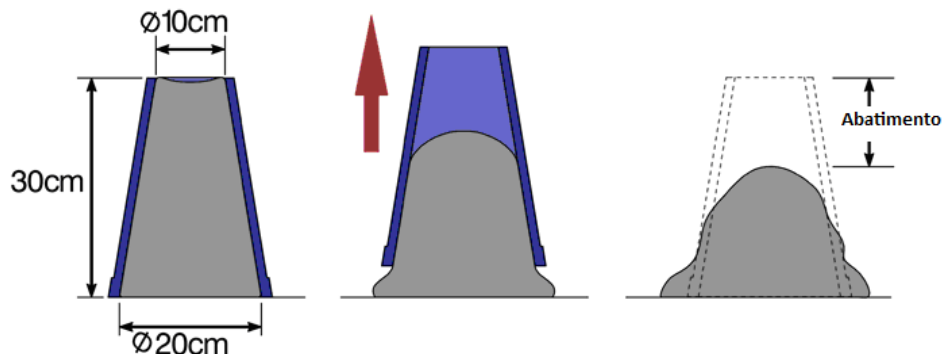


Figura 30 – Ensaio de consistência do concreto - Abatimento do tronco de cone.

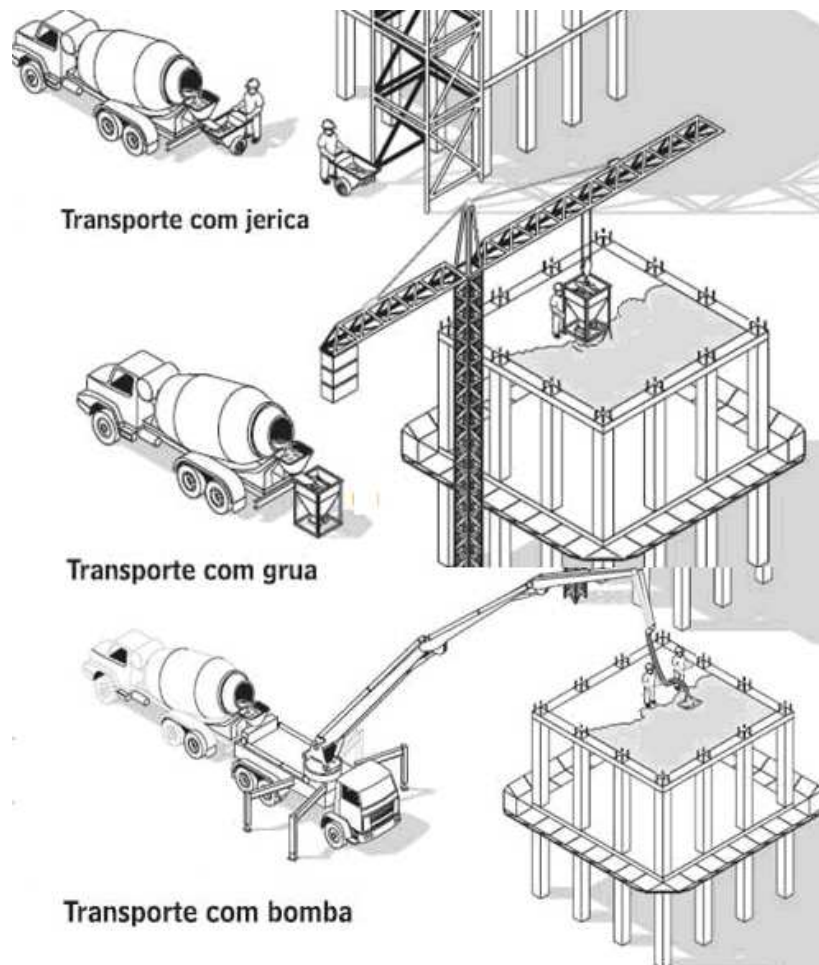


Figura 31 – Transporte de concreto em obra.

#### d) LANÇAMENTO:

Operação de colocação do concreto no local definitivo (dentro de formas, quando se trata de estrutura).

Recomendações gerais:

- Umedecer sempre as formas antes do lançamento;
- Evitar lançamento de alturas maiores que 2,0 m (nbr 6118, abnt);
- Para maiores alturas de queda, usar tubos ou calhas para evitar a segregação;
- Para remover pequenas porções de concreto, apanhá-las com a pá e não arrastá-las;
- Em superfícies inclinadas, lançar o concreto da parte mais baixa para a mais alta;
- Evitar que o concreto seja "coado" pelas armaduras, principalmente em pilares. Como prevenção usa-se lançar pequena quantidade de argamassa de cimento e areia para "lubrificação", minutos antes do lançamento do concreto.

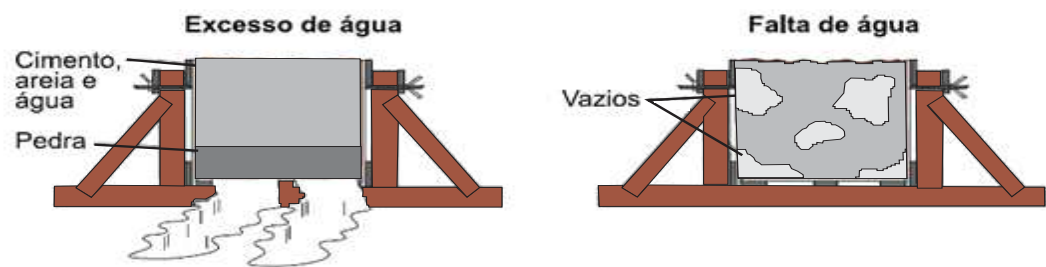


Figura 32 - Concreto mal dosado, ou lançado incorretamente ou não adensado suficientemente.

#### e) ADENSAMENTO:

Importante operação que objetiva eliminar os vazios do interior do concreto fresco. O meio mais eficiente e comum é por vibração mecânica (energia elétrica), com equipamento de agulha de imersão. A Figura 33 identifica as partes constituintes de um instrumento para a vibração mecânica e a Tabela 5 apresenta uma relação dos raios de ação por ele alcançada.

O adensamento com agulha de imersão tem efeito até um certo raio de ação. Deve-se, portanto, trabalhar sempre com o vibrador na posição vertical e nunca com a agulha deitada, como é comum acontecer em concretagem de lajes, onde costuma-se até mesmo *arrastar a agulha pelo concreto lançado*.

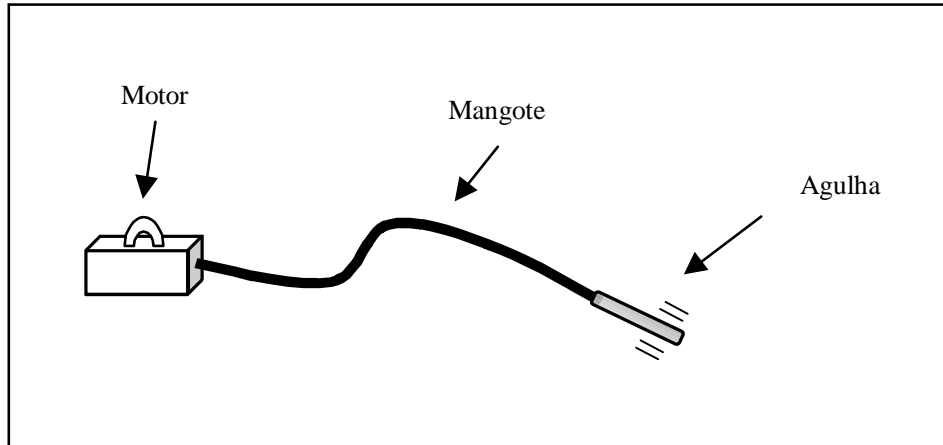


Figura 33 – Uso de agulha de imersão para o adensamento do concreto fresco.

Tabela 5 – Raios de ação da agulha do vibrador de imersão.

VALORES APROXIMADOS DE <b>RAIOS DE AÇÃO</b> DO VIBRADOR DE IMERSÃO EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA AGULHA				
Diâmetro (mm)	30	50	75	100
Raio de ação (mm)	100	250	400	500

Cuidados a serem observados no adensamento com vibradores de agulha:

- A profundidade de adensamento não deve ser maior que o comprimento da agulha (Figura 34);
- A distância de um ponto a outro de aplicação do vibrador no concreto deve ser, no máximo, igual ao raio de ação do equipamento utilizado;
- A agulha deve penetrar rapidamente na massa de concreto e sair lentamente;
- O tempo de imersão da agulha no concreto é controlado até que se visualize que não saem mais bolhas de ar do concreto (vibração excessiva é prejudicial);
- Não se deve vibrar também as armaduras e formas, pois isto pode afastar o concreto das superfícies onde, ao contrário, ele deveria aderir, como as barras de aço.

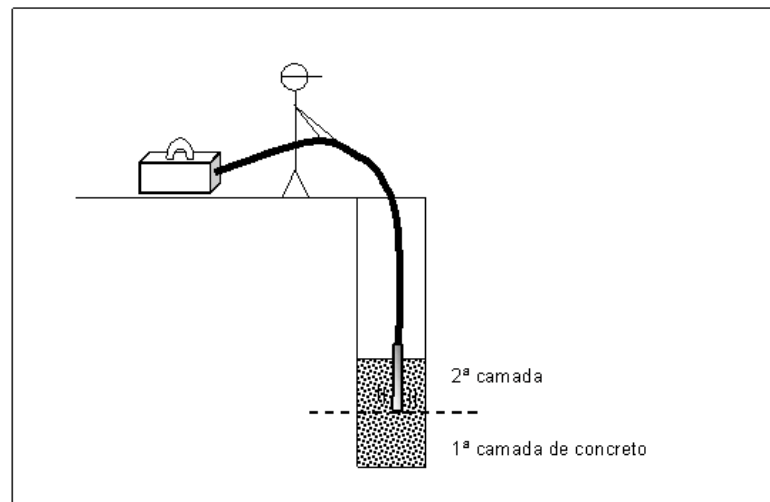


Figura 34 – Uso de vibrador de agulha para adensamento de concreto em pilar.

**f) CURA:**

Operação para evitar a perda de água do concreto necessária à reação com o cimento nos primeiros dias de idade e também evitar uma excessiva retração por secagem. Consiste em manter o concreto úmido por molhagem direta (meio mais comum) ou por proteção com tecidos umedecidos ou por aplicação de emulsões que formam uma película impermeável sobre a superfície do concreto, evitando a evaporação da água do interior de sua massa.

Deve-se promover a cura durante, no mínimo, sete dias (NBR 6118, ABNT).

2.5.6 - *Laje pré-moldada*

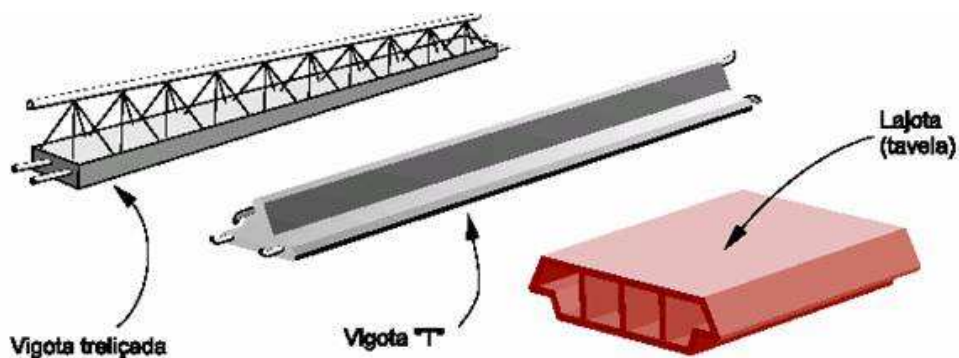


Figura 35 – Tipos de vigota e lajota para laje pré-moldada.



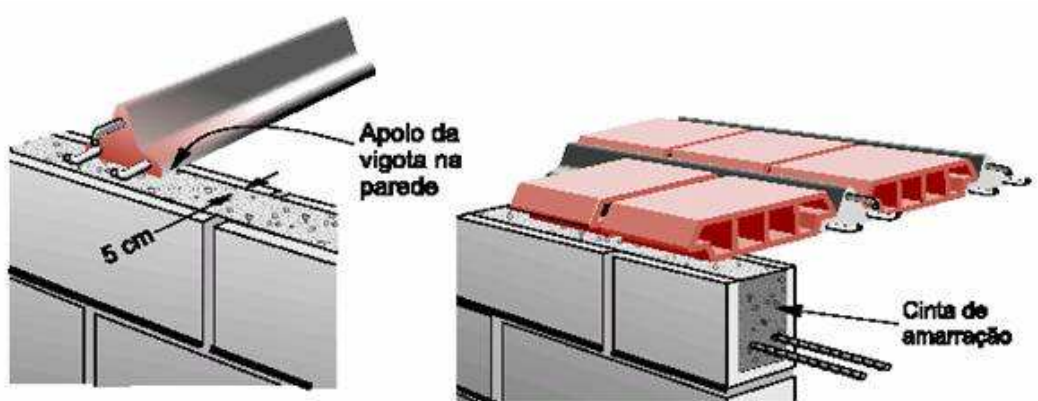


Figura 36 – Montagem de uma laje pré-moldada com o auxílio de vigotas do tipo “T” e lajotas.

## 2.6 - Alvenaria

Alvenaria é um maciço constituído de pedras ou blocos, naturais ou artificiais, ligadas entre si de modo estável pela combinação de juntas e interposição de argamassa, ou somente pela combinação de juntas.

Classificação:

- Alvenaria de pedra natural;
- Alvenaria de pedra artificial (bloco cerâmico, bloco de concreto, bloco sílico-calcáreo).

Finalidades da alvenaria:

- Divisão, vedação e proteção - paredes externas e internas de casas e prédios, muros de divisa de propriedade;
- Estrutural - Paredes que recebem esforços verticais (de lajes e coberturas em construções não estruturadas) e horizontais (por exemplo, empuxo de terra e vento).

Propriedades: resistência mecânica, isolamento térmico, isolamento acústico.

Blocos mais usados (Figura 37):



Figura 37 - Tipologia de blocos estruturais existentes no mercado.

- **Bloco de concreto estrutural:** aplicação em alvenaria estrutural. Permite que as instalações elétricas e hidráulicas fiquem embutidas já na fase de levantamento da alvenaria;
- **Bloco de concreto de vedação:** para fechamento de vãos em prédios estruturados. Devem-se projetar vãos modulados em função das dimensões dos blocos, para evitar desperdícios com corte dos blocos na execução da alvenaria; Sua variedade de tamanho e furos está ilustrada na Figura 38.



Figura 38 – Blocos de concreto para construção civil – grande variedade de tipo e dimensão.

- **Bloco sílico-calcáreo:** empregado como bloco estrutural ou de vedação. O bloco é constituído por mistura de cal e areia silicosa, curado com vapor a alta pressão e temperatura elevada. Normalmente maciço, bastante poroso, leve e de dimensões que proporcionam alta produtividade da mão-de-obra. (Figura 39)



Figura 39 – Bloco sílico-calcáreo

Tabela 6 – Características de blocos para lajes nervuradas, e para alvenaria estrutural ou de vedação (Fonte: [www.ceramicaforte.com.br](http://www.ceramicaforte.com.br)).

**CARACTERÍSTICAS**

Produtos/Item	Bloco BA	Bloco BL	Bloco BP	Painel
Utilização	Alvenaria vedação	Laje nervura	Alvenaria estrutural não armada	Laje e alvenaria vedação
Densidade aparente de massa seca	430 kg/m <sup>3</sup>	430 kg/m <sup>3</sup>	650 kg/m <sup>3</sup>	650 kg/m <sup>3</sup>
Densidade para cálculo estrutural	500 kg/m <sup>3</sup>	500 kg/m <sup>3</sup>	750 kg/m <sup>3</sup>	800 kg/m <sup>3</sup>
Resistência Mínima à ruptura por compressão	25 kgf/cm <sup>2</sup>	15 kgf/cm <sup>2</sup>	45 kgf/cm <sup>2</sup>	45 kgf/cm <sup>2</sup>
Dimensões: comprimento x altura	60 x 30 cm	Encomenda	60 x 30 cm	Encomenda
Espessuras	A partir de 10cm modulando-se de 2,5cm, até o máximo de 60cm			Encomenda

- **Bloco cerâmico de vedação** (bloco vazado ou "lajota furada"): também deve-se procurar a modulação dos vãos, apesar de ser mais fácil o corte neste tipo de bloco. Dimensões mais encontradas (cm): 9 x 19 x 19 e 9 x 19 x 29; (Figura 40)

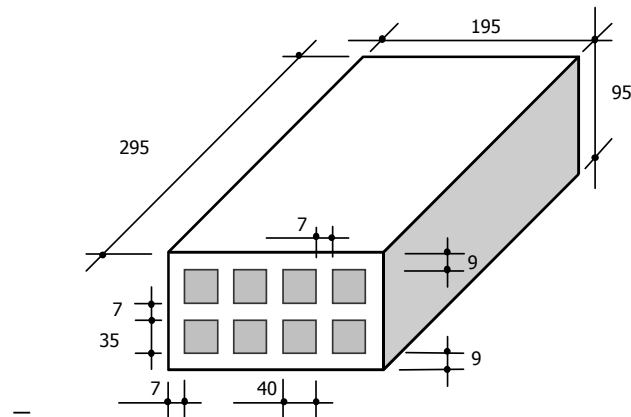
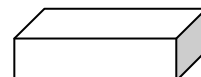


Figura 40 – Dimensões de um bloco cerâmico de vedação.

- **Tijolo cerâmico maciço**: empregado em alvenaria aparente, de vedação ou estrutural em casas térreas, e em áreas comuns dos prédios onde sejam necessários cuidados especiais contra propagação do fogo (escadas, por exemplo). Devido às suas dimensões, a produtividade da mão-de-obra na execução dos serviços é mais baixa.. Dimensões mais comuns (cm): 5 x 10 x 20;



### 2.6.1 - Alvenaria de blocos cerâmicos

Características essenciais dos tijolos:

- Regularidade na forma e dimensões;
- Arestas vivas e resistentes;
- Som "aberto" quando percutido;
- Homogeneidade da massa e cor uniforme;
- Ausência de fendas e cavidades;
- Facilidade no corte;
- Resistência suficiente para esforços de compressão;
- Pouca porosidade (baixa absorção).

Vantagens do uso do bloco vazado sobre o tijolo maciço:

- Maior facilidade de obtenção de planeza na superfície vertical da alvenaria;
- Menor peso por unidade de volume de alvenaria;
- Dificulta a propagação de umidade;
- Melhor isolamento térmico e acústico.

#### **Execução de alvenaria:**

1º) Efetuar a "marcação" das paredes com base na planta baixa (arquitetônica) da edificação, executando os cantos com uma lajota e, logo após, a primeira fiada com argamassa e com o auxílio de linha, esquadro, prumo e nível (Figura 44);

2º) Nas extremidades das paredes, executar "prumadas" que servem de guia, controlando sempre o serviço com o prumo e assentando os tijolos em sistema "mata-junta" (junta vertical desencontrada). Esse sistema e a verificação do prumo das paredes podem ser observados na Figura 45 e na Figura 46.

3º) Executar todas as fiadas, seguindo uma linha nivelada para cada uma e presa entre duas prumadas-guia.

A superfície de uma parede de alvenaria bem executada é perfeitamente plana, vertical e

necessita de pequena espessura de argamassa de revestimento.

**Aperto de alvenaria** - preenchimento da abertura deixada em lugar da fiada superior, antes do encontro com a viga de concreto imediatamente acima da parede. Finalidade: evitar trinca que pode ocorrer pela acomodação da parede em virtude da diminuição de volume da argamassa de assentamento das várias fiadas de blocos. Este aperto comumente é feito com tijolos maciços assentados inclinados com argamassa fraca (baixo teor de cimento). A Figura 41 mostra uma forma de aperto.

Para se evitar este tipo de trinca existe ainda a técnica de se deixar um espaço de apenas 2 cm entre a última fiada de alvenaria e a viga de concreto, para preenchimento com argamassa que contém aditivo expansivo.

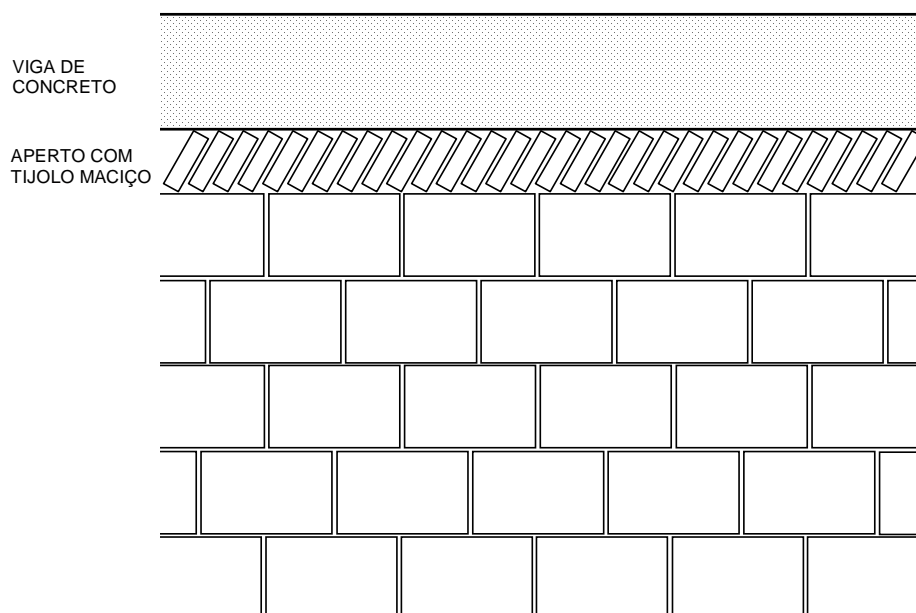


Figura 41 – Aperto de Alvenaria com tijolo maciço (ENCUNHAMENTO).

Observar ainda:

- Espessura máxima da argamassa de assentamento: 2,0 cm;
- "amarração" em mudanças de direção das paredes; (Figura 42)
- Emendas em degraus;
- Controle de altura das fiadas, principalmente visando o nível da última, em caso de

lajes apoiadas diretamente sobre paredes;

- Execução de vergas de concreto (vigotas) sobre vãos de portas e janelas e de contra-vergas em vãos de janelas; (Figura 43)
- Argamassas mais usadas: cimento, cal e areia nas proporções 1:1:6 ou 1:2:9 (volume) e cimento e areia de britagem nas proporção 1:8 a 1:10 (volume).
- Marcação da alvenaria.

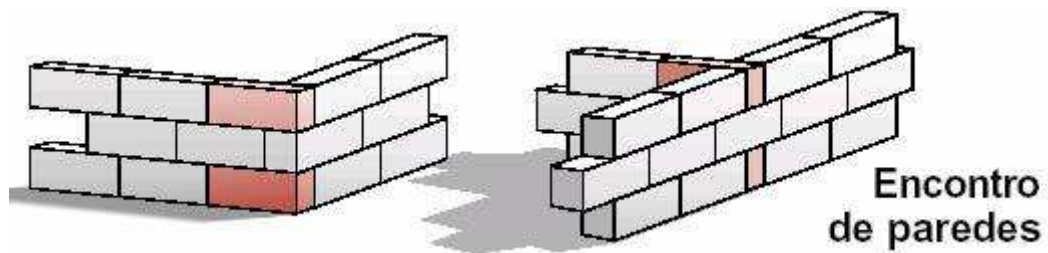


Figura 42 – “Amarração” dos blocos em mudanças de direção das paredes.

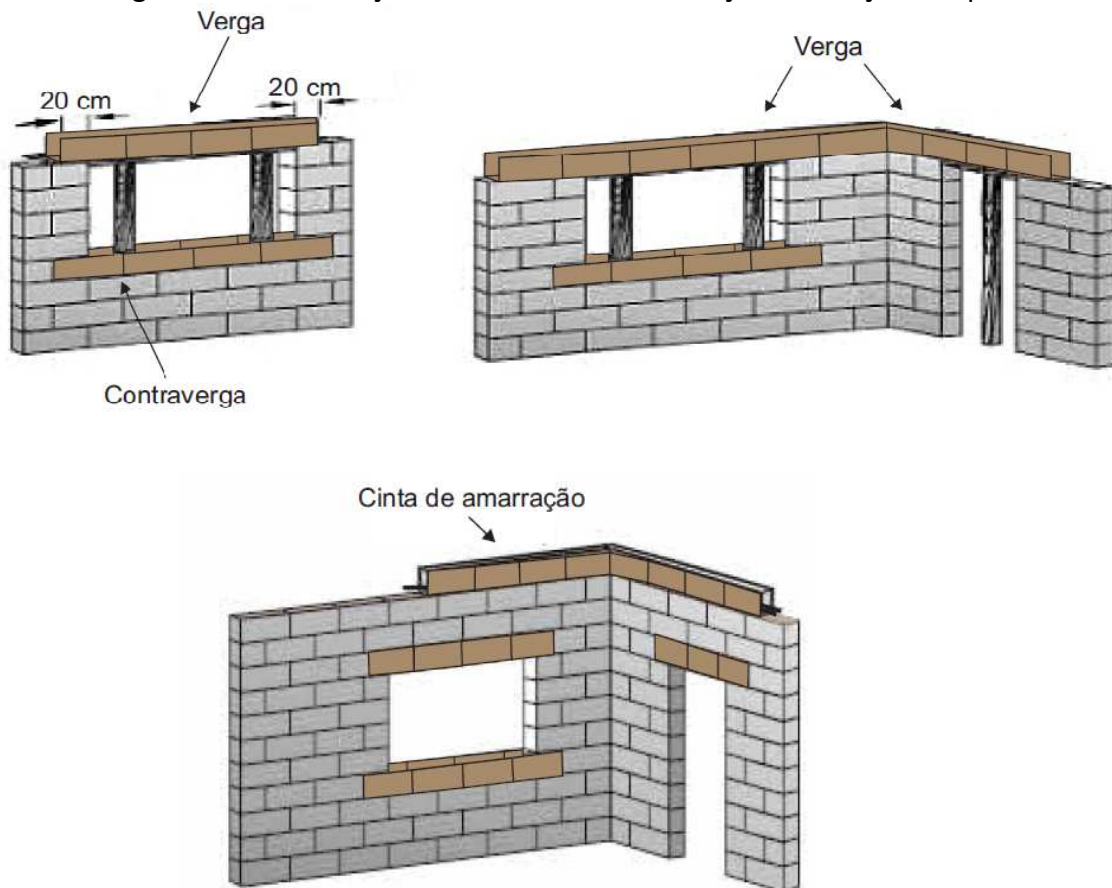


Figura 43 – Execução de vergas de concreto sobre vãos de portas e janelas e de contra-vergas em vãos de janelas.

