



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



Apostila da disciplina

CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS



G. Andre'

Prof. Pedro Kopschitz Xavier Bastos



20ª EDIÇÃO


2019

Esta apostila é material didático da disciplina CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS do curso de Engenharia Civil da UFJF e contém um conjunto de informações retiradas, em parte, da bibliografia indicada. Pode ser reproduzida, desde que citado o autor.

Participação em ilustrações:

Mariana Barros Coutinho - graduanda em Arquitetura e Urbanismo (2012).

Vanessa Teixeira Motta - monitora e graduanda em Engenharia Civil (2018).

Desenho da capa:  (Editora Rios Ltda).



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 deem 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.

Mosteiro de Nossa Senhora do Monte – Olinda, PE.



Ilustração de Geandré, de 1970, mesmo autor do desenho da capa da apostila



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 – Ibracon.
- 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) "ORÇAMENTO E CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL" - Salvador E. Giamusso - Ed. Pini.
- 9) "PRINCÍPIOS DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES" - Alberto Lélío Moreira - Ed. Pini.
- 10) "TABELAS PARA CANTEIROS DE OBRA" - E. Ripper - Ed. Pini.
- 11) "TAREFAS DO ENGENHEIRO NA OBRA" - E. Ripper - Ed. Pini.
- 12) "TECNOLOGIA, GERENCIAMENTO E QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO" – Ercio Thomaz – Ed.Pini
- 13) "TCPO - TABELAS DE COMPOSIÇÃO DE PREÇOS PARA ORÇAMENTOS" - Ed. Pini.
- 14) "TRINCAS EM EDIFÍCIOS" - Ercio Thomaz - Ed. Pini.

Livros: www.piniweb.com.br

Revistas "A CONSTRUÇÃO", "AU" e "TÉCHNE", Editora Pini.

INSTITUTOS, ASSOCIAÇÕES, NORMAS E PUBLICAÇÕES:

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland (www.abcp.org.br)

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (www.abnt.org.br)

ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (www.antac.org.br)

Capes - www.capes.gov.br (link "periódicos"- www.periodicos.capes.gov.br)

Centro de Referência e Informação em Habitação - www.infohab.org.br

Comunidade da Construção - www.comunidadeconstrucao.com.br

IBRACON - Instituto Brasileiro de Concreto (www.ibracon.org.br)

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (www.ipt.br)

Programa de Tecnologia de Habitação - www.habitare.org.br

Revistas A CONSTRUÇÃO, AU e TÉCHNE (www.piniweb.com.br)

Pares - Pesquisa Aplicada em Materiais e Construção Sustentável- www.ufjf.br/pares



Sumário

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS.....	11
LISTA DE QUADROS	12
PALAVRA DO PROFESSOR.....	13
1. INTRODUÇÃO E CONCEITOS DIVERSOS	14
1.1 - Indústria da construção.....	14
1.2 - Tipos de construção de edificações segundo a natureza do sistema construtivo	14
1.3 - Sistema, método, processo e técnica construtiva	14
1.4 - Fases de um empreendimento de construção civil	15
1.5 - Subsetor Edificações no Brasil	17
1.5.1 - Aspectos gerais	17
1.5.2 - Racionalização da construção	17
1.6 - Obra pública e obra particular	19
1.6.1 - Obra pública	19
1.6.2 - Obra particular	20
1.6.3 - Contratos.....	20
2. ETAPAS DE OBRA DE EDIFICAÇÃO	25
2.1 - Serviços técnicos e administrativos preliminares.....	26
2.2 - Demolição/Limpeza do terreno / Instalações provisórias / Locação da obra	31
2.3 - Fundações (Infraestrutura).....	39
2.3.1 - Sapata Isolada	40
2.3.2 - Sapata Contínua	43
2.4 - Estrutura	48
2.4.1 - Formas.....	49
2.4.2 - Redes embutidas.....	53



2.4.3 - Armaduras.....	53
2.4.4 - Concretagem.....	54
2.4.5 - Tópicos sobre preparo e aplicação do concreto	57
2.4.6 - Laje pré-moldada	64
2.5 - Alvenaria	65
2.5.1 - Alvenaria de blocos cerâmicos.....	67
2.5.2 - Alvenaria estrutural	71
2.6 - Cobertura	76
2.7 - Instalações Hidráulicas / Esgoto Sanitário	82
2.8 - Instalações Elétricas	84
2.9 - Marcenaria	89
2.10 - Esquadrias	91
2.11 - Revestimento de paredes.....	94
2.11.1 - Argamassa.....	94
2.11.2 - Azulejo.....	100
2.12 - Revestimento de pisos	106
2.12.1 - Lastro	106
2.12.2 - Contrapiso e piso "cimentado"	107
2.12.3 - Piso cerâmico	108
2.12.4 - Piso de madeira.....	109
2.13 - Pintura	112
2.13.1 - Tintas.....	112
2.13.2 - Principais defeitos em serviços de pintura	115
3. PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES	118
3.1 - Introdução.....	118
3.2 - Dados da cidade de Juiz de Fora	118
3.3 - Exame do fenômeno patológico	119



4. ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	122
4.1 - Formas de administração da obra	122
4.2 - Procedimentos a serem adotados no canteiro.....	124
4.3 - Organização do escritório da obra	125
5. PERÍCIAS JUDICIAIS	131
5.1 - Tipos de perícia	131
5.2 - Laudo	132
ANEXOS.....	133
CRÉDITOS DAS ILUSTRAÇÕES	138



Lista de figuras

Figura 1 - Fases para a licitação de obras públicas.....	20
Figura 2 – Esquema financeiro de Contratos por Empreitada e por Administração.	23
Figura 3 – Análises preliminares do terreno.	26
Figura 4 - Topografia - desenho de perfis do terreno.	27
Figura 5 - Sondagem - Ensaio de penetração ou ensaio SPT (<i>Standard Penetration Test</i>).	28
Figura 6 – Etapas para a legalização de uma obra.	30
Figura 7 – Construção de tabeira para locação de obras.....	33
Figura 8 – Desenho de posicionamento da tabeira.....	33
Figura 9 – Construção de tabeira em terreno plano.	34
Figura 10 – Construção de tabeira em terreno inclinado.	34
Figura 11 – Localização do eixo de pilar no terreno com auxílio de prumo de centro.....	35
Figura 12 – Layout de canteiro de obra.....	38
Figura 13 – Execução de sapata isolada.	41
Figura 14 – Execução de sapata isolada – vista superior.	42
Figura 15 – Esquema sapata Isolada.	42
Figura 16 – Dimensionamento de uma sapata de concreto ciclópico.	43
Figura 17 – Cálculo para a largura da sapata.....	44
Figura 18 – Cargas atuantes na sapata contínua.....	44
Figura 19 – Relação entre largura e altura da sapata.....	45
Figura 20 – Largura da sapata (valor de x).	46
Figura 21 – Exemplo de planta de formas para lajes, vigas e pilares.....	50
Figura 22 – Construção da estrutura – formas dos pilares, das vigas e do escoramento.....	51
Figura 23 – Forma para pilares.....	52
Figura 24 – Janela intermediária	52
Figura 25 – Nivelamento da forma da laje.	54
Figura 26 – Lançamento de concreto em uma laje.....	55
Figura 27 – Concentração de armadura: dificuldade para lançamento de concreto.	56
Figura 28 – Pilar com broca.	57
Figura 29 – Betoneira	59
Figura 30 – Mistura de concreto com betoneira.....	59
Figura 31 – Mistura manual de concreto.	59
Figura 32 – Ensaio de consistência do concreto - Abatimento do tronco de cone ("slump").	61
Figura 33 – Transporte de concreto em obra.....	61
Figura 34 - Concreto mal dosado, ou lançado incorretamente ou não adensado suficientemente.....	62
Figura 35 – Uso de vibrador para adensamento do concreto fresco.....	63
Figura 36 – Uso de vibrador de agulha para adensamento de concreto em pilar.....	64
Figura 37 – Tipos de vigota e lajota para laje pré-moldada.	65
Figura 38 – Montagem de laje pré-moldada.....	65
Figura 39 - Bloco estrutural - exemplos de formatos.....	66
Figura 40 – Blocos de concreto -variedade de tipos e dimensões.....	66