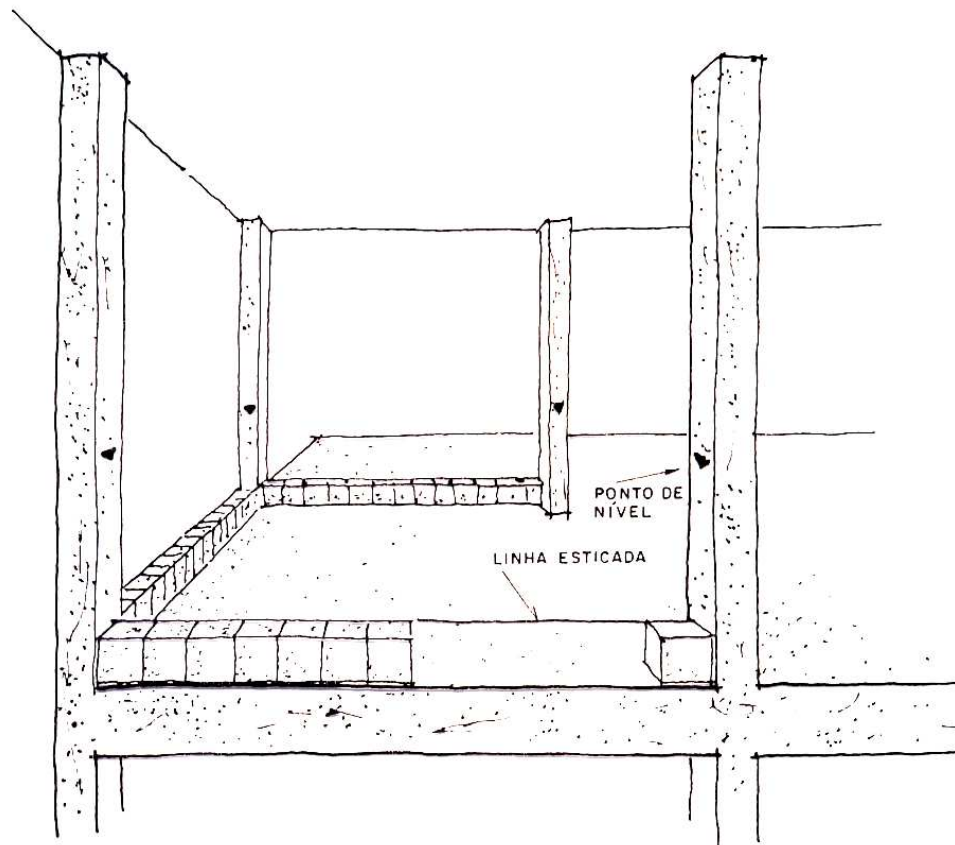


Figura 44 - "Marcação da alvenaria" - Nivelamento e alinhamento da primeira fiada de blocos (Desenho: "Parede de vedação em blocos cerâmicos" - publicação IPT).

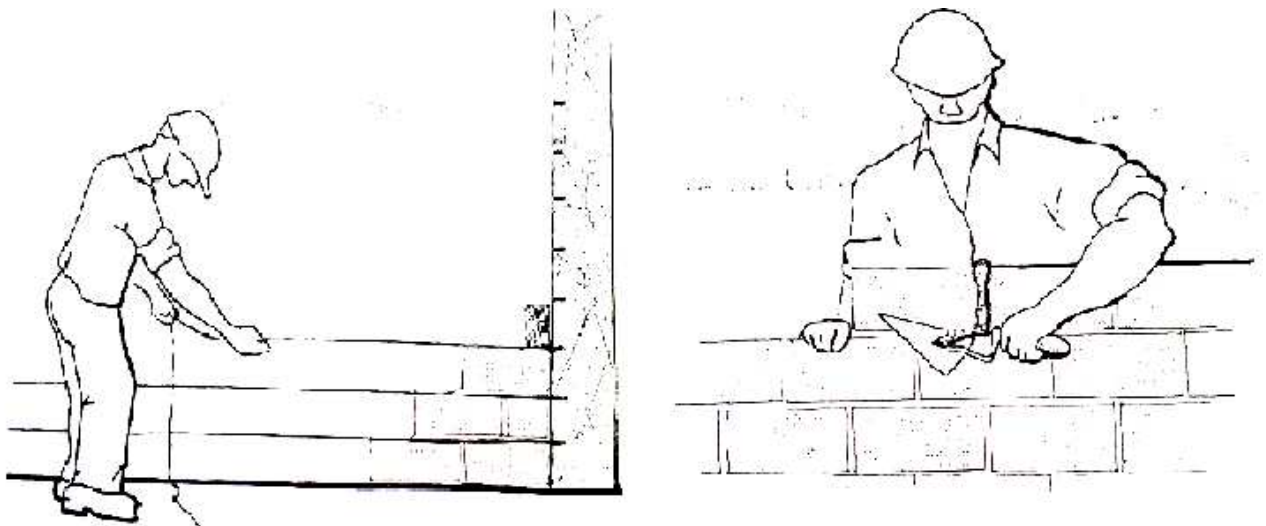
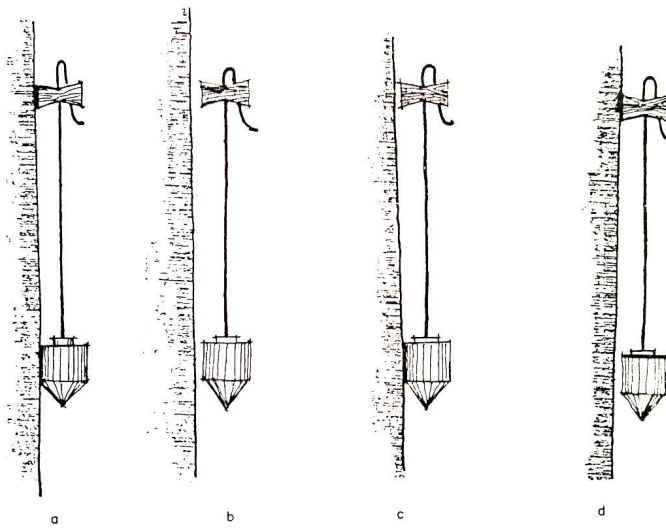
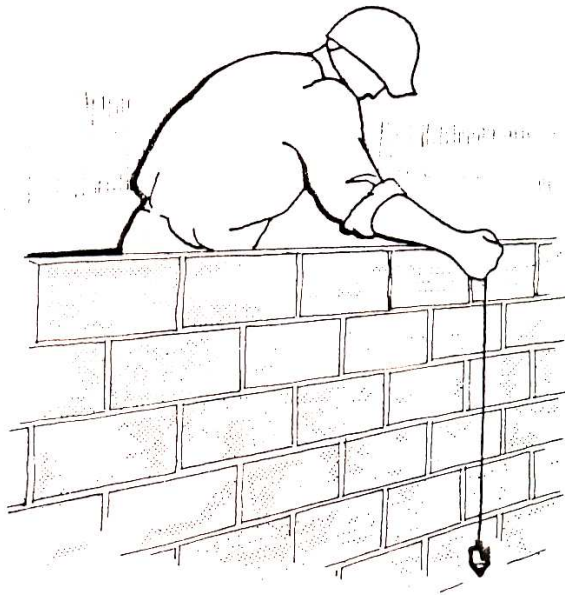


Figura 45 – Execução das fiadas niveladas no sistema “mata-junta”- juntas verticais desencontradas.



? Prumo Fora de prumo Fora de prumo

Figura 46 – Verificação do prumo de paredes.



2.6.2 - Alvenaria estrutural

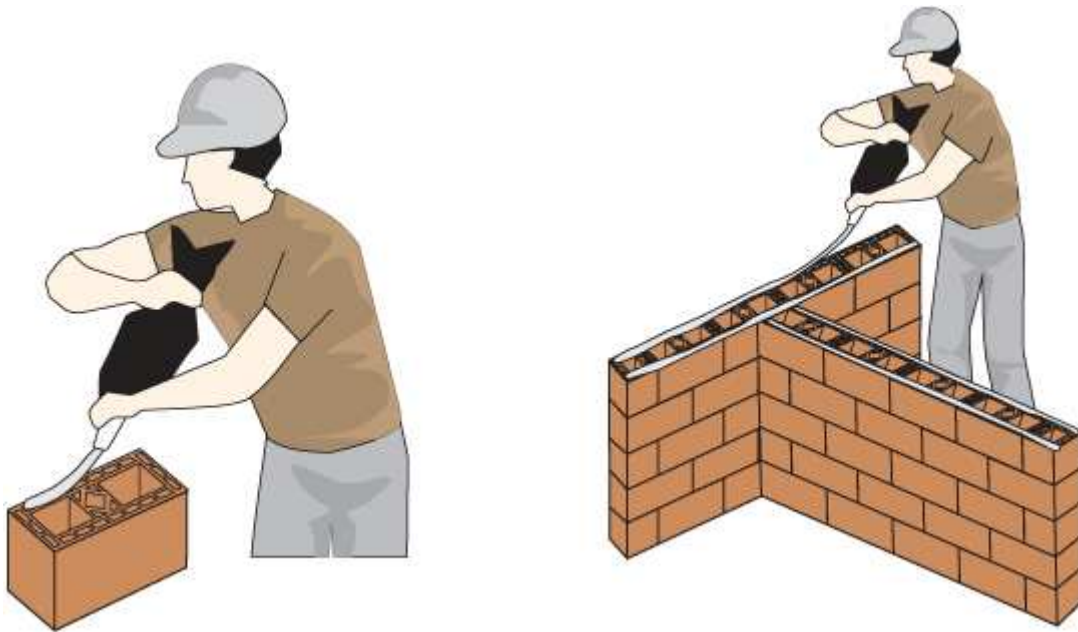


Figura 47 – Utilização de bisnaga para o assentamento dos blocos estruturais.

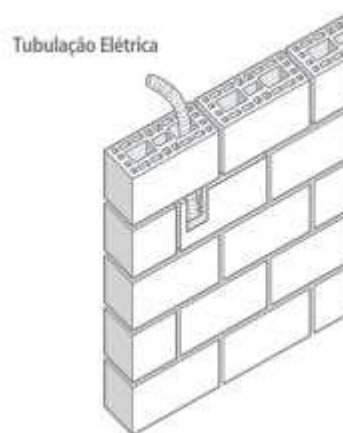


Figura 48 – Passagem de tubulação elétrica em blocos para alvenaria estrutural.

## 2.7 - Cobertura

Etapa da obra cuja finalidade principal é proteger a edificação das intempéries. Além disso, uma cobertura (ou telhado) pode compor arquitetonicamente o aspecto de uma construção e também proporcionar conforto térmico no seu interior.

Entre os materiais mais comuns aplicados em coberturas estão as pedras naturais (ex.: ardósia), o metal (alumínio), a cerâmica e o fibrocimento.

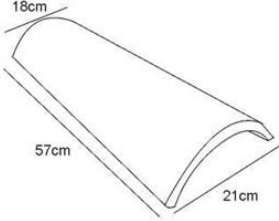
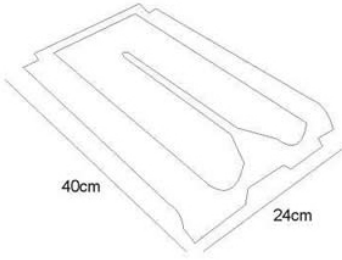
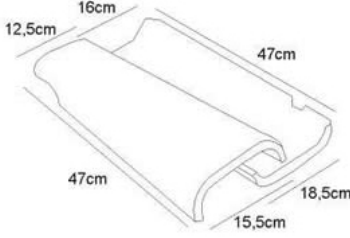
Qualidades essenciais de uma boa cobertura:

- Impermeabilidade e estanqueidade;
- Resistência a esforços mecânicos;
- Inalterabilidade de forma e dimensões;
- Leveza;
- Secagem rápida após as chuvas;
- Facilidade de execução e manutenção.

Características de alguns tipos de cobertura:

- **Telhas cerâmicas:** grande variedade de formas, facilidade de colocação.
  - Tipos mais comuns: colonial, francesa e "plan";
  - Consumo aproximado de telhas por metro quadrado de telhado: (Tabela 7)

Tabela 7 – Consumo de unidades de cada tipo de telha por m<sup>2</sup>.

Telha	Dimensões	Unidades/m <sup>2</sup>
COLONIAL		25
FRANCESA		16
PLAN		24

- Telhas de fibrocimento:** grandes chapas onduladas, nos mais diferentes perfis, alta resistência mecânica, peso reduzido, excelente estanqueidade, montagem fácil, grande número de peças e acessórios complementares de fixação, vedação, etc. Por causa de problemas ligados à saúde do trabalhador nas fábricas, os compósitos com fibra de amianto vêm sendo substituídos no mercado por produtos de cimento reforçado com fibra sintética à base de PVA. Figura 49, Figura 50, Figura 51 e Figura 52 apresentam alguns dos exemplos de telhas de fibrocimento, assim como as obras mais indicados para o seu uso.

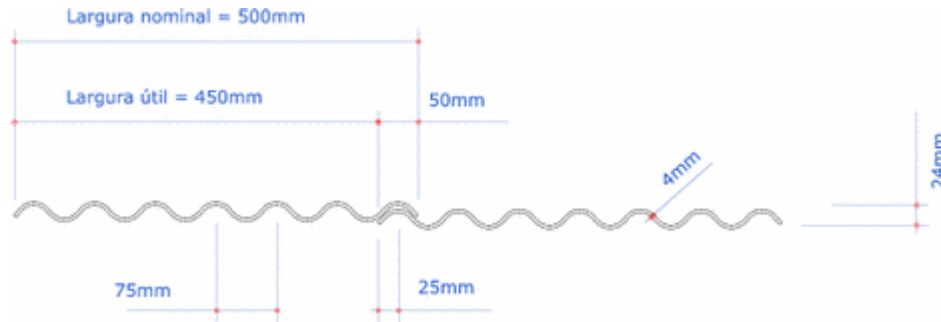


Figura 49 – Telha Vogatex - pequena espessura, indicada para coberturas mais simples. Exemplos: aviários e depósitos.

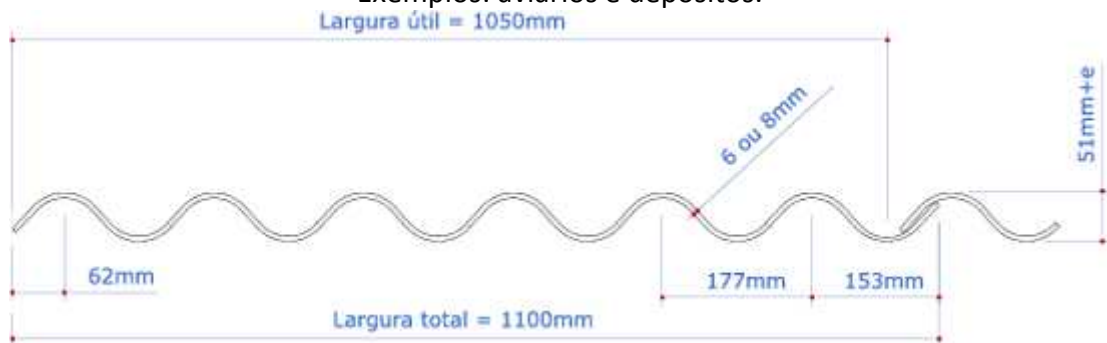


Figura 50 – Telha ondulada – eficiente para residências e galpões.

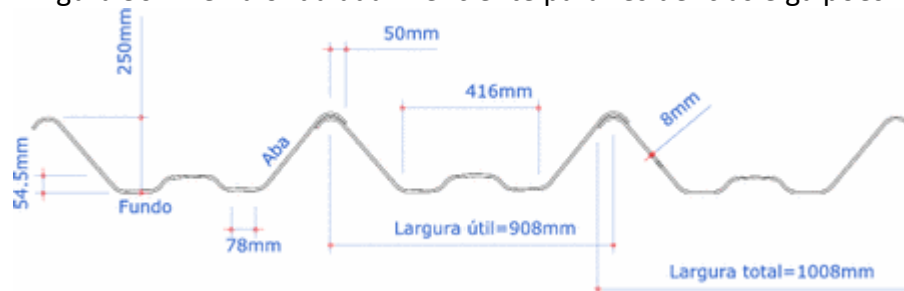


Figura 51 – Canaleta 90 – Projetos residenciais, industriais e comerciais de grande porte.

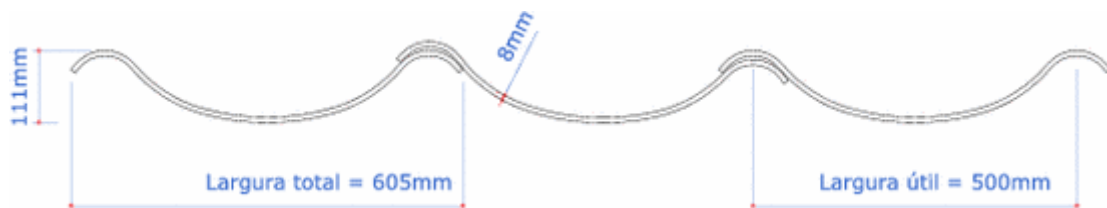


Figura 52 – Telha modulada – para arquitetura residencial, escolas e clubes.

Fonte: [www.etrnit.com.br](http://www.etrnit.com.br)

- **Telhas metálicas** (alumínio): peso reduzido, fácil execução, condutoras de calor, desconforto térmico. Algumas telhas têm dupla camada metálica, com enchimento de material isolante térmico. A Figura 53 mostra um exemplo de telha termoisolante.

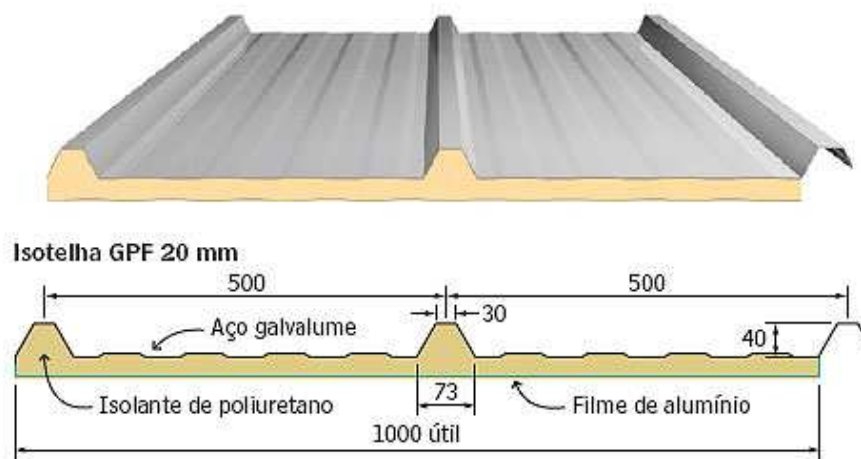


Figura 53 – Telha metálica termoisolante.

- **Telha de concreto:** fácil aplicação, medidas padronizadas e de bom acabamento. Apresenta a desvantagem do maior peso por m<sup>2</sup> de telha não aplicada. A baixa absorção de água, porém, pode compensar esta desvantagem após a chuva.

Tabela 8 – Inclinação necessária e peso por m<sup>2</sup> de cada tipo de telha

Tipo de telha	Inclinação (%)	Kg/m <sup>2</sup>
Francesa	35	50 a 55
Colonial	25	60 a 70
Ondulada	9	24
Canalete 90	3	24
Alumínio	5	2

Execução - aspectos fundamentais a serem estudados no projeto e execução de coberturas:

- Peso próprio do telhado - Tabela 8;
- Sentido de montagem;
- Recobrimentos (longitudinal e transversal);
- Largura útil das telhas;
- Vãos máximos entre dois apoios;
- Balanços máximos;
- Presença de calhas (Figura 55 e Figura 56);
- Dimensionamento das estruturas;

- Fixação das telhas;
- Proteção da madeira da estrutura do telhado e pintura das telhas;
- Custos.

COBERTURA

- Telhado cerâmico
- Tesoura (Figura 54 e Tabela 9)

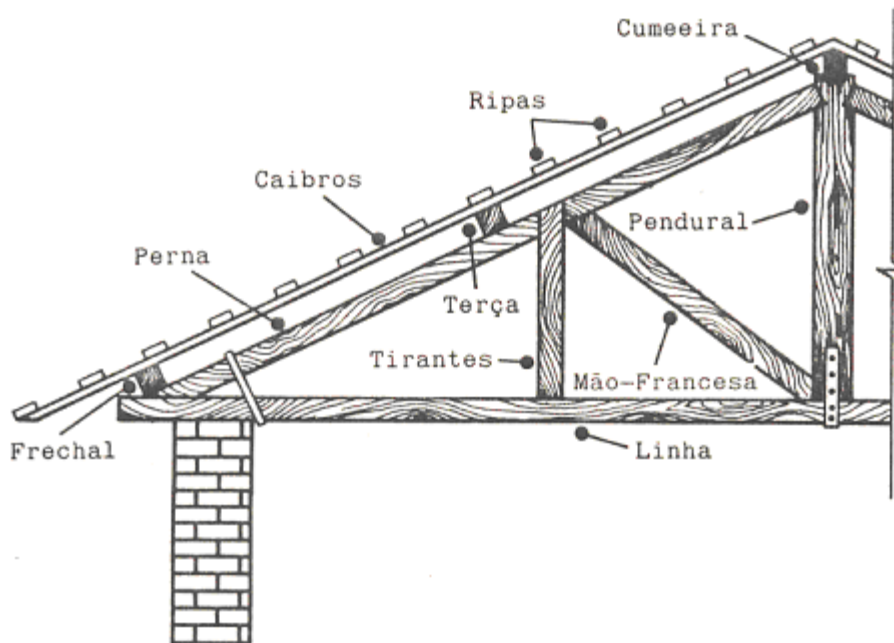


Figura 54 – Detalhamento de uma tesoura de telhado.

Tabela 9 - Dimensões comerciais de peças para tesouras (até 10 m de vão).

Peça	Pendural	Perna	Tirante	Linha	Mão-francesa	Cumeeira	Terça	Frechal	Caibro	Ripa
Seção (cm)	6 x 16	6 x 16	6 x 12	6 x 16	6 x 12	6 x 16	6 x 16	6 x 16	7 x 5	5 x 1,5

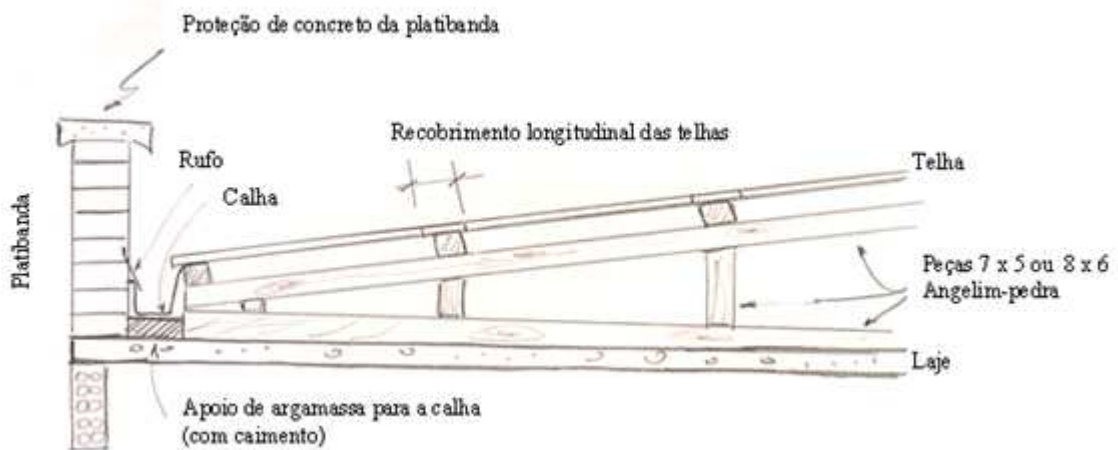


Figura 55 – Telhado de fibrocimento embutido.

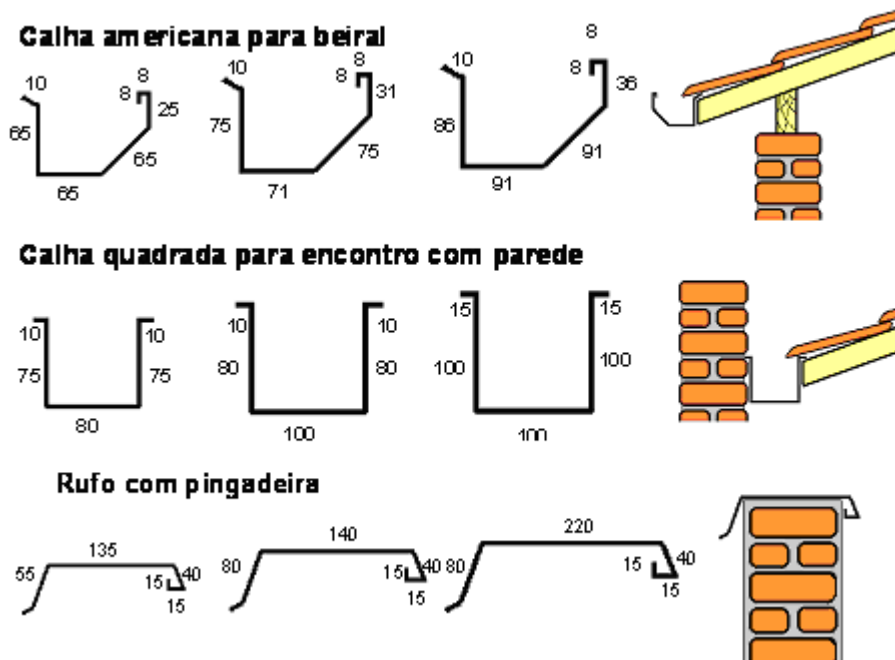


Figura 56 – Dimensões comerciais (mm) para calhas e rufos.

### 2.8 - Instalações Hidráulicas / Esgoto Sanitário

Etapas a serem executadas após a alvenaria, as instalações hidráulicas (instalações para condução da água até os diversos pontos de utilização no prédio) e as de esgoto sanitário são entregues a um bombeiro (encanador) que as executará com base em especificações de projeto.

Serviços de instalações hidráulicas a executar:

- Ligação provisória de água e esgoto para a obra - requerimento à empresa pública de fornecimento de água tratada e coleta de esgoto (ou abertura de poço, se houver essa possibilidade, e execução de fossa);
- Execução de reservatórios inferior e superior de água para abastecimento da edificação, feitos de concreto armado de acordo com projeto estrutural ou simplesmente instalação de caixas d'água de fibrocimento;
- Execução das tubulações e conexões embutidas nas paredes e no solo ou aparentes; posicionamento e encaixe de metais e peças sanitárias. (Figura 57)

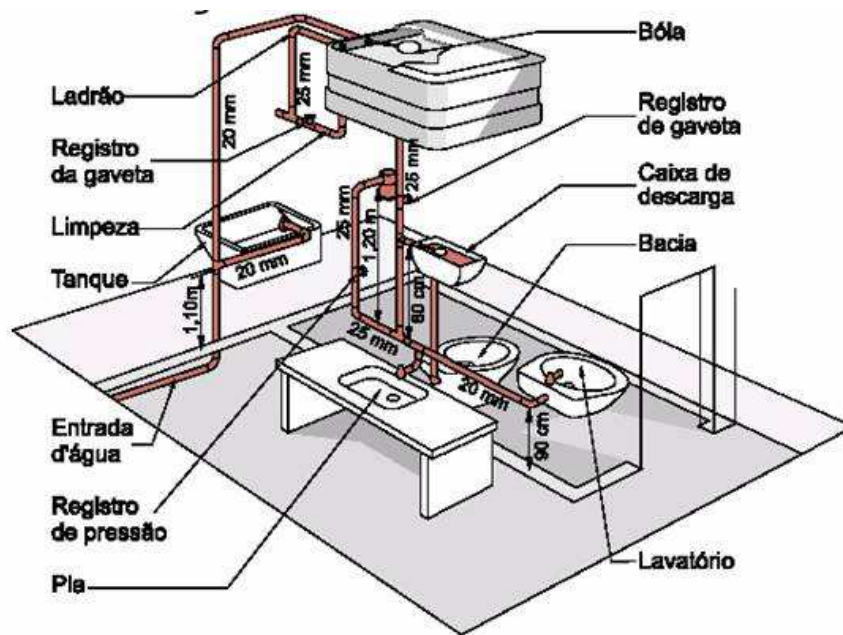


Figura 57 - Ilustração esquemática da tubulação, metais e peças para banheiros.



Tópicos diversos a serem observados:

- Atenção para o posicionamento correto, durante as concretagens, das aberturas na estrutura para passagem de tubos - ver PROJETO;
- Atenção para o posicionamento correto, nas paredes, da tubulação, conexões para torneiras, registros, chuveiros, etc (alturas e distâncias horizontais) - cortes na alvenaria baseados em PROJETO;
- Água quente: a) passagem por tubos e conexões de cobre ou PVC especial; b) dobro do número de torneiras; c) aquecedor (elétrico, gás, energia solar) - Figura 58.
- Execução dos trechos horizontais da tubulação de esgoto com caimento suficiente e caixas de inspeção (concreto ou prontas de PVC) nas mudanças de direção e trechos longos; (Figura 89)
- Teste das instalações antes do revestimento das paredes: tampar todas as saídas com conexões (tampão) e encher a caixa d'água e a tubulação.

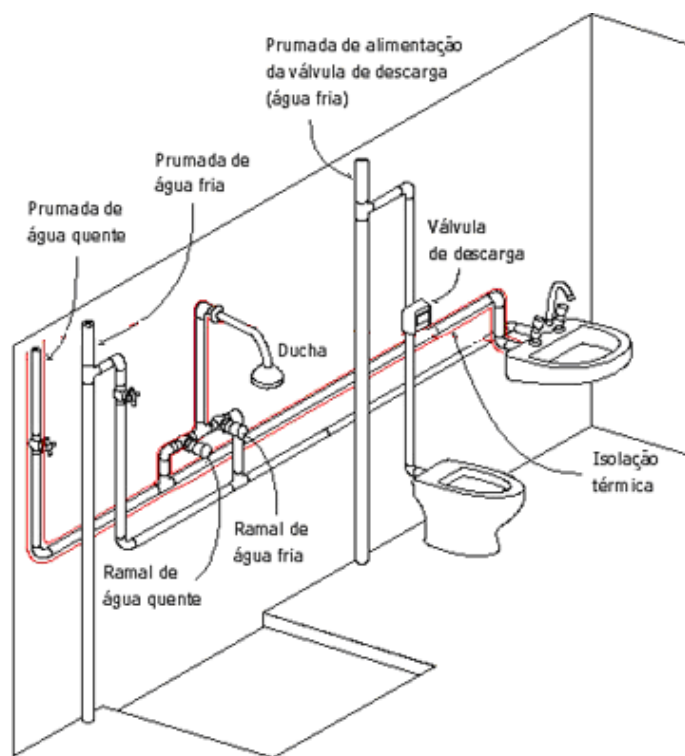


Figura 58 – Tubulação distinta para a passagem de água fria e água quente.

#### SEQUÊNCIA DE SERVIÇOS EM BANHEIROS:

- 1) ALVENARIA
- 2) TUBULAÇÃO, CONEXÕES, VÁLVULA DE DESCARGA, CAIXA SIFONADA, REGISTROS
- 3) AZULEJO
- 4) PISO
- 5) LOUÇAS SANITÁRIAS, BANCADAS, METAIS SANITÁRIOS
- 6) ARREMATES DO AZULEJO.

### **2.9 - Instalações Elétricas**

Eletrodutos, condutores, chaves, caixas, luminárias e demais meios necessários ao suprimento de energia elétrica no interior das edificações, todos dimensionados e especificados em projeto por engenheiro eletricitista. É uma etapa da edificação que se inicia com a ligação provisória de energia para o canteiro de obras, passa pela instalação de tubos e caixas embutidas durante as concretagens, continua após a alvenaria com trechos embutidos nas paredes e termina com a passagem dos fios pelos eletrodutos e suas ligações em tomadas e interruptores. A sequência das etapas necessárias para a instalação elétrica está esquematizada na Figura 63.

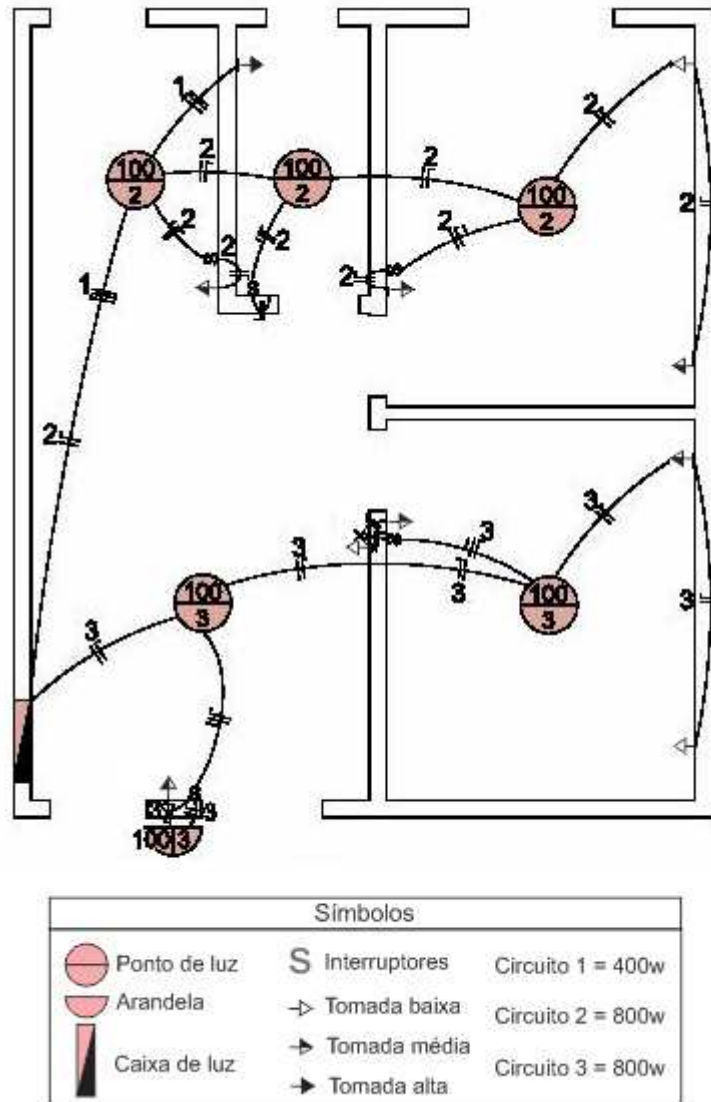


Figura 59 - Planta de instalação elétrica.

Execução:

- Eletrodutos:
  - Instalar os trechos horizontais embutidos nas lajes antes da concretagem e os trechos verticais embutidos nas paredes somente após a alvenaria. A Figura 60 e Figura 61 demonstram diferentes caminhos percorridos pelos eletrodutos. Esses dependem de sua finalidade;
  - Observar atentamente os diâmetros especificados em projeto;
  - Utilizar tubos flexíveis com os devidos cuidados para que não ocorra o seu amassamento durante as concretagens.

- Caixas:
  - Utilizadas para pontos de entrada e saída de condutores de tubulação em pontos de emenda ou derivação, instalação de aparelhos e luz, quadros de circuito;
  - Encontradas no comércio em diferentes formatos e tamanhos conforme a utilização;
  - Observar as alturas em relação ao piso acabado das caixas embutidas em paredes - 1,10 a 1,40 m para interruptores e campainhas; 0,30 m para tomadas baixas e 1,90 a 2,10 m para arandelas e chuveiros. A posição de cada tipo de caixa está instruída na Figura 62.
- Fiação:
  - Execução após o revestimento de paredes, com as caixas fixas em seus lugares;
  - Diferenciar os diversos circuitos do projeto com cores diferentes dos fios sempre que possível;
  - Em caso de reformas de prédios antigos, entre outras providências de projeto, verificar se há possibilidade de passagem de novos circuitos em tubulações antigas, em função da quantidade de fios e do diâmetro da tubulação.

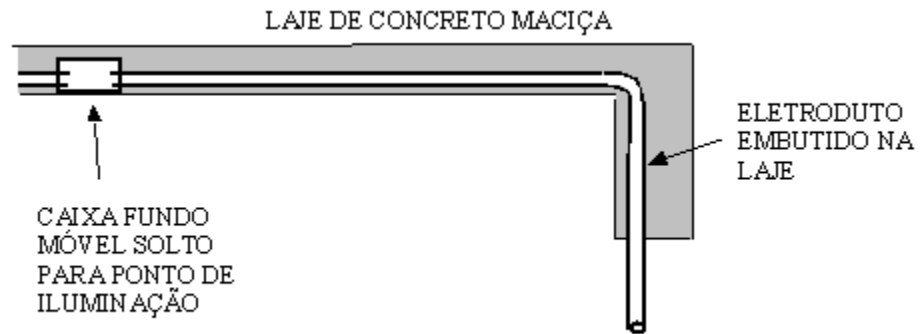


Figura 60 – Eletroduto percorre trechos horizontais embutido na laje de concreto e desce trechos verticais na parede.

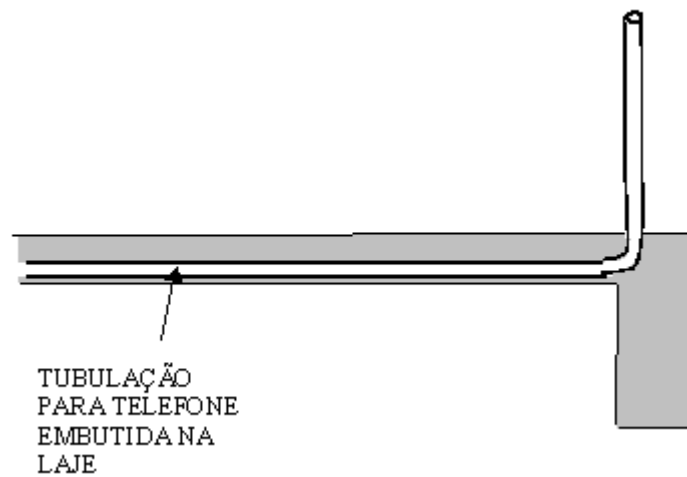


Figura 61 – Tubulação para telefone.

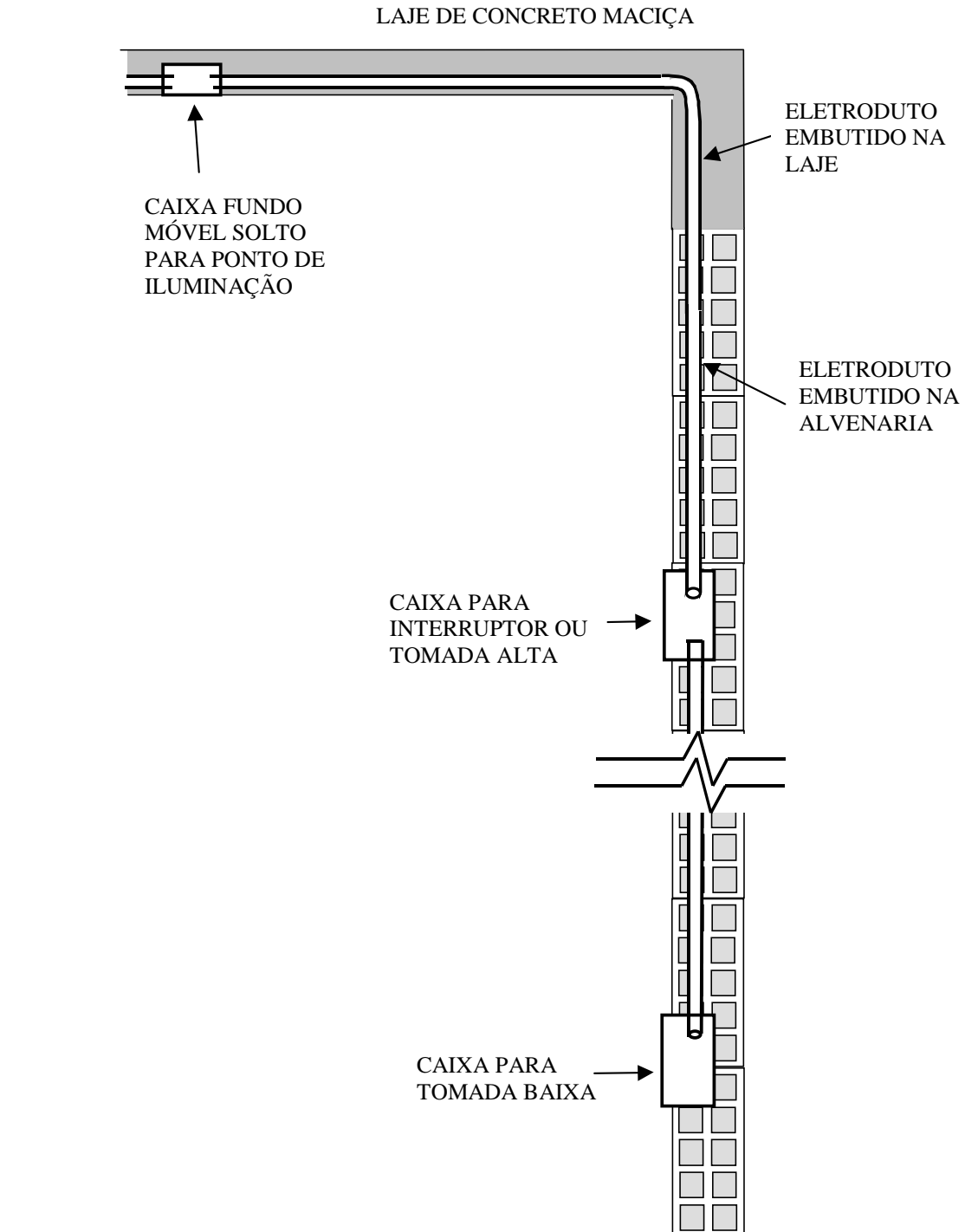


Figura 62 – Detalhamento das instalações elétricas na laje de concreto e na parede – caminho percorrido por eletrodutos embutidos e posicionamento das caixas.

# INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

## Seqüência dos serviços

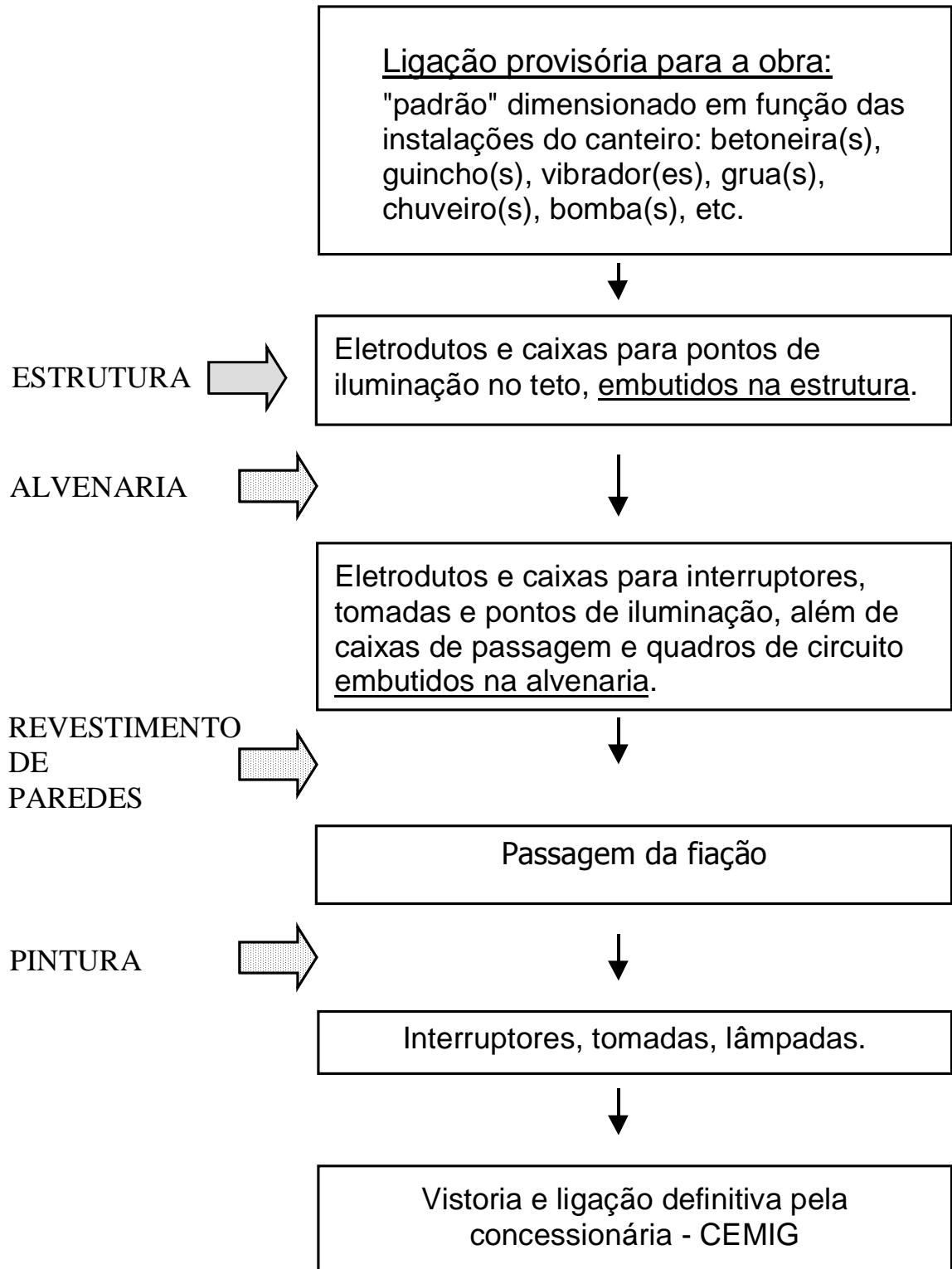


Figura 63- Seqüência de serviços de instalação elétrica em uma obra.

## 2.10 - Marcenaria

Etapa caracterizada por trabalhos em madeira, onde se destacam a colocação de portas e rodapés, serviços entregues para execução a um MARCENEIRO.

- Portas:
  - "Penduradas" por meio de dobradiças metálicas nas guarnições anteriormente fixadas na alvenaria. Encontram-se no mercado portas de diversos tipos quanto ao acabamento como portas maciças, portas ocas, portas para receber pintura, portas prontas, portas almofadadas, portas lisas.

Um serviço de qualidade caracteriza-se pelo perfeito abrir e fechar da porta, com encaixe perfeito dos trincos na guarnição. Possíveis larguras para guarnições estão representadas na Figura 65.

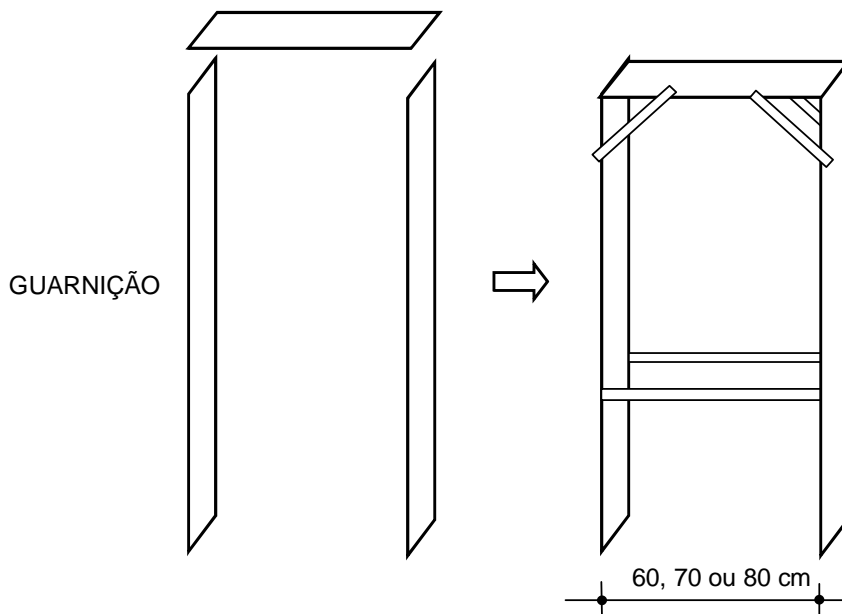


Figura 64 - Guarnição de madeira para fixação de porta



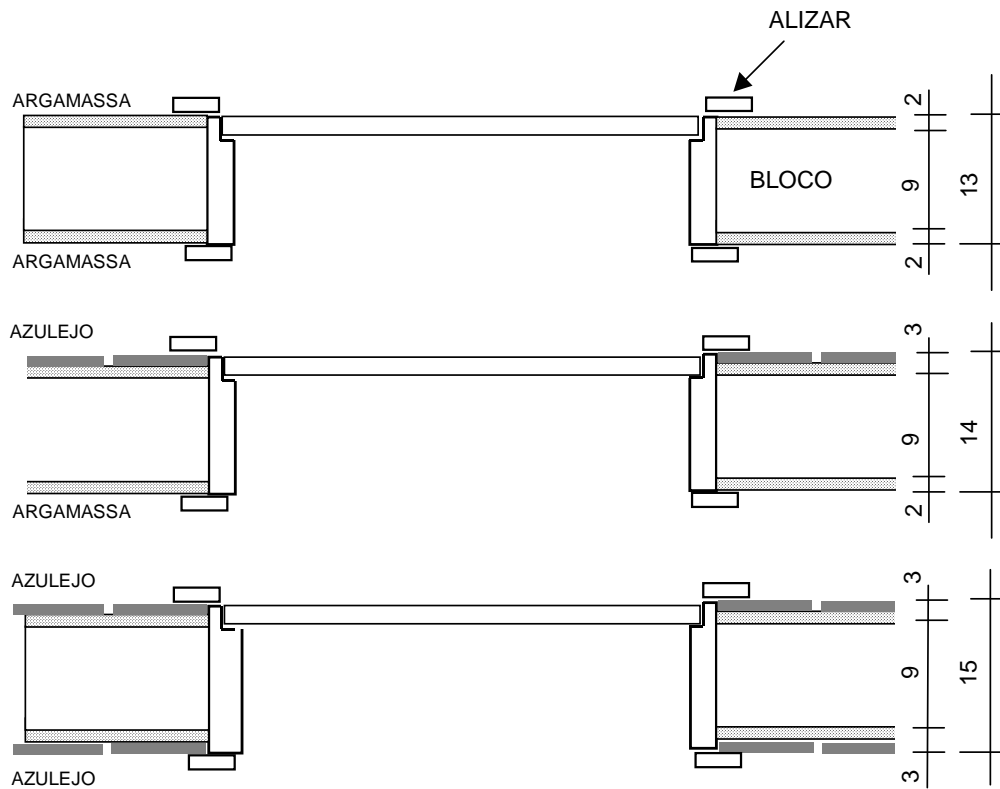


Figura 65- Guarnição de madeira - largura de acordo com o acabamento da parede.