Figura 41 – Bloco sílico-calcáreo.	66
Figura 42 - Bloco cerâmico vazado de vedação ("lajota") e tijolo cerâmico maciço.	67
Figura 43 - "Marcação" da alvenaria - Nivelamento e alinhamento da primeira fiada de blocos (Desenho: "Parede de vedação em blocos cerâmicos" - publicação IPT).	68
Figura 44 – Execução das fiadas.	69
Figura 45 – Verificação do prumo de paredes.	69
Figura 46 – Aperto de alvenaria com tijolo maciço ("encunhamento") e com argamassa expansiva.	70
Figura 47 – “Amarração” dos blocos em mudanças de direção das paredes.	70
Figura 48 - Vergas e contravergas em vãos de portas e janelas.	71
Figura 49 - Posicionamento (cota) de verga de porta.	71
Figura 50 - Exemplo de planta de primeira fiada e de detalhe de elevação de parede.	72
Figura 51 - "Shaft" para passagem de tubulação.	73
Figura 52 – Utilização de bisnaga para o assentamento dos blocos.	74
Figura 53 - Ensaio de resistência mecânica de prisma.	75
Figura 54 – Principais tipos de bloco e suas posições.	75
Figura 55 – Cinta, vergas e contravergas em vãos de portas e janelas.	76
Figura 56 – Detalhamento de tesoura de telhado.	78
Figura 57 - Montagem de telhado de estrutura de madeira e telhas cerâmicas.	78
Figura 58 – Telhas de fibrocimento (Fonte: www. eternit.com.br).	79
Figura 59 – Telha metálica termoisolante.	79
Figura 60 – Telhado de fibrocimento embutido.	81
Figura 61 – Formatos e posições de calhas e rufos.	81
Figura 62 – Distribuição de água: desenho esquemático.	82
Figura 63 – Coleta de esgoto: desenho esquemático.	82
Figura 64 – Tubulação distinta para a passagem de água fria e água quente.	84
Figura 65 - Planta de instalação elétrica.	85
Figura 66 – Eletroduto - trechos horizontais embutidos na laje e trechos verticais embutidos em vigas e paredes.	86
Figura 67 – Tubulação para telefone embutida na laje (trecho vertical sobe).	86
Figura 68 – Detalhe das instalações elétricas em laje de concreto e parede.	87
Figura 69 – Sequência de serviços de instalação elétrica em uma obra.	88
Figura 70 – Guarnição de madeira para fixação de porta.	89
Figura 71 – Guarnição de madeira - largura de acordo com o acabamento da parede.	90
Figura 72 – Fixação de guarnições em alvenaria com tacos de madeira.	90
Figura 73 – Fixação de rodapé de madeira com parafuso e bucha.	91
Figura 74 – Esquadria de alumínio.	92
Figura 75 – Montagem de janela de alumínio.	92
Figura 76 – Medidas a serem adotadas para evitar a infiltração de água em janelas.	93
Figura 77 – Detalhe de peitoril de janela.	93
Figura 78 – Camadas de revestimento de argamassa – chapisco, emboço e reboco.	94
Figura 79 – Técnicas de acabamento de revestimento de argamassa.	96
Figura 80 – Camada única de argamassa aplicada sobre a alvenaria.	96
Figura 81 – Posicionamento de taliscas em parede para aplicação de argamassa.	97



Figura 82 – Posicionamento de talisca em parede com guarnição de porta.....	97
Figura 83 – Posicionamento de taliscas - verificação do prumo.....	98
Figura 84 – Aplicação de argamassa em parede – auxílio de taliscas e régua de alumínio.....	99
Figura 85 – Perda de água da argamassa de revestimento e formação de mecanismo de aderência.	100
Figura 86 – Assentamento de azulejos.....	102
Figura 87 – Aplicação de argamassa colante com desempenadeira dentada.	104
Figura 88 - Camadas constituintes do revestimento cerâmico e junta de movimentação. ...	105
Figura 89 – Lastro de concreto.	107
Figura 90 - Execução de revestimento de pisos com argamassa industrializada.	109
Figura 91 – Modos de assentamento para pisos de madeira.	111
Figura 92 – Revestimento de piso de tábua corrida.....	112
Figura 93 – Detalhe de encaixe de tábua corrida – encaixe tipo macho-e-fêmea.	112
Figura 94 – Defeito em piso de tábua corrida.....	112
Figura 95 – Casos comuns de fissuras em alvenaria e revestimento.....	121
Figura 96 – Organização de setores e subsetores do escritório da obra.	125
Figura 97 – Ordem de Serviços - instruções por escrito.....	130
Figura 98 - Instalações de esgoto sanitário.	133
Figura 99 – Instalações hidráulicas/sanitárias - válvula de descarga.....	134
Figura 100 – Instalações hidráulicas/sanitárias - caixa de descarga embutida.	135
Figura 101 – Pia de coluna.....	136
Figura 102 – Lavatório com bancada.....	137



Lista de tabelas

Tabela 1 – Resistência aproximada de cada tipo de solo.....	29
Tabela 2 – Raios de ação da agulha do vibrador de imersão.....	63
Tabela 3 – Consumo de unidades de cada tipo de telha por m ²	77
Tabela 4 - Dimensões comerciais de peças para tesouras (até 10 m de vão).....	78
Tabela 5 – Inclinação necessária e peso por m ² de cada tipo de telha.....	80
Tabela 6 - Relação entre tamanho da peça e tipo de desempenadeira	103