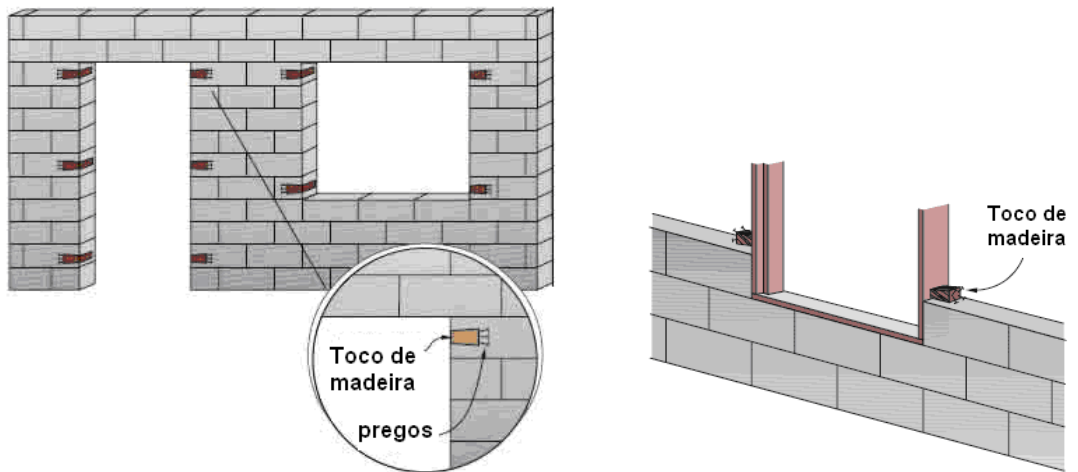


Figura 66 – Auxílio de tocos de madeira para a fixação de portas e janelas na alvenaria.

- Rodapés:
  - Fixação - pregados em pequenos tacos de madeira pré-fixados na alvenaria, ou presos por meio de bucha e parafuso diretamente na argamassa de revestimento. (Figura 67)

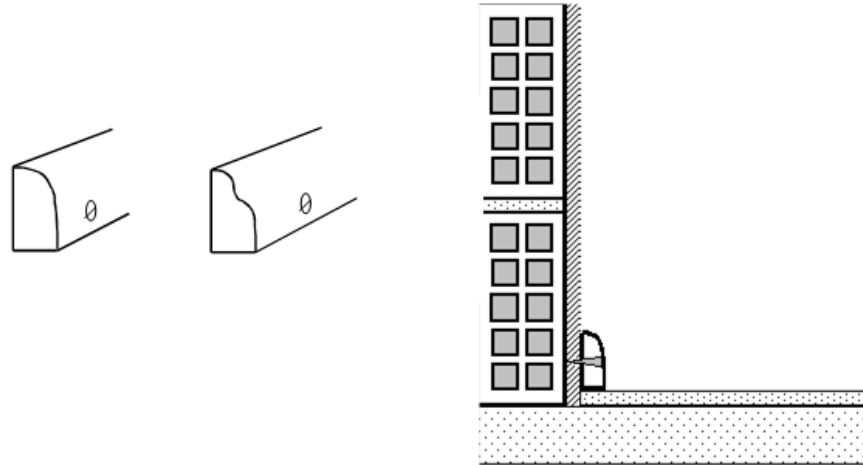


Figura 67 – Fixação de rodapé de madeira com parafuso e bucha.

### 2.11 - Esquadrias

A escolha do tipo de esquadria a instalar nos vãos de portas e, principalmente, janelas recai sobre os seguintes materiais disponíveis no mercado: madeira, alumínio, aço e PVC. Os principais critérios para optar por um destes materiais são ESTÉTICA, FUNCIONALIDADE, DURABILIDADE, MANUTENÇÃO E PREÇO. As esquadrias também possuem uma sequência para sua colocação, objetivando uma maior facilidade na hora da montagem e cuidados para a prevenção de problemas futuros, como infiltrações. (Figura 69)

- Esquadrias de madeira: de aspecto nobre e aconchegante, exigem manutenção permanente com pintura ou envernizamento.
- Esquadrias de alumínio: fabricadas por serralheiro, são de alta durabilidade e não exigem manutenção. Apresentam, porém, o inconveniente do preço muito elevado (Figura 68).
- Esquadrias de aço: feitas também por serralheiro, são de aspecto popular e exigem de tempos em tempos pintura para evitar a corrosão.
- Esquadrias de PVC: são as mais novas no mercado e oferecem perfis prontos para uso de diferentes cores, proporcionando aspecto agradável, praticidade e durabilidade.

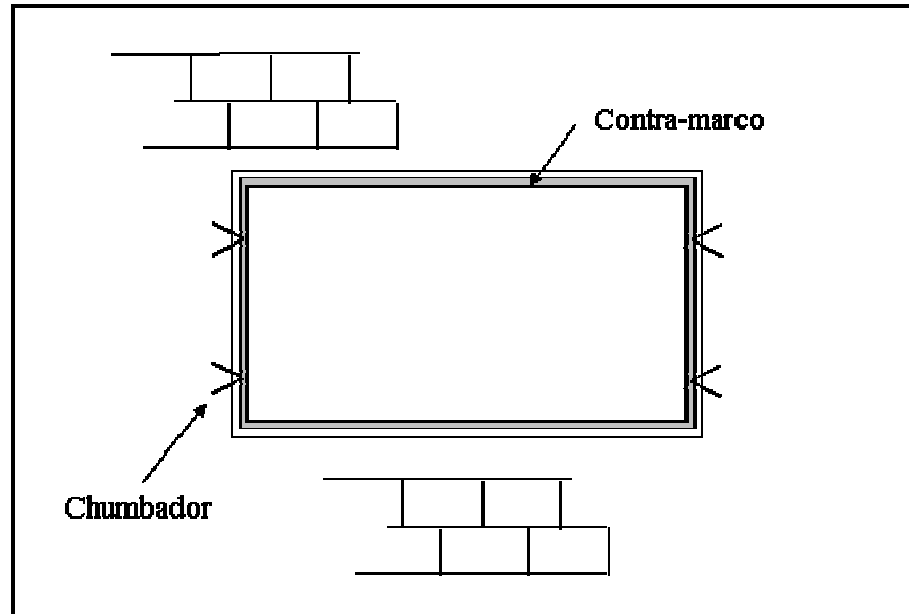


Figura 68 – Esquadria de alumínio.

### SEQUÊNCIA DE COLOCAÇÃO

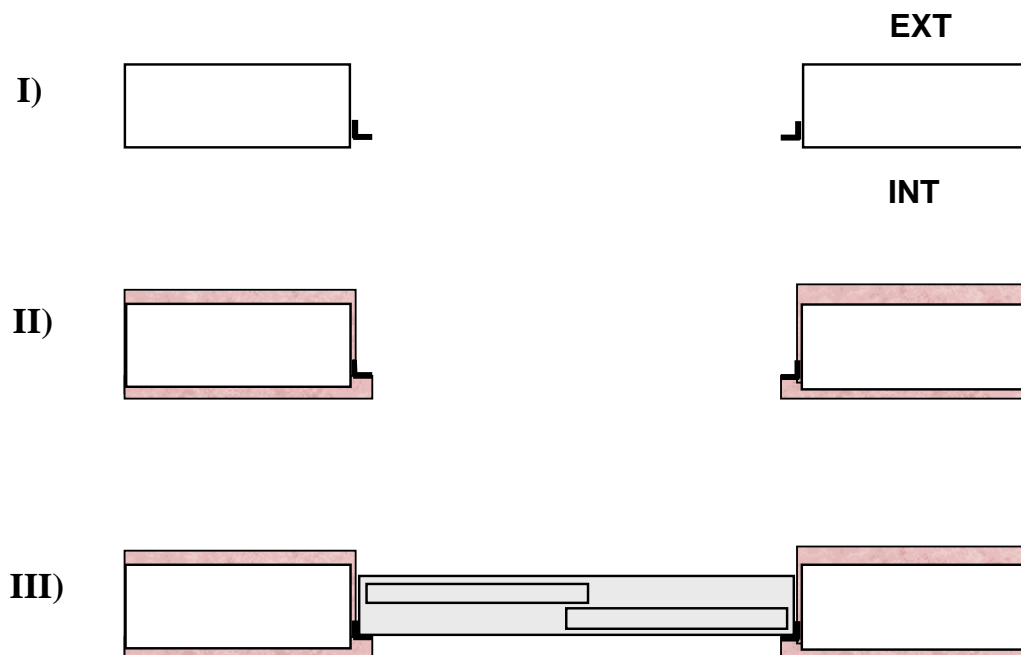


Figura 69 – Sequência de montagem de janelas.

Seja qual for o tipo de esquadria escolhido, adotar medidas para evitar infiltração de água de chuva como o caimento, para o lado externo do edifício, da pedra que compõe o peitoril, além da calafetação de frestas entre a esquadria e a fachada com uso de massa flexível (mastique) ou silicone. Essas medidas importantes podem ser observadas nas ilustrações a seguir (Figura 70 e Figura 71).

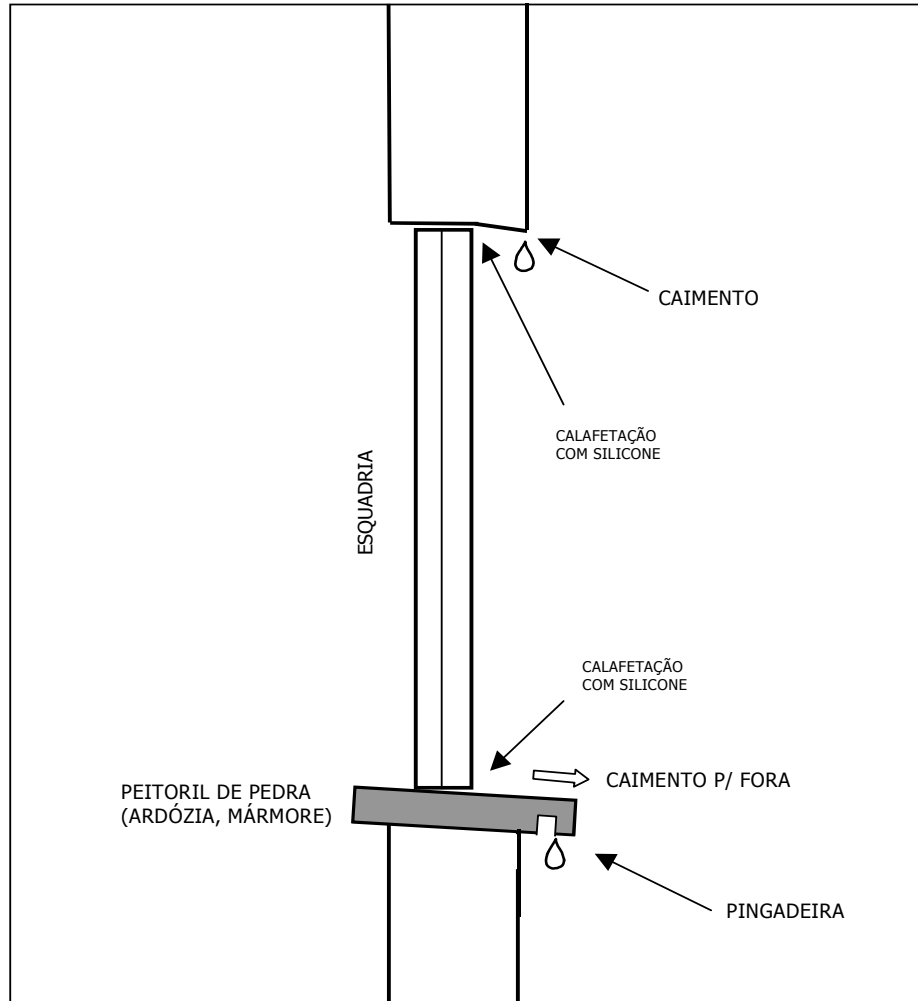


Figura 70 – Medidas a serem adotadas para evitar a infiltração de água em janelas.

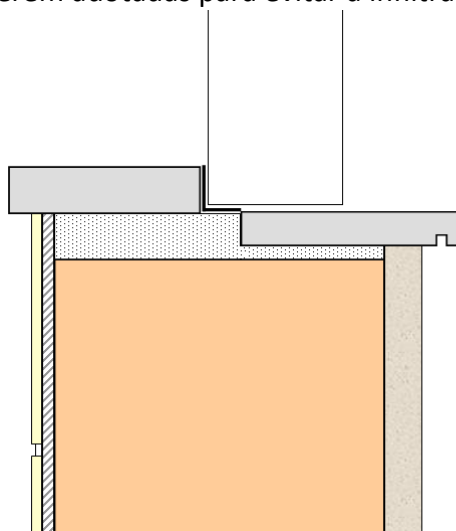


Figura 71 – Detalhe de peitorial de janela.

## 2.12 - Revestimento de paredes

Etapa da obra cuja principal finalidade é regularizar as superfícies de paredes - e também de tetos, muros e fachadas - resguardando-as das intempéries e do desgaste de maneira geral. Como qualidades essenciais de um revestimento podem ser citadas a resistência ao choque e a esforços de abrasão, a durabilidade e a impermeabilidade, quando necessária. Uma das sequências de revestimentos mais comuns está instruída na Figura 72.

### 2.12.1 - Argamassa

Revestimento executado em mais de uma camada, conforme o que se segue:

- ENCHIMENTO:
  - Necessário somente em casos especiais, como paredes totalmente fora de prumo ou alvenaria de pedras irregulares;
  - Se necessária espessura maior que 3 cm, "encascar" com pedaços de tijolo e pedra;
  - Camada de acabamento áspero, obtida com argamassa de grãos grossos. No caso de ser necessário mais de uma camada, esperar que a anterior esteja totalmente endurecida.
- CHAPISCO (1ª camada): camada finíssima de argamassa forte de cimento e areia grossa lavada 1:4 (volume), para aumentar a aderência da camada posterior (emboço) na parede. Aplicada com colher de pedreiro (através de uma peneira ou não), lançando a argamassa de forma a ficar bem espalhada.
- EMBOÇO (2ª camada):
  - Espessura 1,0 a 2,5 cm, de acabamento áspero;
  - Aplicado somente após o endurecimento total do chapisco e com as tubulações de instalações elétricas e hidráulicas, de esgoto, gás, etc, já embutidas nas paredes;
  - Técnica de aplicação: espalhamento da argamassa com colher e regularização com régua e desempenadeira, seguindo faixas-guias de argamassa ("mestras") que definem um plano;
  - Dosagem da argamassa: deve ser estudada para se obter trabalhabilidade, baixa retração na secagem, resistência mecânica, elasticidade adequada e aderência

suficiente à base depois de endurecida. Os grãos do agregado são médios (máximo 2,0 mm).

- Traços mais comuns em volume: cimento, cal e areia – 1:1:6 e 1:2:9 (em volume); cimento e areia de britagem - 1:8 (dependendo da granulometria da areia, variável conforme o tipo de rocha);
- REBOCO (3ª camada):
  - Última camada, aplicada após o endurecimento do emboço, de menor espessura - 0,5 cm - e acabamento mais liso, proporcionado pelos grãos finos da areia utilizada na argamassa (máximo 0,6 mm);
  - Executado depois de peitoris e guarnições de portas e janelas, mas antes de rodapés e alizares;

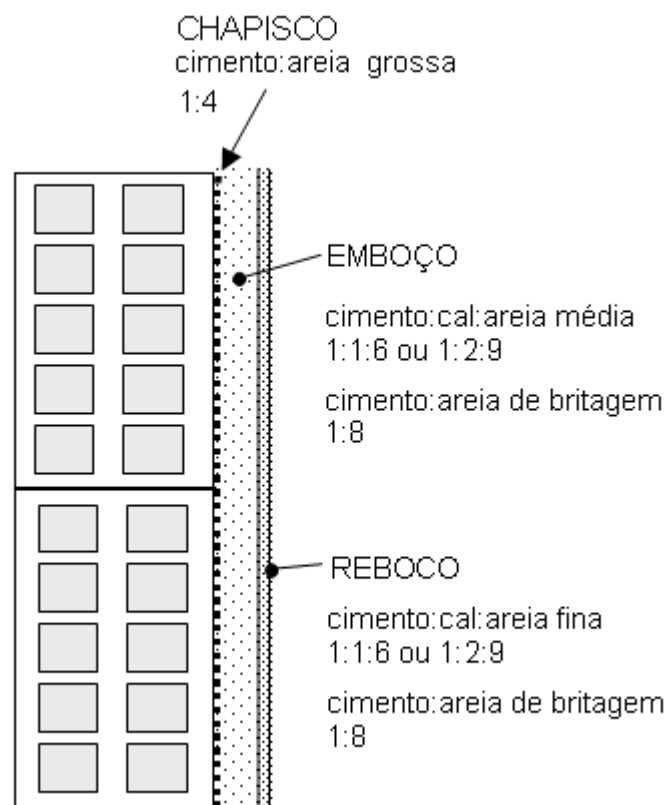


Figura 72 – Camadas de revestimento para a regularização da superfície das paredes – chapisco, emboço e reboco.

Técnica de aplicação : com colher de pedreiro, espalha-se a argamassa fresca com o auxílio de taliscas e, no momento adequado, faz-se o acerto da superfície com uma régua de alumínio, obtendo-se uma textura "sarrafeada" áspera, ideal para a colagem de peças cerâmicas (Figura 75 a Figura 78). Em seguida, caso desejado, o acabamento é feito com uma

desempenadeira, para obtenção de superfície mais bem acabada, chamada "desempenada" (ainda áspera, porém mais lisa do que somente "sarrafeada"). Para um acabamento mais liso usa-se uma camurça - superfície "camurçada". Na Figura 73 estão os instrumentos utilizados para um maior aperfeiçoamento da aplicação de argamassas.

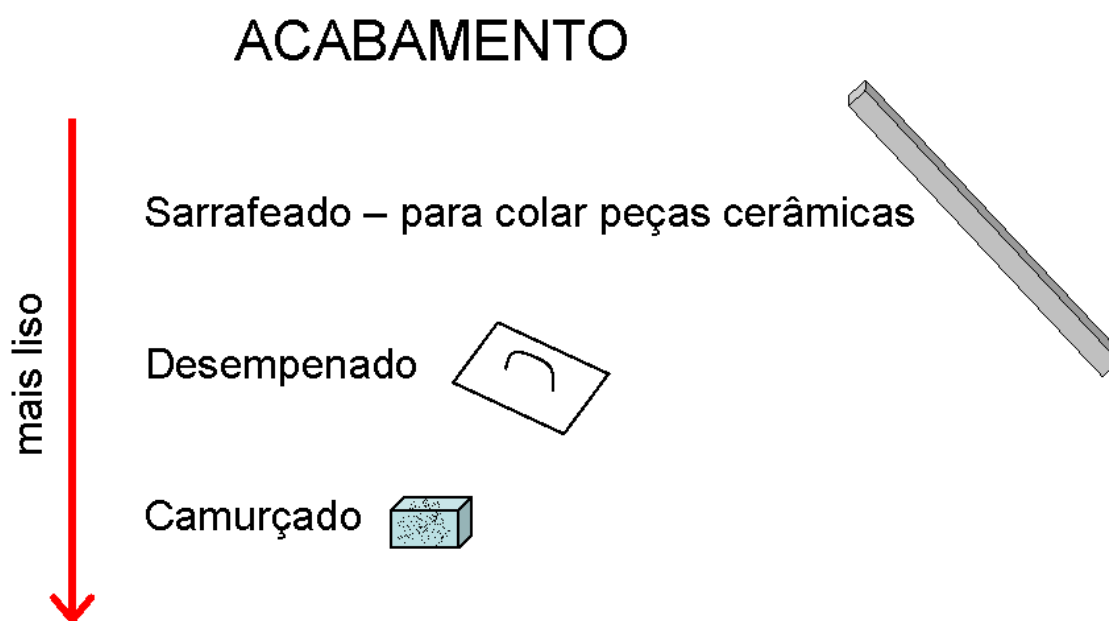


Figura 73 – Técnicas de acabamento de revestimento de argamassa.

Revestimento de argamassa denominado "camada única" é aquele aplicada em uma só camada sobre a alvenaria (com ou sem chapisco, conforme a rugosidade da base). Argamassas: 1:1:6, 1:2:9, 1:8 (areia de britagem). Grande praticidade e economia (Figura 74).

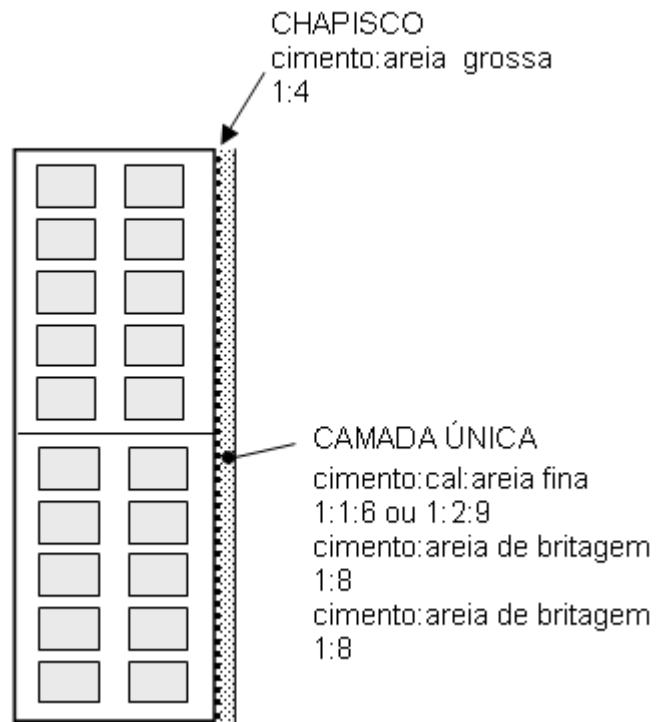


Figura 74 – Camada única de argamassa aplicada sobre a alvenaria.



PAREDE SEM PORTA

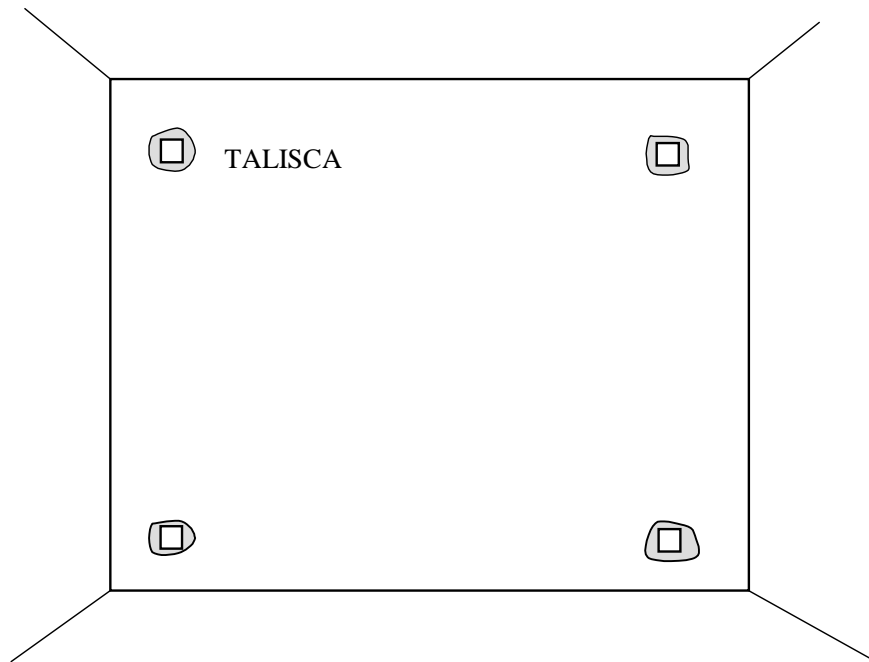


Figura 75 – Posicionamento de taliscas na parede para aplicação de argamassa.

PAREDE COM PORTA

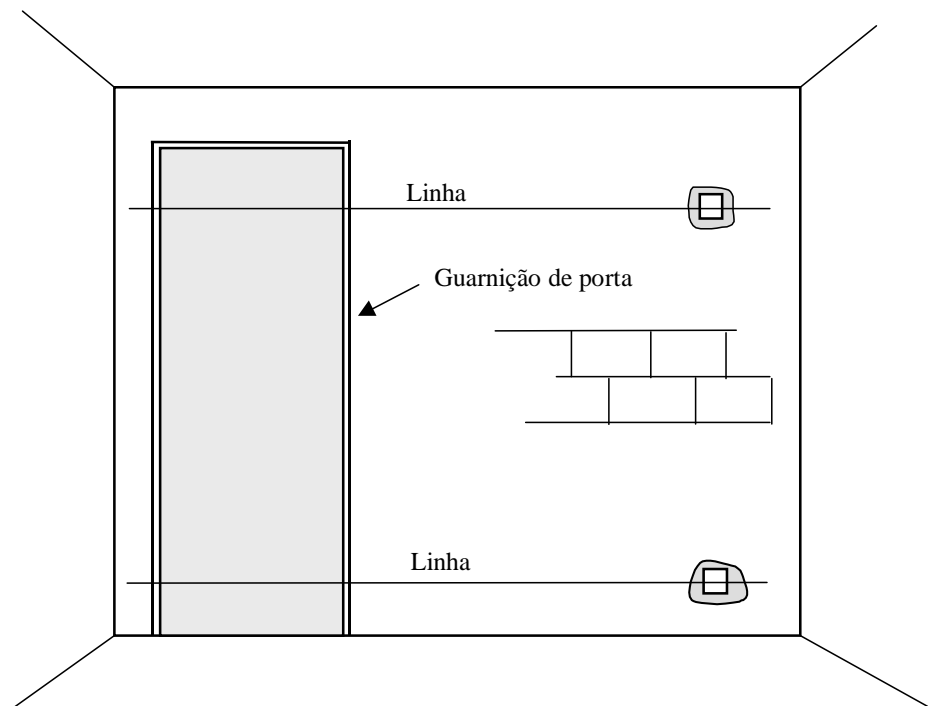


Figura 76 – Posicionamento de talisca em parede com guarnição de porta.

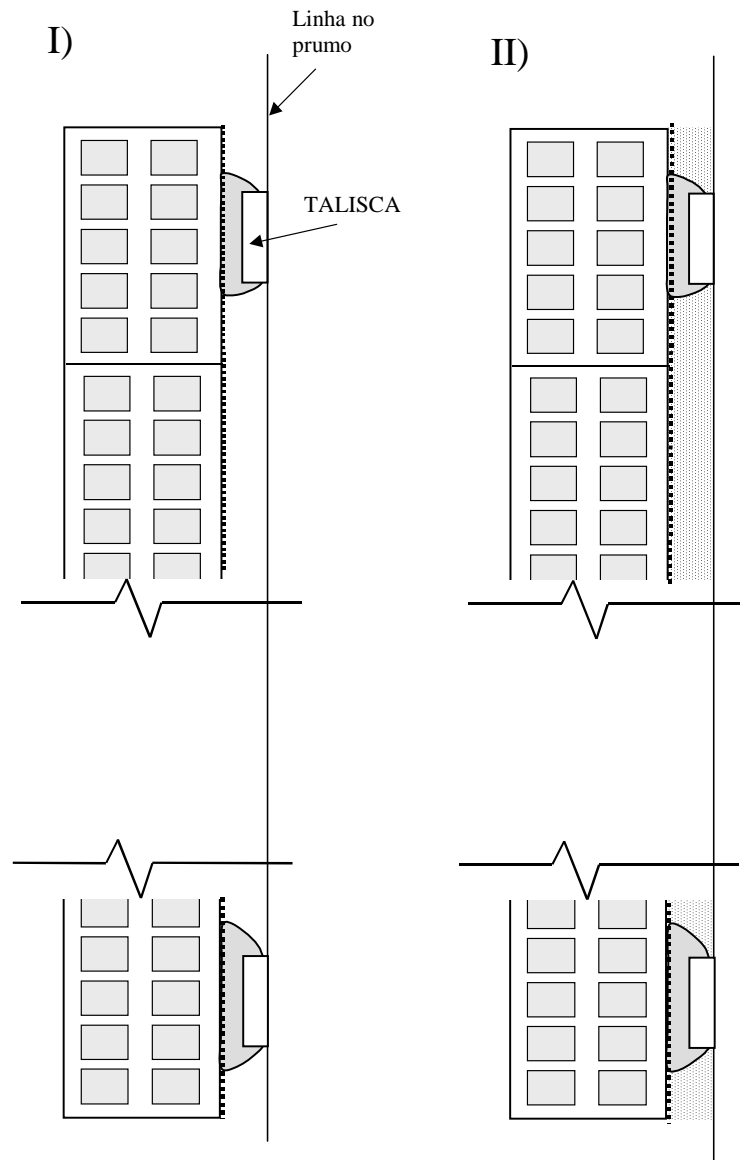


Figura 77 – Posicionamento de taliscas - verificação do prumo.

**APLICAÇÃO DA ARGAMASSA**

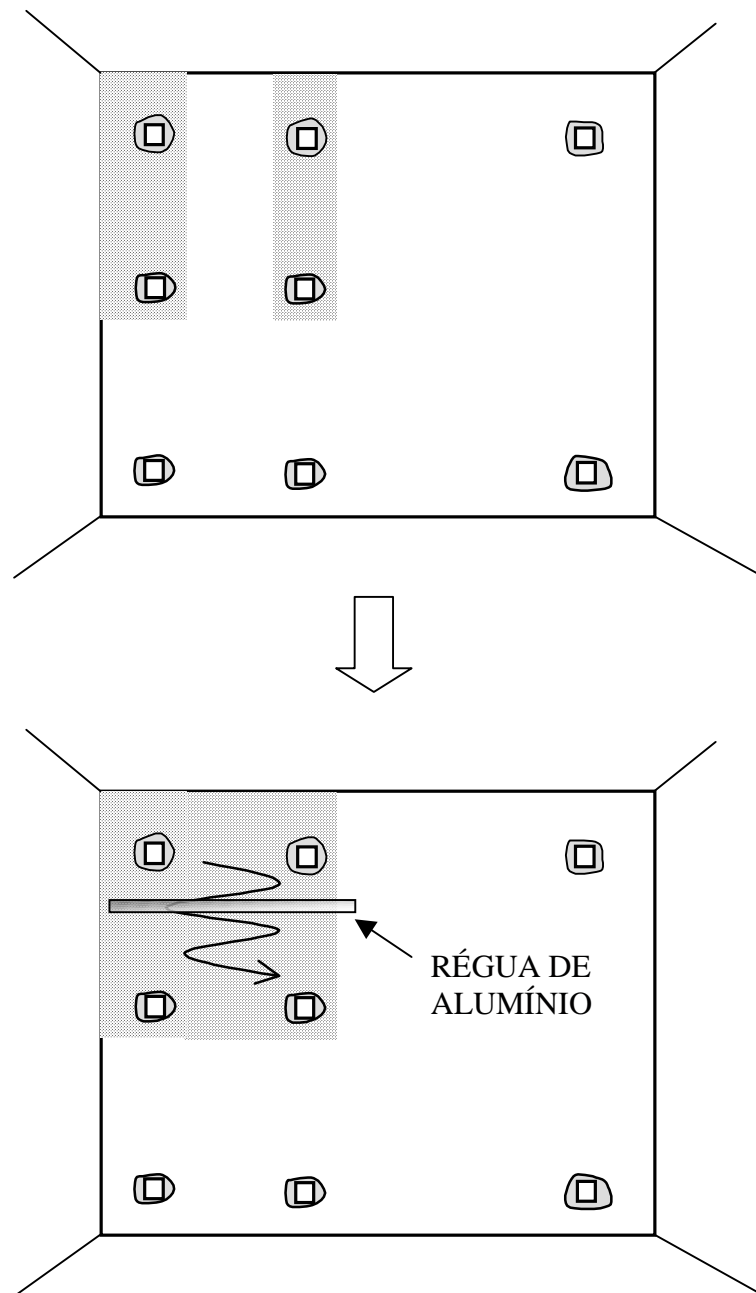


Figura 78 – Técnica para aplicação de argamassa em paredes – auxílio das taliscas e de uma régua de alumínio.

### 2.12.2 - Azulejo

Revestimento aplicado como decoração e, principalmente, para proporcionar superfície lisa e impermeável em áreas molháveis como cozinhas, banheiros e saunas.

Fabricados em grandes variedades de tamanho e cor, lisos e decorados, os azulejos mais comuns são os de dimensões 15 x 15 (cm) e 20 x 20 (cm).

- Assentamento (Figura 79):
  - Sobre emboço endurecido. No caso de emboço mais antigo e seco, usa-se molhar um pouco a superfície antes da aplicação do azulejo;
  - Os azulejos devem ser colocados no sentido do piso para o teto dos cômodos, calculando-se a altura das fiadas de modo a se obter peças inteiras na última de cima;
  - A primeira fiada, mais próxima do piso, é colocada depois que o piso estiver pronto, o que permitirá o corte adequado dos azulejos;
  - Corte dos azulejos: bem executado, permite a utilização dos dois pedaços;
  - Junta: com cerca de 2,0 mm de largura, é executada colocando-se um espaçador entre as fiadas, formando a junta horizontal e afastando-se os azulejos para formar a junta vertical. O espaçador só é retirado após a pega suficiente da argamassa de assentamento. As juntas são recomendadas para melhor acabamento da parede azulejada e para prevenção de descolamento de azulejos por dilatação térmica das peças;
  - Rejuntamento: operação de enchimento das juntas com pasta de cimento branco. O serviço é bem executado quando se toma anteriormente o cuidado de se deixar limpo o espaço entre os azulejos logo após sua colocação;
  - Argamassa: pode ser fabricada na obra (cimento, cal e areia fina - 1:1:6 em volume) e colocada com colher de pedreiro em cada azulejo que vai ser levado à parede. Usa-se também a argamassa colante industrializada, entregue na obra ensacada, em mistura pronta que recebe apenas a adição de água momentos antes do uso.
  - Aplicação: com argamassa feita em obra, posiciona-se cada azulejo na parede, fixando-o com batidas leves com o cabo da colher de pedreiro, promovendo a aderência ao

emboço e expulsando para os lados o excesso de argamassa. No caso de uso de argamassa colante industrializada, espalhá-la com desempenadeira dentada de aço sobre uma pequena área do emboço (cerca de  $1\text{m}^2$ ) e, logo em seguida, colar os azulejos um a um, fixando-os com batidas leves. Este segundo processo é mais rápido e proporciona um serviço de excelente qualidade.

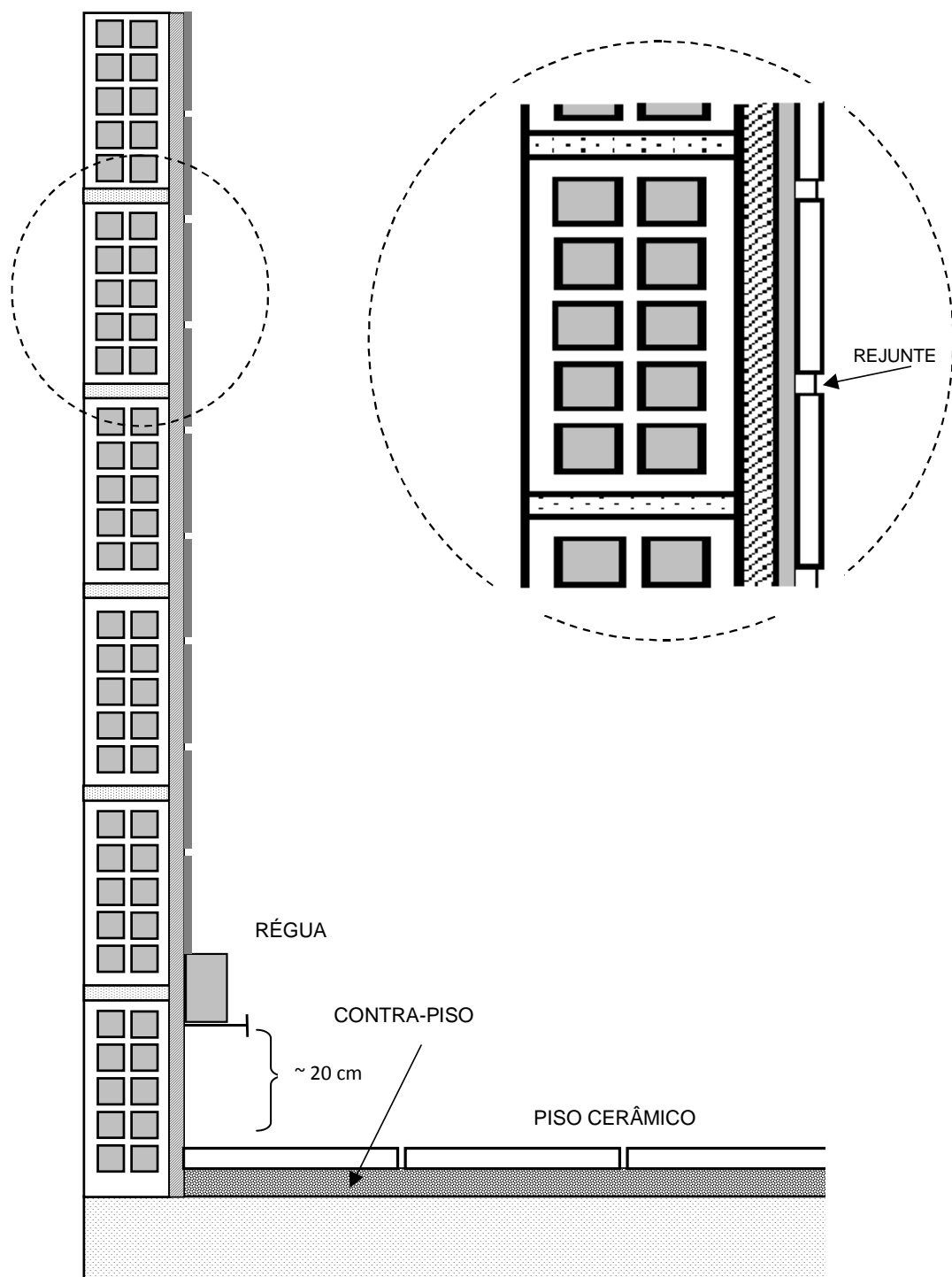


Figura 79 – Assentamento de azulejos

### Recomendações para evitar descolamento de azulejos:

- O emboço deve estar semi-úmido antes da colagem das peças (para argamassa de assentamento fabricada em obra);
- Não deve haver umidade na parede por vazamentos ou infiltrações;
- Umedecer os azulejos antes da colocação, sem saturá-los, para argamassa feita em obra. Seguir recomendações do fabricante, no caso de uso de argamassa colante industrializada.
- Usar areia limpa, cimento novo ou argamassa colante dentro do prazo de validade;
- Cobrir completamente a superfície do azulejo com argamassa no assentamento e aplicar boa pressão sobre o azulejo na colocação;
- Após a aplicação dos azulejos, evitar qualquer tipo de esforço na parede durante o endurecimento da argamassa.

### **2.13 - Revestimento de pisos**

Para a escolha adequada do tipo de revestimento de piso das edificações deve ser considerada a finalidade do cômodo ou da área onde vai ser aplicado.

Características essenciais:

- Ser resistente ao desgaste;
- Provocar o mínimo de ruído com o movimento das pessoas;
- Apresentar um mínimo de aderência que proporcione segurança no movimento das pessoas, evitando acidentes;
- Exigir pequena ou nenhuma despesa de manutenção;
- Ser de fácil limpeza, para ser mantido em boas condições de higiene;
- Proporcionar aspecto agradável.

#### *2.13.1 - Lastro*

Camada de concreto executada diretamente sobre o solo com as finalidades de formar uma

base resistente e apropriada à execução de outras camadas de acabamento para os pisos e evitar penetração de umidade nas edificações por capilaridade.

É constituído, na maioria dos casos, de concreto simples sem armação. A espessura e o tipo (composição do concreto) de lastro dependem, no entanto, da sobrecarga prevista para o piso e da qualidade do solo sobre o qual se executa o serviço. Em indústrias, oficinas, armazéns e lugares que serão submetidos a cargas pesadas, inclusive por aglomeração de pessoas, o lastro pode ser de concreto armado.

Espessuras para casos comuns de concreto não estrutural:

- Pisos térreos, calçadas, quintais - 7 cm;
- Lojas, depósitos, bibliotecas - 10 cm;
- Garagens - 12 a 15 cm. (Figura 81)

Execução:

- Nivelamento do solo (para lastros nivelados), compactação e posicionamento dos pontos de nível para o concreto com taliscas ou piquetes;
- Espalhamento, adensamento e sarrafeamento do concreto obedecendo-se os piquetes;
- Observar execução de juntas de dilatação.

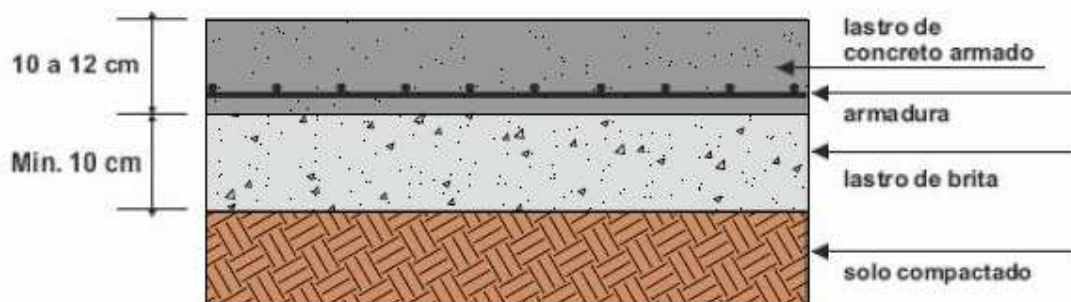


Figura 80 – Lastro de concreto

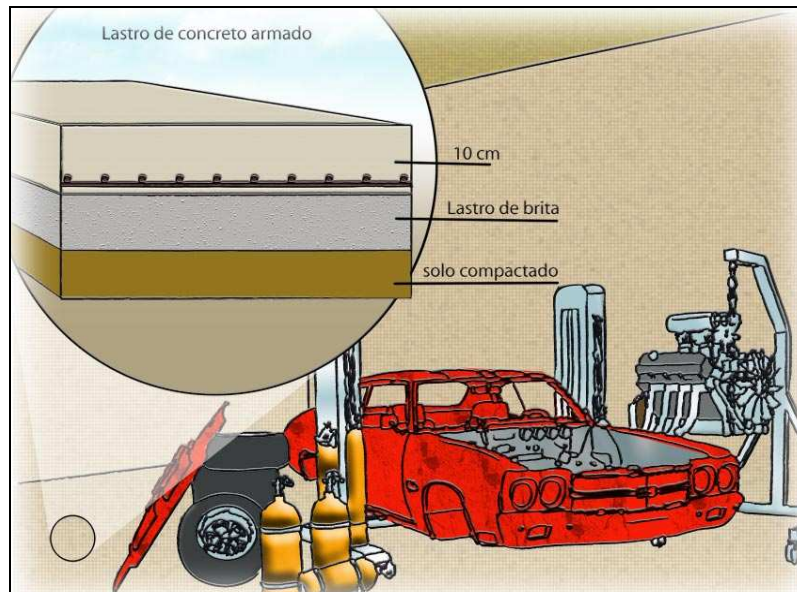


Figura 81 – Espessura ideal para lastro de concreto armado em oficinas, garagens e outros locais com passagem de carros: 12 a 15 cm.

### 2.13.2 - Contrapiso e "Cimentado"

Camada de argamassa de cimento e areia de aproximadamente 2 cm, lançada sobre os lastros e/ou lajes. Pode vir a ser a camada anterior ao revestimento mais fino e definitivo do piso (cerâmica, por exemplo) e é chamada, neste caso, de CONTRAPISO, ou pode ser o próprio revestimento definitivo (caso de garagens, passeios, pátios, etc).

No caso de execução de contra-piso ou cimentado sobre lastro de concreto, a argamassa pode ser aplicada com o concreto ainda úmido, obtendo-se assim excelente aderência *contrapiso/lastro*.

Execução:

- Espalhamento da argamassa acompanhando-se as "taliscas" que definem o plano de execução;
- Sarrafeamento e execução de juntas, se necessário;
- Acabamento da superfície com desempenadeira ou colher de pedreiro ("queimado"), conforme o acabamento desejado;
- Traços mais usados de argamassa de cimento e areia: 1:4, 1:5 e 1:6 (em volume), conforme a finalidade do contrapiso ou do cimentado e a textura superficial desejada.



### 2.13.3 - Piso cerâmico

Serviço executado depois do revestimento de tetos e paredes, é feito com peças dos mais variados tamanhos e cores oferecidas pelo mercado de materiais de construção.

Existem basicamente duas técnicas de assentamento de peças cerâmicas para execução de revestimento de pisos:

- Com argamassa fresca fabricada na obra, espalhada sobre lastro ou sobre laje;
- Com argamassa industrializada, espalhada em pequena espessura para assentamento da cerâmica sobre contrapiso seco.

#### a) Assentamento sobre lastro ou laje, com argamassa fresca:

- Algumas tipos de peças cerâmicas devem ser previamente umedecidas, assim como também o lastro ou a laje;
- Tomar o ponto de nível da superfície acabada do piso com a colocação de taliscas espalhadas pela área a revestir;
- Antes de começar o assentamento, planejar o corte das peças cerâmicas junto às paredes, escolhendo-se o local do cômodo onde se deseja o melhor aspecto, ou seja, cerâmicas inteiras;
- Respeitando-se as taliscas, espalhar a argamassa por trechos regularizando-a com o uso de uma régua. Em seguida, espalhar um pouco de cimento puro sobre a argamassa ainda fresca e aplicar as cerâmicas acomodando-as com batidas leves;
- Juntas: como no azulejamento, recomendadas para melhor acabamento e prevenção contra descolamento por dilatação térmica. A largura depende do aspecto desejado. Observação: limpar bem as juntas logo após o assentamento das peças cerâmicas;
- Observar os caimentos necessários para águas de chuva ou de lavagem de pisos, na direção dos ralos e sarjeta;
- Rejuntamento: pasta de cimento, com pigmento ou não, ou argamassa de cimento e areia para diminuição da retração;
- Argamassa fabricada na obra (em volume): cimento e areia 1:6 a 1:8.

b) Assentamento sobre contrapiso, com argamassa industrializada:

Processo mais moderno, racionalizado, limpo e eficiente. ( )

- Limpar bem o contrapiso seco, removendo a poeira;
- Preparar a argamassa industrializada apenas com adição de água;
- Espalhar a argamassa no contra-piso em trechos, com desempenadeira de aço, formando "cordões" com o seu lado dentado;
- Espalhar as peças seguindo-se o alinhamento e o desenho desejados, deixando espaço entre elas (junta);

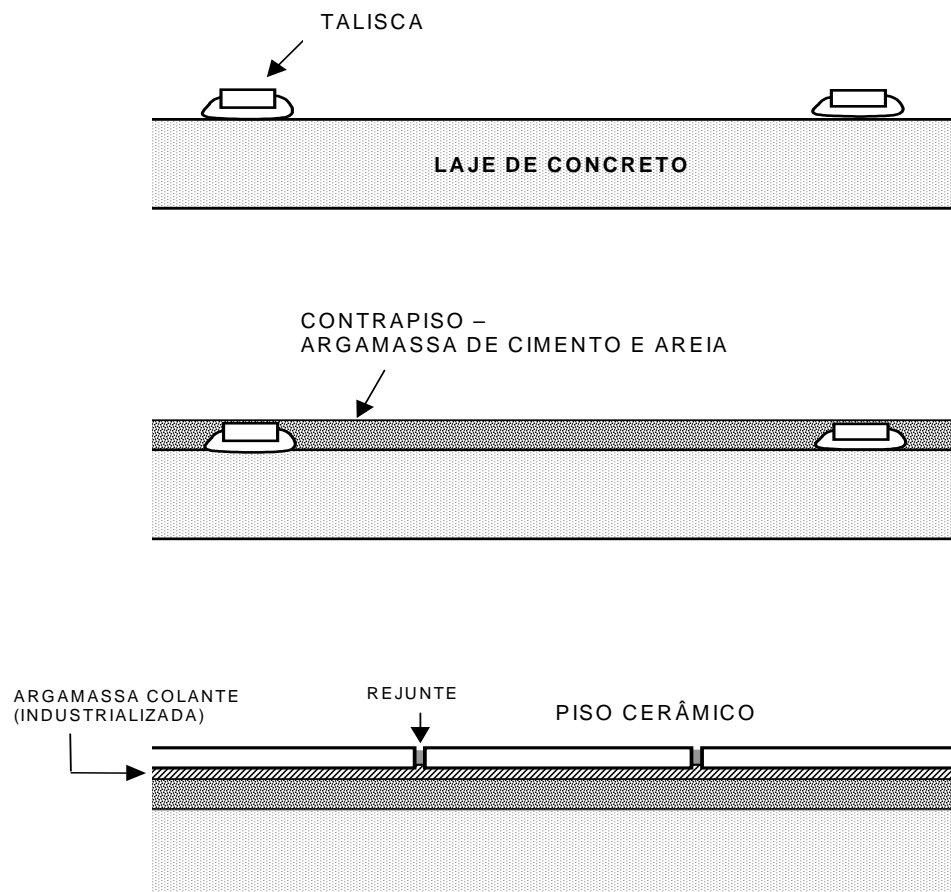


Figura 82 - Execução de revestimento de pisos com argamassa industrializada.

2.13.4 - *Piso de madeira*

Serviço a ser executado após o revestimento de tetos e paredes.

Independentemente do tipo de material a ser escolhido para o revestimento em madeira, a principal recomendação para este tipo de serviço consiste em usar somente peças secas ou

com teor de umidade em equilíbrio com o do ambiente, visando-se evitar a retração e o empeno após o assentamento.

### **Tacos simples**

Dimensões mais comuns: 7 x 21 (cm) e espessura de 2 cm.

Execução: assentados com argamassa de cimento e areia 1:4, espalhada sobre o lastro ou sobre a laje.

- Molhar a base (lastro ou laje) e espalhar a argamassa, nivelada com a ajuda de taliscas;
- Colocar os tacos um a um, acertando o nivelamento com batidas leves e depois com a ajuda de uma tábua deitada sobre os tacos;
- Preparo dos tacos: para melhor aderência à argamassa, os tacos devem ser revestidos na face inferior com pedrisco, colado com asfalto, além de receberem alguns pregos tipo "L". Processo antigo e demorado.

### **Tacos de Encaixe**

Dimensões mais comuns: 7 x 21 x 2 (cm), de encaixe tipo macho e fêmea.

Execução: sobre contra-piso nivelado e seco, o assentamento é feito com cola especial espalhada com desempenadeira de aço (lado reto). Colocar os tacos um a um sobre a cola espalhada por trechos e bater vigorosamente com martelo de borracha.

#### **RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA REVESTIMENTOS COM TACOS SIMPLES E TACOS DE ENCAIXE:**

- Em nenhum taco devem ser toleradas: manchas de podridão, quinas mortas, rachaduras, cores contrastadas e nós grandes soltos ou podres;
- Observar os desenhos do piso e das juntas especificados em projeto;
- Executar junta de dilatação junto às paredes de 1 cm (arrematada posteriormente com o rodapé);
- Calafetar todas as juntas (preencher as frestas) após a raspagem, utilizando o pó da madeira misturado com cola.

### **Parquete**

É apresentado em placas (40 x 40) constituídas por pequenas peças de madeira agrupadas sobre uma tela plástica aderida na face de colagem.

As placas são assentadas com cola e martelo de borracha sobre contra-piso seco de cimento e areia. A Figura 83 ilustra diferentes maneiras para o assentamento de pisos de madeira.

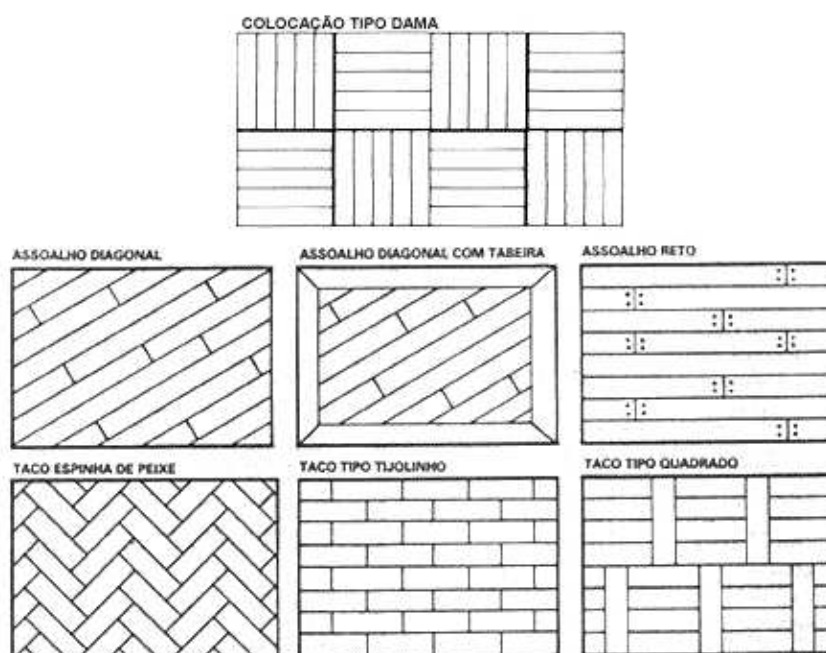


Figura 83 – Modos de assentamento para pisos de madeira.

### **Tábua Corrida**

O revestimento é executado com tábuas de encaixe tipo macho e fêmea, fixadas por meio de pregos a barrotes (peças compridas de madeira de seção trapezoidal). Esse tipo de encaixe está detalhado na Figura 85.

Dimensões das tábuas: largura variável de 0,10 a 0,25 m, comprimento de cerca de 2,5 m e espessura de 0,025 m.

As tábuas devem ser rigorosamente selecionadas e secas em estufa, perfeitamente "galgadas", com superfície plana e cor uniforme.

Execução:

- Colocação dos barrotes - são fixados à laje ou lastro de concreto com argamassa forte de cimento e areia, perpendicularmente à direção em que serão fixadas as tábuas, com espaçamento máximo de 50 cm entre uma e outra peça e nivelados (Figura 84);
- Se o cômodo é maior que o comprimento das tábuas, serão necessárias emendas de topo - a distribuição dos barrotes deve ser tal que sempre haja um deles sob as emendas;

- As tábuas são fixadas aos barrotes com pequenos pregos no encaixe (macho) e, no contrapiso, com cola.

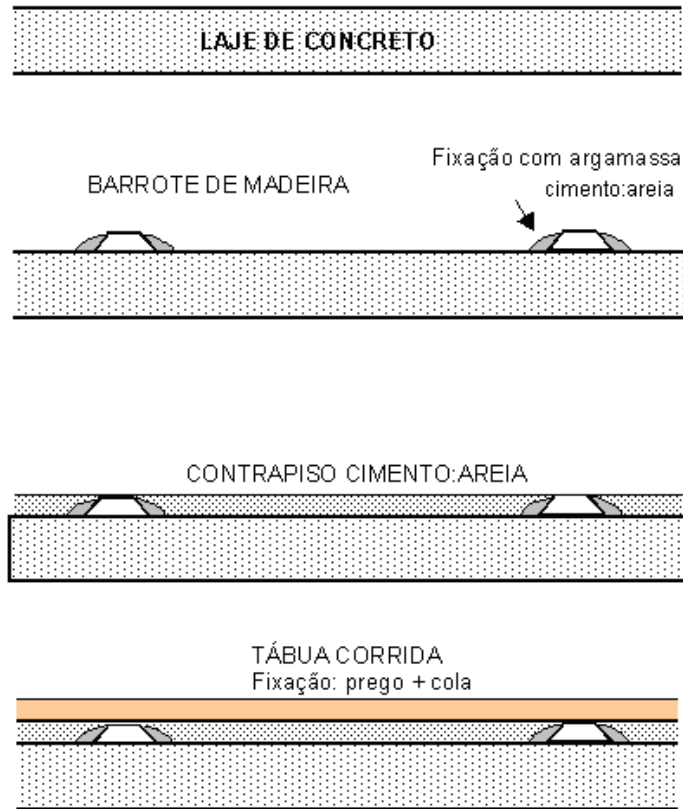


Figura 84 – Revestimento de piso de tábua corrida.

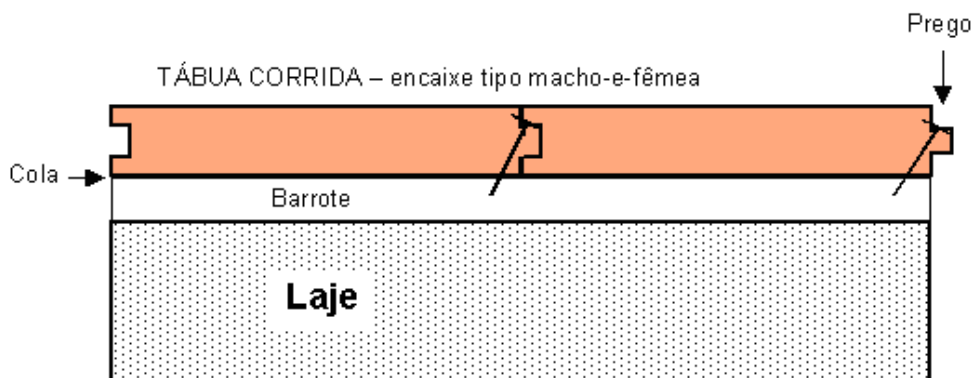


Figura 85 – Detalhe de encaixe de tábua corrida – encaixe tipo macho-e-fêmea.



Figura 86 – Possível defeito em pisos de madeira.

## 2.14 - Pintura

Uma das últimas etapas de acabamento da obra, a pintura é também uma das mais caras. Entrega-se geralmente este serviço a empreiteiro especializado, cujo preço pode incluir materiais, mão-de-obra e equipamentos ou somente mão-de-obra e pequenas ferramentas, ficando os materiais por conta do proprietário da obra. Os serviços mais comuns realizados em obras estão instruídos na Tabela 11.

### 2.14.1 - Tintas

Material de revestimento de consistência líquida ou pastosa, serve para cobertura, proteção, coloração das superfícies dos objetos, materiais, paredes, etc. Na construção civil as superfícies para pintura mais comuns são a madeira, a alvenaria, o concreto e os metais.

Um serviço de pintura, depois de pronto, pode apresentar os aspectos brilhante ou fosco, transparente ou opaco, colorido ou incolor.

A execução da pintura em qualquer tipo de superfície deve passar pelas seguintes etapas:

- Preparação da superfície;
- Aplicação eventual de fundos, massas, condicionadores;
- Aplicação da tinta de acabamento.

Toda superfície, após ter sido preparada para receber a pintura, deve se apresentar:

- O menos áspera possível e pouco porosa;
- Seca;
- Limpa (sem poeira, graxa, óleo, ferrugem, etc.).

O preparo da superfície é feito por processo mecânico ou químico, com o auxílio de lixas, solventes, jato de areia, etc., dependendo da sujeira a ser removida.

### COMPOSIÇÃO DAS TINTAS

Toda tinta é composta por uma suspensão de partículas opacas sólidas (pigmentos) em um veículo fluido. A função das partículas é cobrir e colorir. A função do veículo é aglutinar as partículas para formar uma película de proteção.

O veículo da tinta é formado por uma parte VOLÁTIL (solventes que evaporam) e outra NÃO

VOLÁTIL que, ao secar, constitui a película protetora.

Eventualmente adicionam-se cargas à tinta, que são pós minerais brancos ou incolores cuja finalidade é melhorar a consistência e durabilidade (ex.: talco, gesso, carbonato de cálcio).

### **APLICAÇÃO**

Para escolha da tinta a aplicar é necessário conhecer o tipo de superfície que vai receber a pintura, as condições ambientais que esta tinta vai suportar e qual a finalidade de aplicação do produto (colorir, evitar ferrugens, isolar contra umidade, etc.). Uma vez feito este tipo de análise, o processo de aplicação também deve ser adotado de acordo com o tipo de serviço a executar. Dentre os mais conhecidos estão:

- PINCEL: processo lento, porém prático. Indicado para pequenos serviços, "recortes" de cantos e quinas e superfícies irregulares. Exige profissional experiente.
- ROLO: processo um pouco mais rápido, indicado para superfícies planas.
- NEBULIZAÇÃO: podendo ser A AR e SEM AR, é o processo mais rápido e que proporciona acabamento de melhor qualidade, embora haja muita perda de material na pintura de peças estreitas como grades. Processo mais indicado para portas e móveis em geral, exige tinta de baixa viscosidade e solvente rápido;

### **TINTAS MAIS USADAS**

- TINTA A ÓLEO: na sua composição, parte do veículo é um óleo secativo que endurece quando exposto ao ar formando uma película sólida, relativamente flexível, resistente e aderente à superfície de aplicação. A viscosidade deste óleo pode ser diminuída pela mistura com um solvente (gasolina, aguarrás) já presente na tinta ou adicionado conforme o uso a que se destina o material. Solvente mal escolhido ou adicionado em quantidade não adequada pode causar defeito de acabamento na pintura.

Aplicações mais comuns da tinta a óleo: superfícies de madeira e metal.

- TINTA PARA CALIAÇÃO: muito difundidas e econômicas, têm como componente principal a cal extinta e são indicadas para muros e paredes, principalmente externas. Hoje, ao invés de se "queimar" a cal virgem nas obras pode-se comprá-la extinta (em pó), pronta para a simples mistura com água e aplicação direta.
- TINTAS LÁTEX, EPÓXI: recebem estes e outros nomes conforme seu veículo seja

constituído em parte por uma resina de látex ou epóxi. Algumas dessas tintas são emulsões (dois líquidos dispersos um no outro sob forma de gotículas), indicadas para paredes exteriores e/ou interiores, conforme instruções do fabricante. O látex PVA tem este nome retirado da sigla inglesa de poliacetato de vinil, uma substância sintética. O látex acrílico tem como componente básico uma resina acrílica. Os dois tipos de látex têm quase as mesmas características e a mesma aplicabilidade. O látex acrílico é mais durável (indicado para exteriores), porém mais caro.

- TINTAS ESPECIAIS:

- Resistentes ao calor - indicadas para fornos, chaminés.
- Luminescentes - absorvem radiação ultra-violeta e emitem luz quando irradiadas (fluorescentes) ou mesmo depois de cessada a irradiação (fosforescentes).

## **FUNDOS**

Produtos de consistência líquida utilizados antes da aplicação das tintas sobre as superfícies, com as finalidades de: melhorar a aderência da tinta, isolar a superfície a ser pintada da tinta de acabamento, proporcionando economia ou proteção contra umidade externa em paredes; proteger contra a ferrugem em materiais metálicos (ex.: zarcão, cromato de zinco, primer).

## **MASSAS**

Constituídas por grande quantidade de carga, também são aplicadas antes da tinta de acabamento final, em fina camada regularizadora da superfície. Corrigem defeitos e tornam as superfícies lisas e pouco porosas.

## **VERNIZES**

De consistência líquida, produzem camada de proteção fina, brilhante e transparente, aplicada principalmente em madeiras (telhados, portas, janelas, móveis, etc.).

Constituição: SOLVENTE + ÓLEO ou RESINA NATURAL ou SINTÉTICA.

### *2.14.2 - Principais defeitos em serviços de pintura*

Podem ser provenientes: da tinta, da aplicação ou da superfície mal preparada. Algumas causas e efeitos estão relacionados na tabela a seguir (Tabela 10)



Tabela 10 - Principais defeitos em pinturas

CAUSA	EFEITO
Tinta não é bem mexida na lata antes da aplicação	Pintura sem pigmentação, semelhante a um verniz ou manchada.
Diluição em demasia	A tinta, com baixa viscosidade, escorre proporcionando pouca cobertura.
Tinta muito grossa (pouco diluída)	Mau acabamento na pintura, demora na secagem e pouca aderência.
Aplicada demão de tinta sobre demão anterior ainda não seca e com solvente por evaporar	Enrugamento
Pintura sobre superfície muito porosa que absorve o veículo da tinta	Perda prematura de brilho
pintura sobre graxa, óleo ou resina ou qualquer superfície mal preparada.	Falta de aderência
Lugares úmidos, sombrios e quentes ao mesmo tempo.	Mofo
Tinta de veículo pouco elástico ou aplicação de filme menos elástico sobre outro mais elástico	Gretamento e fendilhamento
Pinturas velhas, após o gretamento.	Descascamento
Aplicação de tinta sobre superfície úmida.	Bolhas

Tabela 11- Pintura- serviços mais comuns

<b>TETOS E PAREDES</b>			
<b>Superfície</b>	<b>Estado de conservação</b>	<b>Tinta</b>	<b>Etapas do serviço (NÚMERO DE DEMÃOS)</b>
Reboco externo	Novo ou conservado	Látex	Lixa Selador (1 ou 2) Tinta (2 ou 3)
Reboco externo	Deteriorado	Látex	Remoção de lodo com escova de aço Reparos no reboco com argamassa Selador (1 ou 2) Tinta (2 ou 3)
Reboco interno	Novo	Látex	Lixa Selador (1 ou 2) Massa PVA (1 ou 2), lixando cada demão depois de seca e removendo o pó Tinta (2)
Reboco externo pintado com látex	Velho, não deteriorado	Látex	Limpeza do lodo com escova ou lixa Lixa em toda a superfície, se necessário. Tinta (1 ou 2)
Reboco externo pintado com látex	Deteriorado	Látex	Limpeza do lodo com escova ou lixa Remoção da tinta velha com espátula Reparos no reboco com argamassa Selador (1) Tinta (2 ou 3)
Reboco interno pintado com látex sobre massa PVA	Velho, não deteriorado	Látex	Reparos na massa PVA Lixa em toda a superfície, se necessário. Tinta (1)
Reboco interno pintado com látex sobre massa PVA	Deteriorado	Látex	Partes deterioradas: remoção da pintura e da massa PVA com espátula Reparos no reboco com argamassa Lixa Selador (1) Massa PVA (1 ou 2) Lixa Tinta (2)
<b>VERNIZ SOBRE MADEIRA</b>			
Lixa Selador para madeira Verniz Lixa (?) Verniz			
<b>TINTA ÓLEO SOBRE MADEIRA (PINTURA NOVA)</b>			
Lixa Selador Massa óleo Lixa Tinta (2)			
<b>TINTA ÓLEO SOBRE MADEIRA JÁ PINTADA (PORTAS, JANELAS, RODAPÉS)</b>			
Remoção das partes soltas com espátula ou lixa Massa óleo Lixa Tinta (1 ou 2)			
<b>TINTA ÓLEO SOBRE METAIS</b>			
Superfícies novas: fundo anti-óxido, seguido de pintura. Superfícies já pintadas: limpeza (lixa) ou remoção da tinta velha com solventes, fundo anti-óxido, tinta.			

### **3. PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES**

#### **3.1 - Introdução**

Os problemas patológicos que atingem as edificações podem ser de diversas naturezas e causados por fatores diferentes. A origem de um fenômeno patológico pode estar no próprio PROJETO da edificação, na EXECUÇÃO da obra, nos MATERIAIS aplicados ou mesmo no USO do edifício e na falta de MANUTENÇÃO.

Patologias mais encontradas nos edifícios:

- Descascamento de pinturas;
- Mofo;
- Corrosão de armaduras de concreto armado;
- Descolamento de pisos cerâmicos e azulejos;
- Desgaste excessivo de pisos;
- Apodrecimento de estruturas de madeira;
- Trincas em paredes, pisos e fachadas (na alvenaria, argamassa ou concreto), cujas principais causas são: procedimento inadequado na aplicação de argamassa (composição imprópria, espessura exagerada, etc), recalque de fundações, esmagamento dos materiais, movimentações térmicas, movimentações higroscópicas, atuação de sobrecargas, deformabilidade excessiva da estrutura de concreto armado, retração de produtos à base de cimento, alterações químicas dos materiais de construção.

Vale lembrar que problemas dos tipos citados quase sempre significam transtornos e aborrecimento para o proprietário/usuário da edificação, custos elevados de reparo para o construtor, que volta à obra depois de pronta com uma equipe de operários deslocada de outros serviços. A ocorrência excessiva de defeitos na obra pronta pode gerar o desgaste da imagem da empresa no mercado consumidor e até mesmo ações na justiça.

#### **3.2 - Dados da cidade de Juiz de Fora**

Em pesquisa realizada pela Faculdade de Engenharia da UFJF (Programa de Bolsas de Iniciação Científica) foram escolhidos 15 edifícios localizados no centro urbano de Juiz de Fora, com as seguintes

características: sistema construtivo tradicional, revestimento de fachada externa lateral em argamassa e pintura sobre reboco, padrão médio ou fino de acabamento interno, número de pavimentos entre oito e quinze. A Tabela 12 mostra o resultado encontrado na pesquisa.

Tabela 12- Patologias – possíveis causas e origens.

PATOLOGIAS	N de casos	%	*	POSSÍVEIS CAUSAS / ORIGENS
- Umidade de infiltração (água de chuva penetra nos edifícios através dos elementos constituintes do seu revestimento externo).	24	16	E	- falhas no rejuntamento do revestimento cerâmico externo. - trincas no revestimento externo de argamassa.
- Mal funcionamento de esquadrias de alumínio. ( não vedam totalmente águas de chuva).	20	13	P,E	- perfil da esquadria mal projetado. - falta de calafetação entre a esquadria e a parede. - falta de caimento para fora do peitoril da janela.
- Empolamento e descascamento de pinturas.	20	13	E, U	- presença de umidade de infiltração por trincas e falhas em rejuntamento de revestimento cerâmicos.
- Umidade em paredes vizinhas a áreas molháveis (banheiro, cozinha, varanda, área de serviço).	17	11	E, U	- falhas na execução do rejuntamento nas paredes revestidas com azulejos. - desgaste do rejuntamento.
- Manchas de umidade no teto do banheiro.	15	9,8	E, U	- defeitos nas instalações hidro-sanitárias do pavimento imediatamente acima. - umidade de vapor de água quente do chuveiro por uso do banheiro com janelas sempre fechadas.
- Trincas em paredes e azulejos.	12	7,8	E	- passagem de eletrodutos.
- Umidade acidental.	9	5,8	E	- defeito nas instalações hidro-sanitárias.
- Falhas nas instalações hidro-sanitárias.	7	4,5	E	- falhas na execução (solda mal feita em tubos e conexões embutidos na parede).
- Trinca horizontal na parede.	6	3,9	E	- defeito na junção alvenaria/viga de concreto armado, possivelmente por falta de aperto na alvenaria.
- Empoçamento de água nos pisos das áreas molháveis.	5	3,2	E	- falta de caimento nos pisos em direção às caixas de captação de água.
- Fendas entre tábuas de revestimentos de pisos (tábuas corridas muito espaçadas entre si).	5	3,2	E	- retratilidade da madeira (perda de volume da madeira aplicada ainda com teor de umidade alto).
- Descolamento de azulejos.	5	3,2	E	- má dosagem da argamassa de assentamento dos azulejos. - má distribuição da argamassa de assentamento na parede ou nos próprios azulejos. - ressecamento prematuro da argamassa de assentamento em contato com o azulejo seco. - dilatação dos azulejos com o calor, combinada com a falta de junta entre os mesmos.
- Trincas a 45° nos cantos inferiores dos vãos de alvenaria das janelas.	2	1,3	P, E	- falta de contra-verga de concreto sob os vãos (a origem do problema pode estar na movimentação da estrutura dos prédios).
- Deslocamento do revestimento externo de argamassa.	2	1,3	E	- má dosagem da argamassa. - falta ou aplicação insuficiente de chapisco na alvenaria sob o emboço.
- Fissuras próximas às portas.	2	1,3	U	- fortes impactos ao abrir e fechar das portas.
- Aglomerado de madeira solto (espessura aprox. de 5 mm, com aspecto semelhante ao da tábua corrida).	2	1,3	E	- contra-piso (onde o revestimento foi aplicado) mal nivelado. - cola de aplicação do revestimento mal espalhada.
TOTAL	153	100		

\*Fase do empreendimento que deu origem à patologia no edifício. P- projeto; E - execução; U - uso.

### 3.3 - Exame do fenômeno patológico

A partir do exame do fenômeno patológico, em alguns casos o diagnóstico correto das causas e origens requer consultas a especialistas, ensaios de laboratório, revisão de projetos e outras providências. E pode haver casos em que a verdadeira causa nunca será determinada com certeza.

A resolução de um problema patológico passa pelas seguintes etapas ("Trincas em Edifícios", Ed. Pini):

- a) Levantamento de subsídios: acumular e organizar as informações necessárias e suficientes para o entendimento dos fenômenos. Em edifícios:
  - Histórico: data de ocorrência dos fenômenos, condições de uso do prédio e dados sobre obras vizinhas;
  - Análise do sistema de fundações e sondagens;
  - Caracterização (tipo de estrutura, forma de execução) e análise do sistema estrutural;
  - Levantamento de características estáticas do prédio;
  - Levantamento de dados sobre a execução da obra (características construtivas);
  - Análise das especificações de materiais e serviços;
  - Análise do material empregado.
- b) Diagnóstico da situação: entender o fenômeno, identificando as múltiplas e possíveis relações de causa e efeito;
- c) Definição de conduta: prescrever a solução do problema, especificando e orçando todos os insumos necessários, prevendo a real eficiência da solução proposta.

## **4. ADMINISTRAÇÃO DA OBRA**

Administração: conjunto de princípios, normas e procedimentos que têm por fim ordenar os fatores de produção e controlar sua eficiência para obter determinados resultados.

Aspectos a serem considerados para a organização técnico-administrativa de uma obra: TAMANHO, CALENDÁRIO, TIPO DE OBRA (porte e projeto arquitetônico).

De acordo com o tamanho dimensionam-se e localizam-se, por exemplo, os equipamentos internos de transporte, os equipamentos de produção de concreto, as equipes de trabalho para as etapas de obra.

Conforme a localização, a execução da obra está subordinada às disponibilidades de fornecimento de insumos básicos (material, mão-de-obra, equipamentos ) ou sua chegada de outras localidades. Influenciam também o andamento da obra, de acordo com localização: fornecimento de água e energia elétrica e condições climáticas regionais.

O calendário da obra (prazos e cronograma), em geral pré-fixado, influi diretamente nos processos construtivos a adotar. Dentre os fatores ligados ao calendário que influenciam esta escolha estão: multas ou prêmios, feriados em grande número, períodos longos de chuva.

### **4.1 - Formas de administração da obra**

- SISTEMA CENTRALIZADO
- SISTEMA DESCENTRALIZADO
- SISTEMA MISTO

#### **a) Sistema centralizado**

Todas as decisões vêm do escritório central da empresa - suprimento de materiais e equipamentos, seleção e contratação de mão-de-obra e subempreiteiras, programação e controle dos serviços.

Vantagens:

- O engenheiro residente tem mais tempo e tranquilidade para dirigir

tecnicamente a obra;

- Compras maiores podem ser negociadas em melhores condições de pagamento;

Desvantagens:

- O pessoal do escritório central, encarregado de apoio às obras, nem sempre conhece as peculiaridade de cada uma, o que pode resultar em atraso ou erros no suprimento;
- Maiores dificuldades na seleção de pessoal (mão-de-obra) para cada obra.

b) Sistema descentralizado

Maior autonomia ao engenheiro residente para executar as tarefas do Sistema Centralizado.

Escritório central: coordena e fiscaliza, resolvendo dúvidas e transmitindo modificações de projeto.

Vantagens:

- Maior rapidez na emissão de ordens de serviço e pedidos de compras;
- Melhor fiscalização no serviço das subempreiteiras;
- Menos erros em suprimento e melhores resultados na seleção de pessoal.

Desvantagens:

- Exige engenheiro residente experiente;
- Os serviços administrativos do engenheiro residente são mais complexos.

c) SISTEMA MISTO:

Distribuição das tarefas entre o escritório central e o engenheiro residente de acordo com o porte das obras, o porte da empresa, distância obra-escritório central, tempo de duração da obra, etc.

Sugestões para o sistema misto:

- Contratação dos encarregados e mestres pelo escritório central e seleção do restante dos operários no canteiro.



- Compras maiores feitas pelo escritório central, baseadas em informações (qualidade, quantidade, prazo para entrega) transmitidas do canteiro.
- Compras pequenas: canteiro.

#### **4.2 - Procedimentos a serem adotados no canteiro**

Na fase de PRODUÇÃO, certas regras gerais conhecidas na prática da engenharia devem ser seguidas pelo proprietário da obra, construtor e operários em geral. Entre outras, pode-se citar:

- a) Reprodução fiel do projeto, com obediência às especificações e ao PLANEJAMENTO, com ajuda de caderno de encargos e jogo completo de plantas;
- b) Obediência ao cronograma físico-financeiro da obra, com ajuda de mecanismos de controle;
- c) Atenção às normas municipais de limpeza urbana e ligações provisórias (água, luz, esgoto, telefone), cuidados com a vizinhança e o meio ambiente;
- d) Cumprimento de normas de higiene e segurança no trabalho;
- e) Controle interno de ferramentas, equipamentos e materiais;
- f) Realização de reuniões periódicas do escritório central com o engenheiro residente para análise de falhas e sugestões;
- g) Manutenção, na obra, de documentos para fiscalização: Ministério do Trabalho, Prefeitura, INSS, Bombeiros, etc.

#### **4.3 - Organização do escritório da obra**

SETORES e SUB-SETORES: desdobrados ou agrupados conforme a política interna de administração da empresa e características de cada obra - TAMANHO, LOCALIZAÇÃO, CALENDÁRIO (Figura 87).

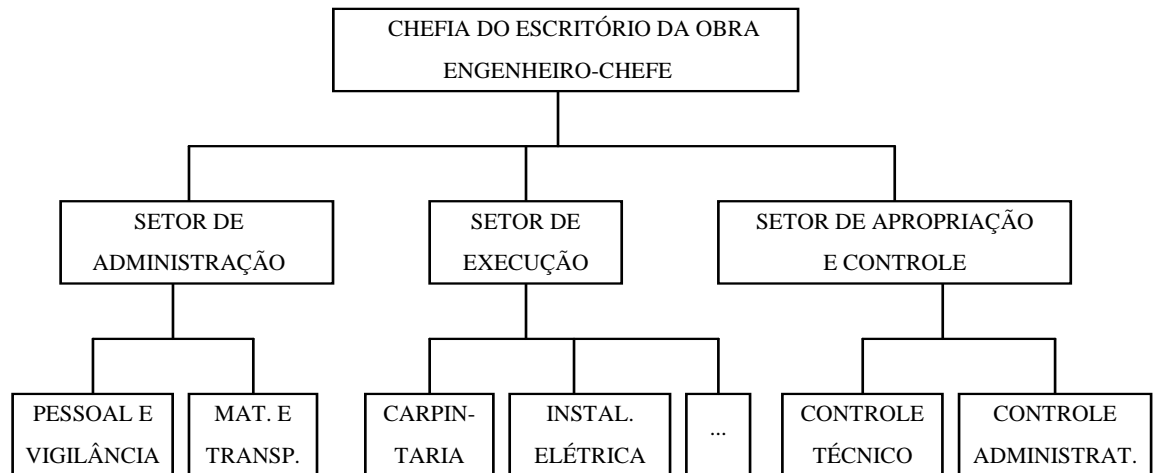


Figura 87 – Organização de setores e sub-setores do escritório da obra.

PRINCIPAIS ATRIBUIÇÕES: podem passar de um setor para o outro conforme melhor convenha à empresa, ou de acordo com o porte da obra.

#### a) DO ENGENHEIRO-CHEFE

##### **Antes do início da obra:**

- Estudo da execução da obra, compreendendo preparação de relação de ferramentas e equipamentos, constituição da equipe administrativa - mestre geral, encarregados de sub-setores, almoxarife, estagiários, etc., projeto de implantação do canteiro, análise de cronograma físico-financeiro.

##### **Durante a execução da obra:**

- Orientar, dirigir e fiscalizar TODOS os serviços, tanto na parte técnica como na administrativa;
- Elaborar, em conjunto com chefes de setor e assistentes, programas mensais e semanais de trabalho visando produtividade e economia;
- Coordenar a emissão de ordens de serviço para cumprimento fiel dos programas de trabalho elaborados;
- Analisar permanentemente o andamento geral da obra (principalmente a programação semanal);
- Encaminhar ao escritório central da empresa relatórios mensais sobre o andamento da obra e seu custo naquele período;

- Garantir condições de segurança para a obra;
- Coordenar a seleção e dispensa de pessoal, assim como determinar punições (dentro da lei) e aumento de salários e prêmios;
- Vistoriar ponto e folhas de pagamento;
- Determinar providências para o abastecimento regular da obra;
- Autorizar a prorrogação do horário normal, caso necessário;
- Verificar se o projeto está sendo executado fielmente quanto a especificações, detalhes arquitetônicos, etc.;
- Promover o aperfeiçoamento dos processos construtivos, buscando a racionalização da construção;
- Estabelecer contato com sub-empreiteiros para realização de serviços específicos e fiscalizá-los quando contratados;
- Providenciar os ensaios necessários de materiais para controle de qualidade da obra;
- Realizar testes finais de desempenho da construção e funcionamento de todas as instalações;

#### B) DO CHEFE DO SETOR DE ADMINISTRAÇÃO

- Fiscalizar entrada e saída de materiais;
- Providenciar tomadas de preço para compras de materiais e equipamentos;
- Conferir as faturas, tendo em vista prazos de pagamento;
- Providenciar junto ao escritório central o numerário para despesas semanais no canteiro (como folha de pagamento, por ex.);
- Conferir as folhas de pagamento (preparadas pelo SUBSETOR DE PESSOAL E VIGILÂNCIA - "ponto");
- Efetuar o pagamento do pessoal da obra;
- Providenciar anúncios na obra para recrutamento de pessoal;

- Conduzir e/ou executar processos de seleção e contratação de mão-de-obra.

#### B.1) DO ENCARREGADO DE PESSOAL E VIGILÂNCIA

- Anotar a frequência diária do pessoal e fechar o "ponto";
- Controlar a escala de férias (de acordo com o SETOR DE EXECUÇÃO);
- Montar e controlar o esquema de vigilância do canteiro.

#### B.2) DO ENCARREGADO DE MATERIAL E TRANSPORTE

- Recolher requisições internas escritas e fazer pedidos de compras;
- Providenciar reposição de estoque;
- Promover manutenção de equipamentos, máquinas e ferramentas;
- Promover manutenção das vias internas do canteiro;
- Limpeza geral do canteiro.

#### B.2.1) ALMOXARIFE

- Receber, conferir e guardar todo o material entregue na obra;
- Zelar pela guarda dos materiais e ferramentas, controlando o estoque;
- Organizar os materiais de modo a facilitar a conferência;
- Autorizar a saída de materiais, equipamentos e ferramentas.

#### C) DO CHEFE DO SETOR DE EXECUÇÃO

- Elaborar programas diários de distribuição e distribuir operários, ferramentas e equipamentos (com base nas O.S.);
- Percorrer e inspecionar os postos de trabalho (observar as técnicas de execução dos serviços);
- Acompanhar os cronogramas da obra;
- Observar a competência dos sub-empregados contratados;
- Facilitar o andamento dos serviços com providências prévias quanto a andaimes, passarelas, escadas de acesso, etc.;
- Fornecer relação de pessoal, por categoria, a ser admitido e/ou dispensado;

- Anotar, em livro de ocorrência, o que for digno de registro em relação ao seu setor.

D) DOS ASSISTENTES DE APROPRIAÇÃO E CONTROLE (trabalham diretamente com o Engenheiro-chefe)

- Verificar, diariamente, o cumprimento das tarefas programadas, mediante observações nos locais de trabalho e medições diversas;
- Preparar e submeter ao Engenheiro-chefe as O.S. e Avisos;
- Apurar os tempos de produção (comparar com padrões);
- Exercer controle sobre gastos com materiais;
- Exercer controle técnico: sobre projetos, especificações, detalhes arquitetônicos, etc.

#### Ordens de Serviço (O.S.) e Avisos

É conveniente, sobretudo sob os aspectos de segurança e clareza, adotar-se no canteiro de obras a prática de dar instruções sempre por escrito. Neste sentido, para a formalização, no papel, das instruções do dia-a-dia da obra, é adotado um formulário impresso, a ORDEM DE SERVIÇO.

As Ordens de Serviço, baseadas no cronograma físico da obra, são preenchidas diariamente pelo setor de Apropriação e Controle. Ao final do dia, a 1ª via é devolvida para orientar a emissão das próximas Ordens de Serviço, que serão emitidas levando-se em conta a execução total ou parcial das tarefas das O.S. anteriores. Os formulários de O.S. devem conter espaço para preenchimento de informações como o exemplo a seguir (Figura 88):

**Construtora Zepelin Ltda.**

ORDEM DE SERVIÇO Nº :

OBRA: DATA : .....

TAREFA A EXECUTAR :

MÃO-DE-OBRA NECESSÁRIA :

MATERIAL:

Previsto -

Gasto -

EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS :

RECOMENDAÇÕES:

TAREFA EXECUTADA : UNID.: .....

% até o dia anterior .....

% no dia .....

DATA PREVISTA PARA TÉRMINO DA TAREFA : ...../...../.....

VISTO :

Figura 88 – Ordem de Serviços - instruções por escrito.

## 5. PERÍCIAS JUDICIAIS

Em todas as áreas técnico-científicas do saber humano sobre as quais o conhecimento jurídico do magistrado não é suficiente para emitir opinião, faz-se necessária uma perícia para apurar circunstâncias e/ou causas relativas a fatos físicos reais, com vistas ao esclarecimento da verdade ("Avaliação de Imóveis - Manual de Redação de Laudos" - José Fiker, Ed. Pini, S. Paulo, 1989).

Para elaborar a perícia é nomeado um PERITO, que deve ser necessariamente um profissional legalmente habilitado - pelo CREA, em se tratando de perícia no ramo da engenharia. O perito não emite opinião sobre o direito ou a pretensão das partes envolvidas numa ação judicial, mas juízo técnico sobre o objeto da perícia, recorrendo a todos os meios de informação ao seu alcance e utilizando processos técnico-científicos adequados para a elucidação das questões.

Procedimentos:

- REQUERENTE (autor), por meio de seu advogado, ajuíza a ação na busca de um direito pleiteado, contra a parte REQUERIDA (réu), também assistida por advogado de defesa;
- JUIZ nomeia um PERITO e cada uma das partes indica o seu ASSISTENTE TÉCNICO (também profissional habilitado pelo CREA) para orientá-las e acompanhar o perito em todas as etapas da perícia;
- PERITO deve tomar conhecimento dos QUESITOS formulados pelas partes e pelo Juiz - perguntas sobre assuntos da especialidade dos profissionais nomeados e indicados.

### 5.1 - Tipos de perícia

VISTORIA - inspeção técnica que permite a total identificação do objeto da perícia e a complementação de elementos informativos. Identificação "in loco" de todos os elementos físicos que ajudarão, por exemplo, na apuração do valor de um imóvel, na formação de idéia sobre o estado de conservação ou de solidez de um determinado bem.

EXAME - "é a inspeção feita em pessoas, animais e coisas móveis em geral para verificação de fatos ou circunstâncias que interessam à solução da causa" (Hely Lopes Meireles). No campo da engenharia: análise dos elementos constitutivos de um imóvel ou a ele relacionados. Por exemplo: exame de elementos arquitetônicos de uma residência visando à determinação de sua idade

aparente.

**AVALIAÇÃO** - determinação técnica do valor de um bem (normalmente o valor de mercado ou valor de venda). Destaca-se nas perícias judiciais, por sua importância e frequência, a avaliação de imóveis, obrigatória nas desapropriações e usual nas ações reparatórias de danos e nas vendas de bens realizadas em juízo (NBR 5676/1980 - ABNT).

**ARBITRAMENTO** - apuração técnica do valor pecuniário de bens imateriais (direitos e obrigações), assim como a remuneração de serviços e trabalhos. Ex.: perícia para apuração do valor pecuniário de um projeto arquitetônico.

## **5.2 - Laudo**

**LAUDO** é o resultado da perícia, expresso em conclusões escritas, fundamentadas e assinadas pelo perito. No laudo devem ser respondidos todos os quesitos formulados pelo Juiz, mencionando-se os fatos e circunstâncias em que se baseiam as conclusões do mesmo. Um laudo deve ser: **CLARO** na exposição dos fatos periciados, **OBJETIVO** na metodologia da pesquisa, **FUNDAMENTADO** para abonar as conclusões e respostas aos quesitos.

O laudo é a peça fundamental para a decisão da causa, mas o Juiz pode ou não aceitá-lo. Neste último caso, nomeará outro perito para corrigir eventual omissão ou inexatidão do laudo anterior.

**Apresentação dos laudos:** os laudos são diferentes em sua forma de apresentação, variando de acordo com o caso, o perito, os quesitos e conforme sejam laudos judiciais ou particulares. Podem ser apresentados sob forma sintética, ou seja, como formulários preparados para atender de forma expedita o trabalho de determinado órgão ou entidade constantemente envolvida com perícias semelhantes (avaliação de imóveis, por exemplo). A norma NBR 5676/80 da ABNT - Avaliação de Imóveis Urbanos - estabelece prescrições para a apresentação de laudos de avaliação com determinados tópicos obrigatórios.

\*\*\*



## Anexos

### Ministério do Trabalho

#### NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

18.1 - Objetivo e Campo de Aplicação

18.2 - Comunicação Prévia

18.3 - Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção PCMAT

18.4 - Áreas de Vivência

18.5 - Demolição

18.6 - Escavações, Fundações e Desmonte de Rochas

18.7 - Carpintaria

18.8 - Armações de Aço


18.9 - Estruturas de Concreto


18.10 - Estruturas Metálicas

18.11 - Operações de Soldagem e Corte a Quente

18.12 - Escadas, Rampas e Passarelas

18.13 - Medidas de Proteção contra Quedas de Altura - Arquivo PDF (100kb) 

18.14 - Movimentação e transporte de materiais e pessoas - Arquivo PDF (40kb) 

18.15 - Andaimos e Plataformas de Trabalho - Arquivo PDF (24kb) 

18.16 - Cabos de Aço e Cabos de Fibra Sintética

18.17 - Alvenaria, Revestimentos e Acabamentos

18.18 - Telhados e Coberturas

18.19 - Serviços em Flutuantes

18.20 - Locais Confinados

18.21 - Instalações Elétricas

18.22 - Máquinas, Equipamentos e Ferramentas Diversas

18.23 - Equipamentos de Proteção Individual

18.24 - Armazenagem e Estocagem de Materiais

18.25 - Transporte de Trabalhadores em Veículos Automotores

18.26 - Proteção Contra Incêndio

18.27 - Sinalização de Segurança

18.28 - Treinamento

18.29 - Ordem e Limpeza

18.30 - Tapumes e Galerias

18.31 - Acidente Fatal

18.32 - Dados Estatísticos

18.33 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes CIPA nas empresas da Indústria da Construção

18.34 - Comitês Permanentes Sobre Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção

18.35 - Recomendações Técnicas de Procedimentos RTP

18.36 - Disposições Gerais

18.37 - Disposições Finais

18.38 - Disposições Transitórias

18.39 - Glossário - Arquivo PDF

18.30. Tapumes e Galerias

18.30.1. É obrigatória a colocação de tapumes ou barreiras sempre que se executarem atividades da indústria da construção, de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas aos serviços.

18.30.2. Os tapumes devem ser construídos e fixados de forma resistente, e ter altura mínima de 2,20m (dois metros

e vinte centímetros) em relação ao nível do terreno.

18.30.3. Nas atividades da indústria da construção com mais de 2 (dois) pavimentos a partir do nível do meio-fio, executadas no alinhamento do logradouro, é obrigatória a construção de galerias sobre o passeio, com altura interna livre de no mínimo 3,00m (três metros).

18.30.3.1. Em caso de necessidade de realização de serviços sobre o passeio, a galeria deve ser executada na via pública, devendo neste caso ser sinalizada em toda sua extensão, por meio de sinais de alerta aos motoristas nos 2 (dois) extremos e iluminação durante a noite, respeitando-se à legislação do Código de Obras Municipal e de trânsito em vigor.

18.30.4. As bordas da cobertura da galeria devem possuir tapumes fechados com altura mínima de 1,00m (um metro), com inclinação de aproximadamente 45º (quarenta e cinco graus).

18.30.5. As galerias devem ser mantidas sem sobrecargas que prejudiquem a estabilidade de suas estruturas.

18.30.6. Existindo risco de queda de materiais nas edificações vizinhas, estas devem ser protegidas.

18.30.7. Em se tratando de prédio construído no alinhamento do terreno, a obra deve ser protegida, em toda a sua extensão, com fechamento por meio de tela.

18.30.8. Quando a distância da demolição ao alinhamento do terreno for inferior a 3,00m (três metros), deve ser feito um tapume no alinhamento do terreno, de acordo com o subitem 18.30.1.

.....

#### **18.4.1. Os canteiros de obras devem dispor de:**

- a) instalações sanitárias;
- b) vestiário;
- c) alojamento;
- d) local de refeições;
- e) cozinha, quando houver preparo de refeições;
- f) lavanderia;
- g) área de lazer;
- h) ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores.

18.4.1.1. O cumprimento do disposto nas alíneas "c", "f" e "g" é obrigatório nos casos onde houver trabalhadores alojados.

18.4.1.2. As áreas de vivência devem ser mantidas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza.

18.4.1.3. Instalações móveis, inclusive contêineres, serão aceitas em áreas de vivência de canteiro de obras e frentes de trabalho, desde que, cada módulo:

- a) possua área de ventilação natural, efetiva, de no mínimo 15% (quinze por cento) da área do piso, composta por, no mínimo, duas aberturas adequadamente dispostas para permitir eficaz ventilação interna;
- b) garanta condições de conforto térmico;
- c) possua pé direito mínimo de 2,40m (dois metros e quarenta centímetros);
- d) garanta os demais requisitos mínimos de conforto e higiene estabelecidos nesta NR;
- e) possua proteção contra riscos de choque elétrico por contatos indiretos, além do aterramento elétrico.

18.4.1.3.1 Nas instalações móveis, inclusive contêineres, destinadas a alojamentos com camas duplas, tipo beliche, a altura livre entre uma cama e outra é, no mínimo, de 0,90m (noventa centímetros).

18.4.1.3.2 Tratando-se de adaptação de contêineres, originalmente utilizados no transporte ou acondicionamento de cargas, deverá ser mantido no canteiro de obras, à disposição da fiscalização do trabalho e do sindicato profissional, laudo técnico elaborado por profissional legalmente habilitado, relativo a ausência de riscos químicos, biológicos e físicos (especificamente para radiações) com a identificação da empresa responsável pela adaptação.

18.4.2. Instalações sanitárias.

18.4.2.1. Entende-se como instalação sanitária o local destinado ao asseio corporal e/ou ao atendimento das necessidades fisiológicas de excreção.

18.4.2.2. É proibida a utilização das instalações sanitárias para outros fins que não aqueles previstos no subitem 18.4.2.1.

18.4.2.3. As instalações sanitárias devem:

- a) ser mantidas em perfeito estado de conservação e higiene;
- b) ter portas de acesso que impeçam o devassamento e ser construídas de modo a manter o resguardo conveniente; (118.026-6 / I1)
- c) ter paredes de material resistente e lavável, podendo ser de madeira;
- d) ter pisos impermeáveis, laváveis e de acabamento antiderrapante;
- e) não se ligar diretamente com os locais destinados às refeições;
- f) ser independente para homens e mulheres, quando necessário;
- g) ter ventilação e iluminação adequadas; (118.031-2 / I1)
- h) ter instalações elétricas adequadamente protegidas; (118.032-0 / I4)
- i) ter pé-direito mínimo de 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros), ou respeitando-se o que determina o Código de Obras do Município da obra; (118.033-9 / I1)
- j) estar situadas em locais de fácil e seguro acesso, não sendo permitido um deslocamento superior a 150 (cento e cinquenta) metros do posto de trabalho aos gabinetes sanitários, mictórios e lavatórios. (118.034-7 / I1)

18.4.2.4. A instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, vaso sanitário e mictório, na proporção de 1 (um) conjunto para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, bem como de chuveiro, na proporção de 1 (uma) unidade para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores ou fração. (118.035-5 / I2)

18.4.2.5. Lavatórios.

18.4.2.5.1. Os lavatórios devem:

- a) ser individual ou coletivo, tipo calha;
- b) possuir torneira de metal ou de plástico;
- c) ficar a uma altura de 0,90m (noventa centímetros);
- d) ser ligados diretamente à rede de esgoto, quando houver;
- e) ter revestimento interno de material liso, impermeável e lavável;
- f) ter espaçamento mínimo entre as torneiras de 0,60m (sessenta centímetros), quando coletivos;
- g) dispor de recipiente para coleta de papéis usados.

18.4.2.6. Vasos sanitários.

18.4.2.6.1. O local destinado ao vaso sanitário (gabinete sanitário) deve:

- a) ter área mínima de 1,00m<sup>2</sup> (um metro quadrado);
- b) ser provido de porta com trinco interno e borda inferior de, no máximo, 0,15m (quinze centímetros) de altura;
- c) ter divisórias com altura mínima de 1,80m (um metro e oitenta centímetros);
- d) ter recipiente com tampa, para depósito de papéis usados, sendo obrigatório o fornecimento de papel higiênico.

18.4.2.6.2. Os vasos sanitários devem:

- a) ser do tipo bacia turca ou sifonado;
- b) ter caixa de descarga ou válvula automática;
- c) ser ligado à rede geral de esgotos ou à fossa séptica, com interposição de sifões hidráulicos.

18.4.2.7. Mictórios.

18.4.2.7.1. Os mictórios devem:

- a) ser individual ou coletivo, tipo calha;
- b) ter revestimento interno de material liso, impermeável e lavável;
- c) ser providos de descarga provocada ou automática;
- d) ficar a uma altura máxima de 0,50m (cinquenta centímetros) do piso;
- e) ser ligado diretamente à rede de esgoto ou à fossa séptica, com interposição de sifões hidráulicos.

18.4.2.7.2. No mictório tipo calha, cada segmento de 0,60m (sessenta centímetros) deve corresponder a um mictório

tipo cuba.

#### 18.4.2.8. Chuveiros.

18.4.2.8.1. A área mínima necessária para utilização de cada chuveiro é de 0,80m<sup>2</sup> (oitenta centímetros quadrados), com altura de 2,10m (dois metros e dez centímetros) do piso.

18.4.2.8.2. Os pisos dos locais onde forem instalados os chuveiros devem ter caimento que assegure o escoamento da água para a rede de esgoto, quando houver, e ser de material antiderrapante ou provido de estrados de madeira.

18.4.2.8.3. Os chuveiros devem ser de metal ou plástico, individuais ou coletivos, dispondo de água quente.

18.4.2.8.4. Deve haver um suporte para sabonete e cabide para toalha, correspondente a cada chuveiro.

18.4.2.8.5. Os chuveiros elétricos devem ser aterrados adequadamente.

#### 18.4.2.9. Vestiário.

18.4.2.9.1. Todo canteiro de obra deve possuir vestiário para troca de roupa dos trabalhadores que não residem no local.

18.4.2.9.2. A localização do vestiário deve ser próxima aos alojamentos e/ou à entrada da obra, sem ligação direta com o local destinado às refeições.

18.4.2.9.3. Os vestiários devem:

- a) ter paredes de alvenaria, madeira ou material equivalente;
- b) ter pisos de concreto, cimentado, madeira ou material equivalente;
- c) ter cobertura que proteja contra as intempéries;
- d) ter área de ventilação correspondente a 1/10 (um décimo) de área do piso;
- e) ter iluminação natural e/ou artificial;
- f) ter armários individuais dotados de fechadura ou dispositivo com cadeado;
- g) ter pé-direito mínimo de 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros), ou respeitando-se o que determina o Código de Obras do Município, da obra;
- h) ser mantidos em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza;
- i) ter bancos em número suficiente para atender aos usuários, com largura mínima de 0,30m (trinta centímetros).

#### 18.4.2.10. Alojamento.

18.4.2.10.1. Os alojamentos dos canteiros de obra devem:

- a. ter paredes de alvenaria, madeira ou material equivalente;
- b. ter piso de concreto, cimentado, madeira ou material equivalente;
- c. ter cobertura que proteja das intempéries;
- d. ter área de ventilação de no mínimo 1/10 (um décimo) da área do piso;
- e. ter iluminação natural e/ou artificial;
- f. ter área mínima de 3,00 (três metros) quadrados por módulo cama/armário, incluindo a área de circulação;
- g. ter pé-direito de 2,50 (dois metros e cinquenta centímetros) para cama simples e de 3,00m (três metros) para camas duplas;
- h. não estar situados em subsolos ou porões das edificações;
- i. ter instalações elétricas adequadamente protegidas.

18.4.2.10.2. É proibido o uso de 3 (três) ou mais camas na mesma vertical.

18.4.2.10.3. A altura livre permitida entre uma cama e outra e entre a última e o teto é de, no mínimo, 1,20m (um metro e vinte centímetros).

18.4.2.10.4. A cama superior do beliche deve ter proteção lateral e escada.

18.4.2.10.5. As dimensões mínimas das camas devem ser de 0,80m (oitenta centímetros) por 1,90m (um metro e noventa centímetros) e distância entre o ripamento do estrado de 0,05m (cinco centímetros), dispondo ainda de colchão com densidade 26 (vinte e seis) e espessura mínima de 0,10m (dez centímetros).

18.4.2.10.6. As camas devem dispor de lençol, fronha e travesseiro em condições adequadas de higiene, bem como cobertor, quando as condições climáticas assim o exigirem.

18.4.2.10.7. Os alojamentos devem ter armários duplos individuais com as seguintes dimensões mínimas:

- a. 1,20m (um metro e vinte centímetros) de altura por 0,30m (trinta centímetros) de largura e 0,40m (quarenta centímetros) de profundidade, com separação ou prateleira, de modo que um compartimento, com a altura de 0,80m (oitenta centímetros), se destine a abrigar a roupa de uso comum e o outro compartimento, com a altura de 0,40m (quarenta centímetros), a guardar a roupa de trabalho; ou
- b. 0,80m (oitenta centímetros) de altura por 0,50m (cinquenta centímetros) de largura e 0,40m (quarenta centímetros) de profundidade com divisão no sentido vertical, de forma que os compartimentos, com largura de 0,25m (vinte e cinco centímetros), estabeleçam rigorosamente o isolamento das roupas de uso comum e de trabalho.

18.4.2.10.8. É proibido cozinhar e aquecer qualquer tipo de refeição dentro do alojamento.

18.4.2.10.9. O alojamento deve ser mantido em permanente estado de conservação, higiene e limpeza.

18.4.2.10.10. É obrigatório no alojamento o fornecimento de água potável, filtrada e fresca, para os trabalhadores por meio de bebedouros de jato inclinado ou equipamento similar que garanta as mesmas condições, na proporção de 1 (um) para cada grupo de 25 (vinte e cinco) trabalhadores ou fração.

18.4.2.10.11. É vedada a permanência de pessoas com moléstia infecto-contagiosa nos alojamentos.

18.4.2.11. Local para refeições.

18.4.2.11.1. Nos canteiros de obra é obrigatória a existência de local adequado para refeições.

18.4.2.11.2. O local para refeições deve:

- a) ter paredes que permitam o isolamento durante as refeições;
- b) ter piso de concreto, cimentado ou de outro material lavável;
- c) ter cobertura que proteja das intempéries;
- d) ter capacidade para garantir o atendimento de todos os trabalhadores no horário das refeições;
- e) ter ventilação e iluminação natural e/ou artificial;
- f) ter lavatório instalado em suas proximidades ou no seu interior
- g) ter mesas com tampos lisos e laváveis;
- h) ter assentos em número suficiente para atender aos usuários;
- i) ter depósito, com tampa, para detritos;
- j) não estar situado em subsolos ou porões das edificações;
- k) não ter comunicação direta com as instalações sanitárias;
- l) ter pé-direito mínimo de 2,80m (dois metros e oitenta centímetros), ou respeitando-se o que determina o Código de Obras do Município, da obra.

18.4.2.11.3. Independentemente do número de trabalhadores e da existência ou não de cozinha, em todo canteiro de obra deve haver local exclusivo para o aquecimento de refeições, dotado de equipamento adequado e seguro para o aquecimento.

18.4.2.11.3.1. É proibido preparar, aquecer e tomar refeições fora dos locais estabelecidos neste subitem.

18.4.2.11.4. É obrigatório o fornecimento de água potável, filtrada e fresca, para os trabalhadores, por meio de bebedouro de jato inclinado ou outro dispositivo equivalente, sendo proibido o uso de copos coletivos.

18.4.2.12. Cozinha.

18.4.2.12.1. Quando houver cozinha no canteiro de obra, ela deve:

- a) ter ventilação natural e/ou artificial que permita boa exaustão;
- b) ter pé-direito mínimo de 2,80m (dois metros e oitenta centímetros), ou respeitando-se o Código de Obras do Município da obra;
- c) ter paredes de alvenaria, concreto, madeira ou material equivalente;
- d) ter piso de concreto, cimentado ou de outro material de fácil limpeza;
- e) ter cobertura de material resistente ao fogo;

- f) ter iluminação natural e/ou artificial;
- g) ter pia para lavar os alimentos e utensílios;
- h) possuir instalações sanitárias que não se comuniquem com a cozinha, de uso exclusivo dos encarregados de manipular gêneros alimentícios, refeições e utensílios, não devendo ser ligadas à caixa de gordura;
- i) dispor de recipiente, com tampa, para coleta de lixo;
- j) possuir equipamento de refrigeração para preservação dos alimentos;
- k) ficar adjacente ao local para refeições;
- l) ter instalações elétricas adequadamente protegidas;
- m) quando utilizado GLP, os botijões devem ser instalados fora do ambiente de utilização, em área permanentemente ventilada e coberta.

18.4.2.12.2. É obrigatório o uso de aventais e gorros para os que trabalham na cozinha.

18.4.2.13. Lavanderia.

18.4.2.13.1. As áreas de vivência devem possuir local próprio, coberto, ventilado e iluminado para que o trabalhador alojado possa lavar, secar e passar suas roupas de uso pessoal.

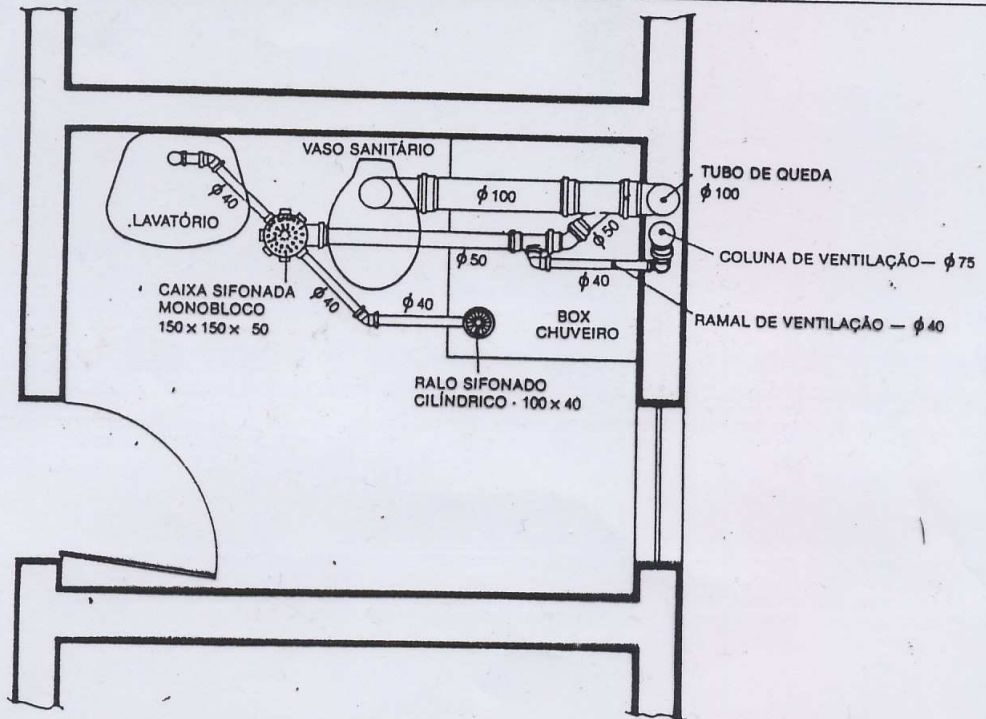
18.4.2.13.2. Este local deve ser dotado de tanques individuais ou coletivos em número adequado.

18.4.2.13.3. A empresa poderá contratar serviços de terceiros para atender ao disposto no item 18.4.2.13.1, sem ônus para o trabalhador.

18.4.2.14. Área de lazer.

18.4.2.14.1. Nas áreas de vivência devem ser previstos locais para recreação dos trabalhadores alojados, podendo ser utilizado o local de refeições para este fim.

**PLANTA BAIXA ESGOTO SANITÁRIO**  
(prédio com mais de um pavimento / sem banheira)



**PLANTA BAIXA ESGOTO SANITÁRIO**  
(prédio com mais de um pavimento / com banheira)

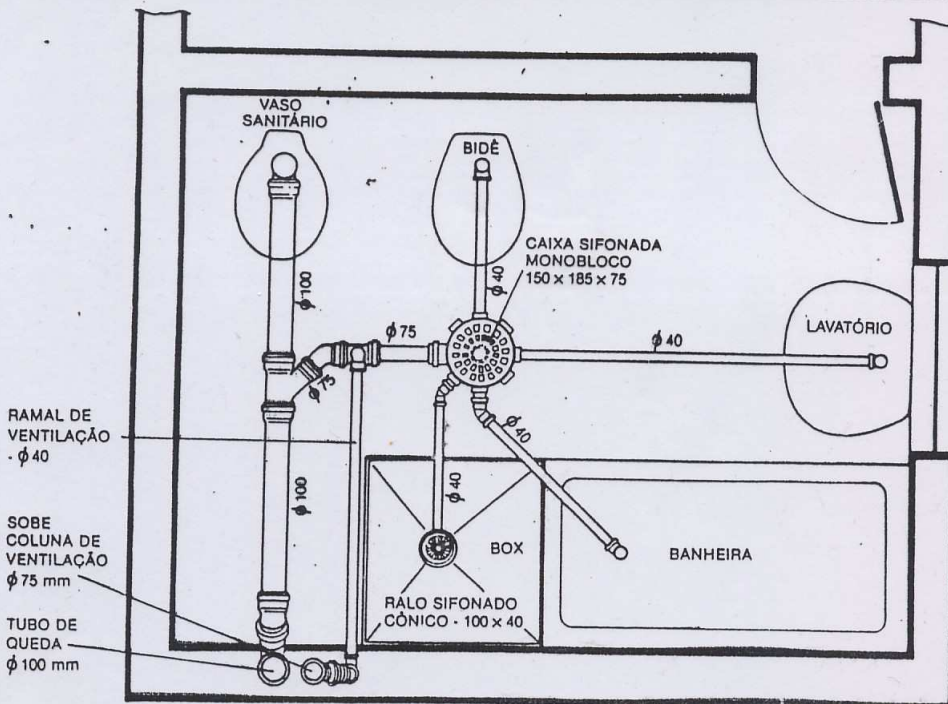


Figura 89 - Instalações de esgoto sanitário.



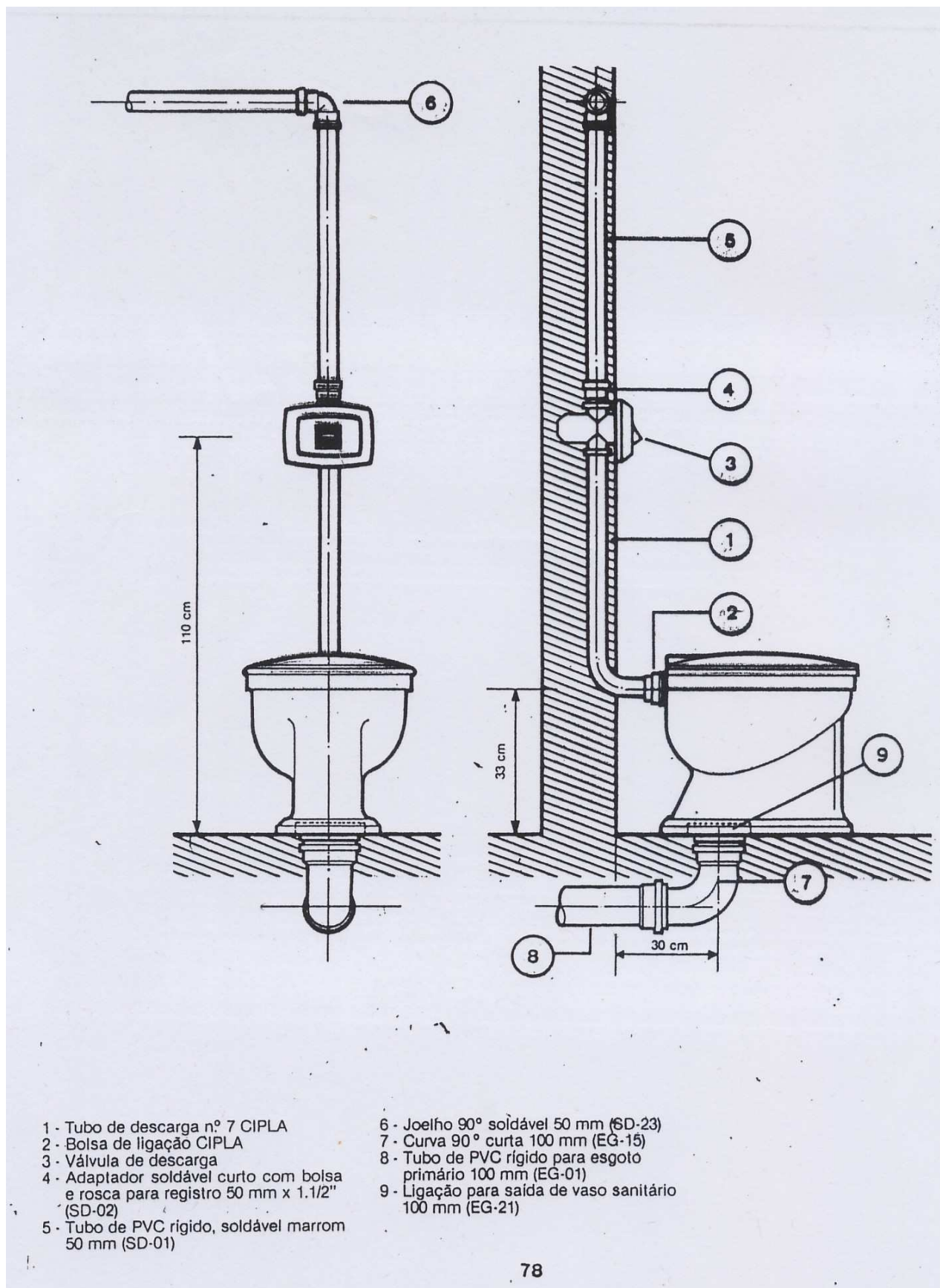


Figura 90 – Instalações hidráulicas/sanitárias - válvula de descarga.

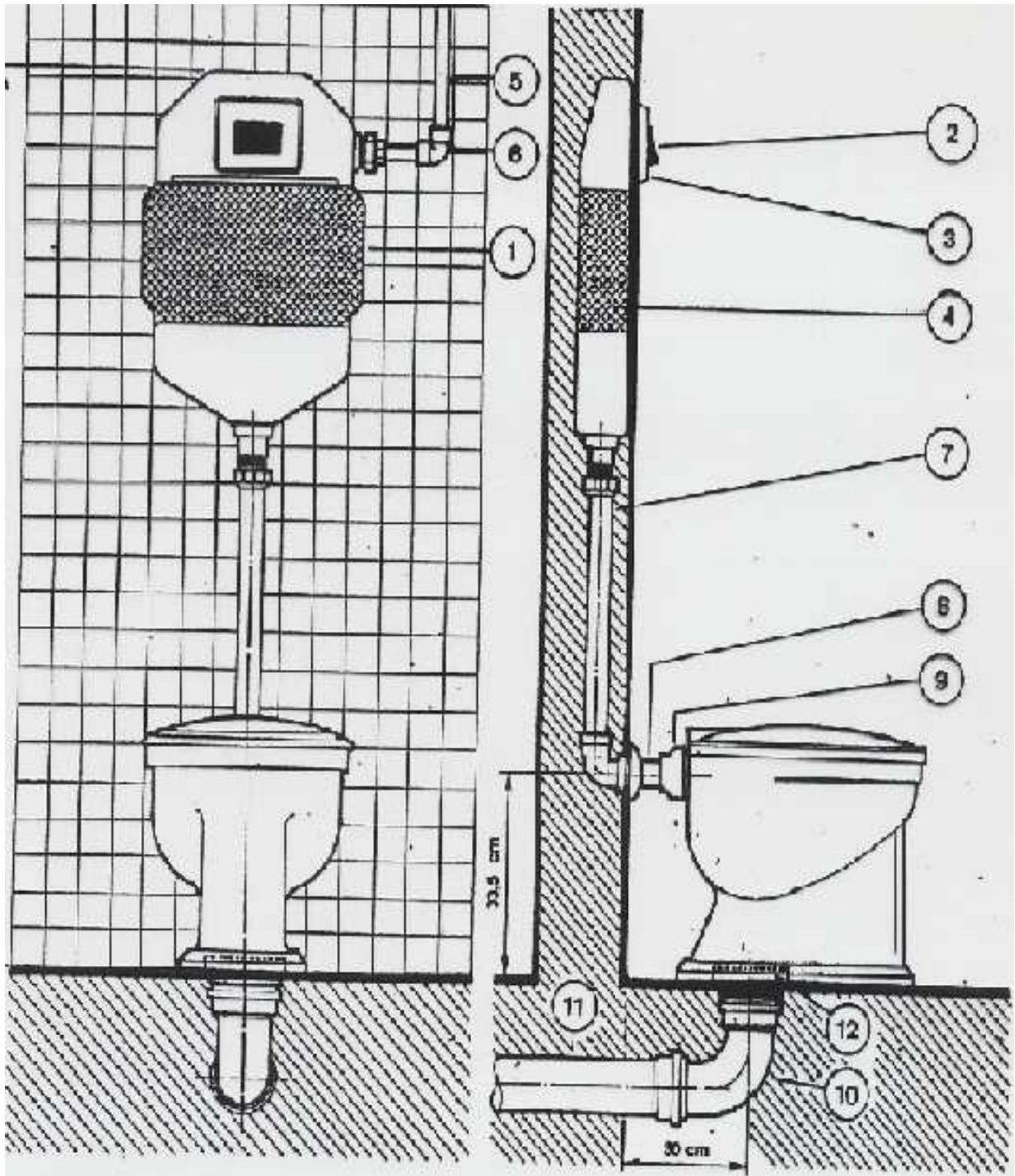


Figura 91 – Instalações hidráulicas/sanitárias - caixa de descarga embutida.

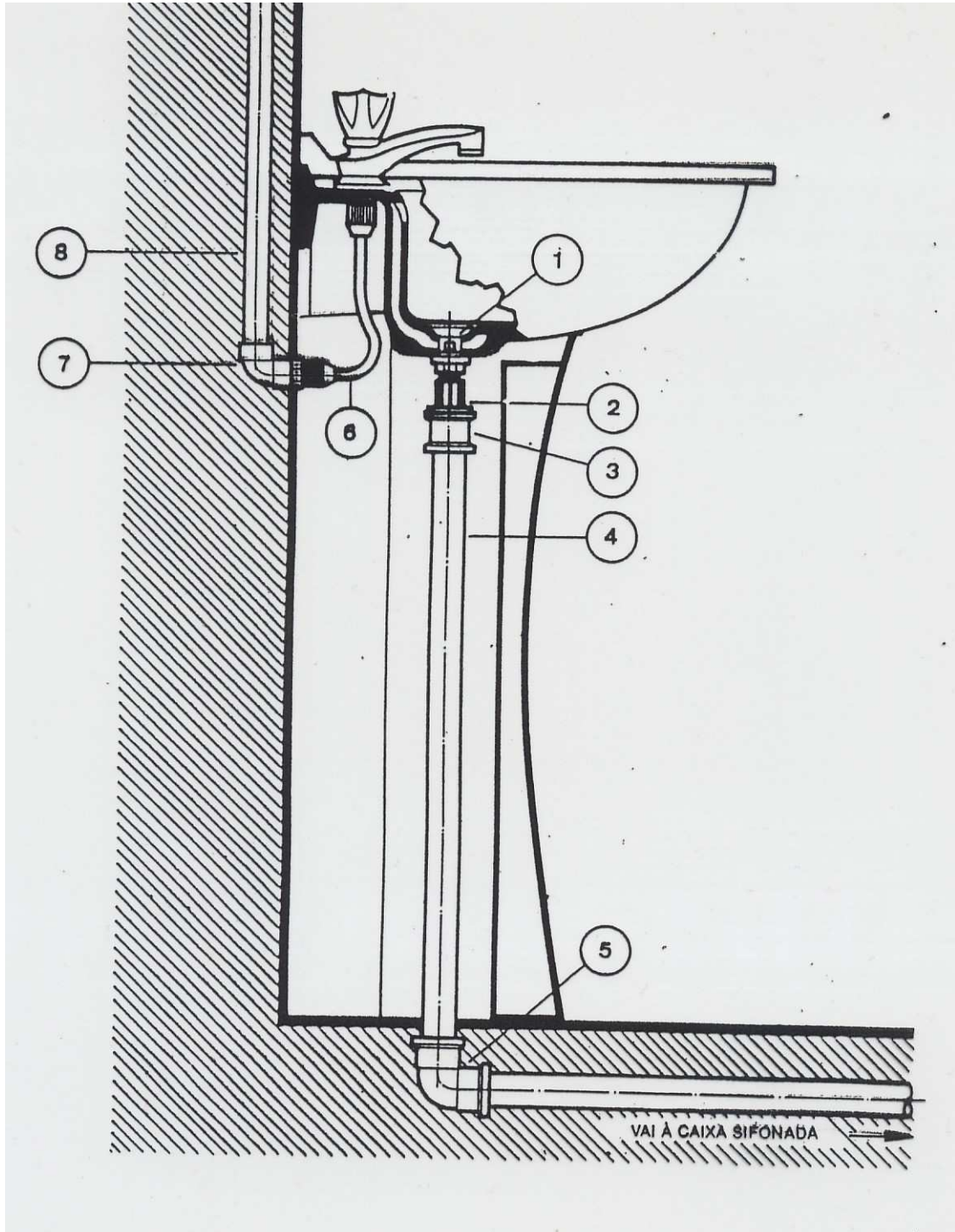


Figura 92 – Pia de coluna.

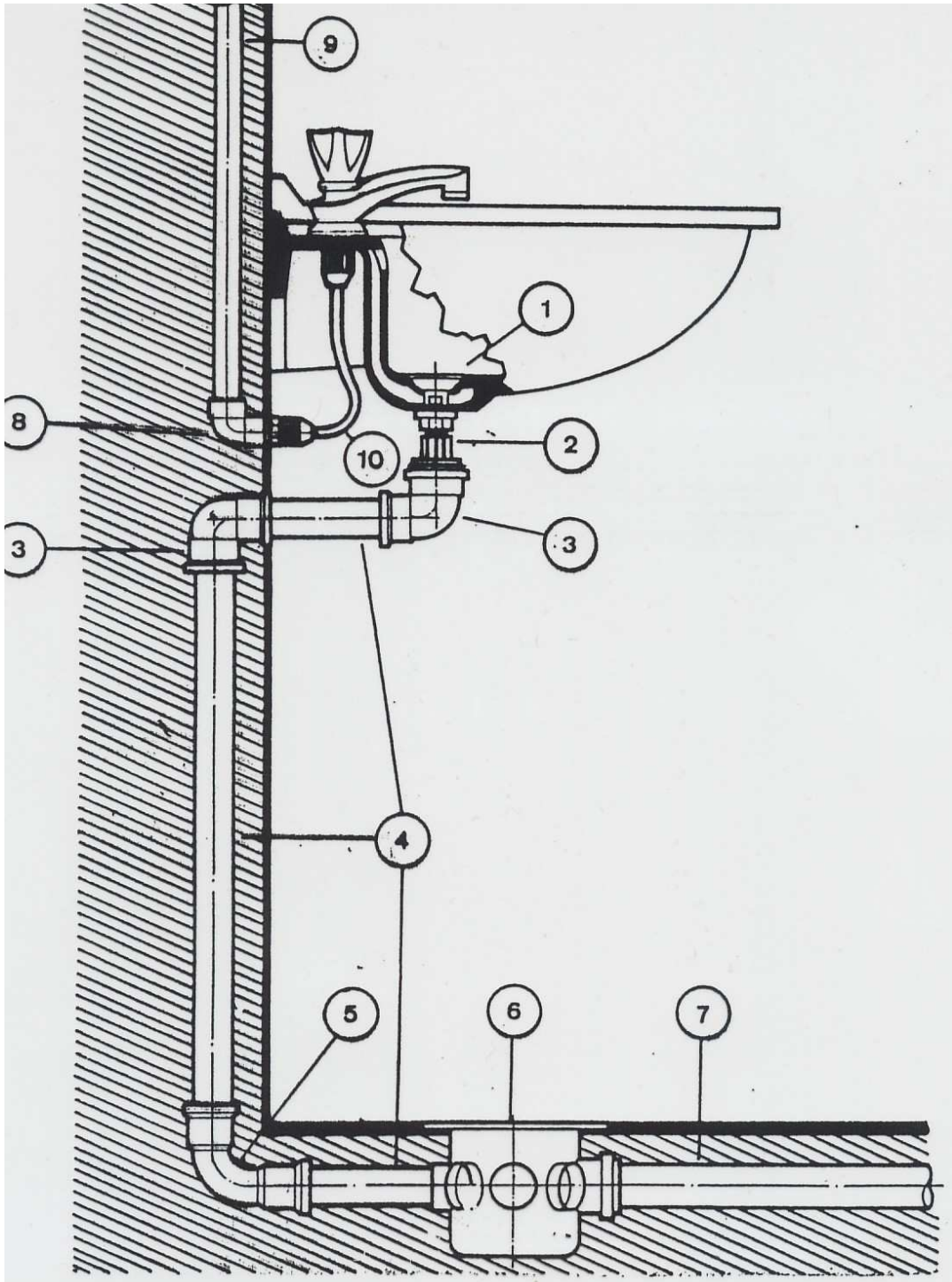


Figura 93 – Lavatório com bancada.

## Créditos das ilustrações

Figura 2 – Análises preliminares do terreno.

<http://www.cimento.org/>

Figura 8 – Construção de tabeira em terreno plano.

<http://www.cimento.org/>

Figura 28 – Mistura manual de concreto .

<http://www.abcp.org.br/>

Figura 29 – Mistura de concreto com betoneira.

<http://www.abcp.org.br/>

Figura 30 – Ensaio de consistência do concreto - Abatimento do tronco de cone.

<http://civilqc.blogspot.com/>

Figura 31 – Transporte de concreto em obra.

Revista Técnica, edição 114

Figura 35 – Tipos de vigota e lajota para laje pré-moldada.

<http://www.cimento.org/>

Figura 36 – Montagem de uma laje pré-moldada com o auxílio de vigotas do tipo “T” e lajotas. –

<http://www.cimento.org/>

Figura 37 - Tipologia de blocos estruturais existentes no mercado.

Revista técnica, edição 97

Figura 42 – “Amarração” dos blocos em mudanças de direção das paredes.

<http://www.cimento.org/>

Figura 43 – Execução de vergas de concreto sobre vãos de portas e janelas e de contravergas em vãos de janelas.

<http://www.abcp.com.br/>

Figura 47 – Utilização de bisnaga para o assentamento dos blocos estruturais.

<http://www.selectablocos.com.br/>

Figura 48 – Passagem de tubulação elétrica em blocos para alvenaria estrutural.

<http://www.ceramicariviera.com.br/>

Figura 49 – Telha Vogatex - pequena espessura, indicada para coberturas mais simples. Exemplos: aviários e depósitos.

<http://www.ternit.com.br/>

Figura 50 – Telha ondulada – eficiente para residências e galpões. –

<http://www.ternit.com.br/>

Figura 51 – Canaleta 90 – Projetos residenciais, industriais e comerciais de grande porte.

<http://www.ternit.com.br/>

Figura 52 – Telha modulada – para arquitetura residencial, escolas e clubes.

<http://www.eternit.com.br/>

Figura 53 – Telha metálica termoisolante.

– <http://www.gbsolucoes.com.br/>

Figura 56 – Dimensões comerciais (mm) para calhas e rufos.

<http://www.abcp.org.br/>

Figura 57 - Ilustração esquemática da tubulação, metais e peças para banheiros.

<http://www.cimento.org/>

Figura 59 - Planta de instalação elétrica.

<http://www.cimento.org/>

Figura 80 – Lastro

<http://www.ccb.org.br/>

Figura 81 – Espessura ideal para lastro de concreto armado em oficinas, garagens e outros locais com passagem de carros: 12 a 15 cm.

<http://www.cec.com.br/>

Figura 83 – Modos de assentamento para pisos de madeira.

<http://www.espacodoassoalho.com.br/>

Figura 86 – Possível defeito em pisos de madeira.

<http://www.assoalhosaobernardo.com.br/>

\*\*\*