Lista de Quadros

Quadro 1 – Partes constituintes de um contrato de construção.....	21
Quadro 2 – Contratos por Empreitada e por Administração.	23
Quadro 3 – Máquinas, equipamentos e ferramentas para a construção de edifícios.....	39
Quadro 4 - Normas ABNT para alvenaria estrutural*	76
Quadro 5 - Principais defeitos em pinturas.....	116
Quadro 6 – Pintura: serviços mais comuns	117
Quadro 7 - Patologias: possíveis causas e origens.	120

Palavra do Professor

A disciplina Construção de Edifícios do curso de Engenharia Civil da UFJF dará a você conhecimentos técnicos básicos em uma área muito importante, a de obras ligadas à necessidade de se morar em um lugar seguro (casas e edifícios habitacionais), trabalhar (edifícios comerciais), estudar (escolas), praticar esportes (ginásios, estádios), viajar (terminais) e cuidar da saúde (hospitais), entre outras.

Esteja atento ao curso, chegando pontualmente nas aulas, participando, criticando e tirando dúvidas com o professor. Mostre desde já como você pretende ser depois que se formar.

Esta apostila reúne informações que serão úteis agora e no futuro, mas não se acomode e compre livros e revistas da área sempre que puder. São muitas as fontes de informação além da Internet e do celular....

Você em breve será Engenheiro Civil ou Arquiteto, profissionais importantes para a sociedade e para o desenvolvimento do país. Como terá nível superior, espera-se de você uma boa base conceitual – matemática, física e química explicam quase tudo há milênios. Por outro lado, é importante perguntar, ver e praticar, para você fazer relacionar teoria e prática. E jamais pense que sabe tudo...

Estamos aqui na UFJF para formar profissionais, mas não somente isso. É preciso que você não abra mão de ser um cidadão honesto, ético, responsável e que proteja a natureza sempre. Desenvolva projetos e obras com essa postura e você será um profissional muito respeitado e procurado.

Bom curso e sucesso!

Prof. Pedro Kopschitz Xavier Bastos

1. INTRODUÇÃO E CONCEITOS DIVERSOS

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 disponíveis.

Tipos de obras:

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: Predomina nas áreas urbanas, utilizando métodos e processos da construção civil normalizada.

TRADICIONAL RACIONALIZADA: 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.

Exemplos:

- Estrutura de concreto armado, com fechamento dos vãos em alvenaria.
- Alvenaria estrutural.

MÉTODO CONSTRUTIVO: Conjunto de preceitos que regulam uma série de operações construtivas,

efetuadas segundo determinadas normas.

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

PROCESSO CONSTRUTIVO: Sequência de 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 e escoramentos.

1.4 - Fases de um empreendimento de construção civil

PLANEJAMENTO: O QUE, POR QUE e COMO fazer.

PRODUÇÃO: QUANDO e COM QUE fazer.

FUNCIONAMENTO: OPERAÇÃO, USO e MANUTENÇÃO do produto final.

a) **PLANEJAMENTO:**

- Definição de objetivos.
- Estudos de viabilidade e desenvolvimento do projeto em suas várias etapas - conceitual, básico, definitivo, de execução.
- Estabelecimento das atividades necessárias ao empreendimento, bem como sua sequência e/ou simultaneidade e interdependência, com o auxílio de técnicas de planejamento (ex.: programa *MSPProject*).

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 (estimativos).

Projeto Definitivo (arquitetura e engenharia): Escolha de uma alternativa e seu detalhamento para exame por órgão financiador e pela administração municipal.

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

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

b) PRODUÇÃO: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 (financeiro, temporal, recursos humanos, materiais e equipamentos).

Execução: Construção - 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 previsão de desgaste das partes do edifício (pintura, esquadrias, etc.) 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, pouco qualificada e, quase sempre, com remuneração inferior à de outros setores (nível de atividade da economia);
- 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 complexas - grandes alturas, cavas profundas, trabalhos pesados 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:

- Melhoria da qualidade dos projetos;
- Modernização tecnológica (melhoria da interface com a indústria e os institutos de pesquisa e universidades) e racionalização da construção;
- Investimentos em treinamento da mão-de-obra e segurança do trabalho;
- Programas 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 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;
- Não requer grandes investimentos;
- Adequação dos processos construtivos aos recursos disponíveis nos locais de cada obra.

Sugestões para aumentar a eficiência no canteiro de obras:

- 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 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;
- 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 de segurança no trabalho;
- Manter os equipamentos sempre em condições de operação;
- Situar os equipamentos de forma a atenderem à obra com eficiência.

1.6 - Obra pública e obra particular

1.6.1 - 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.

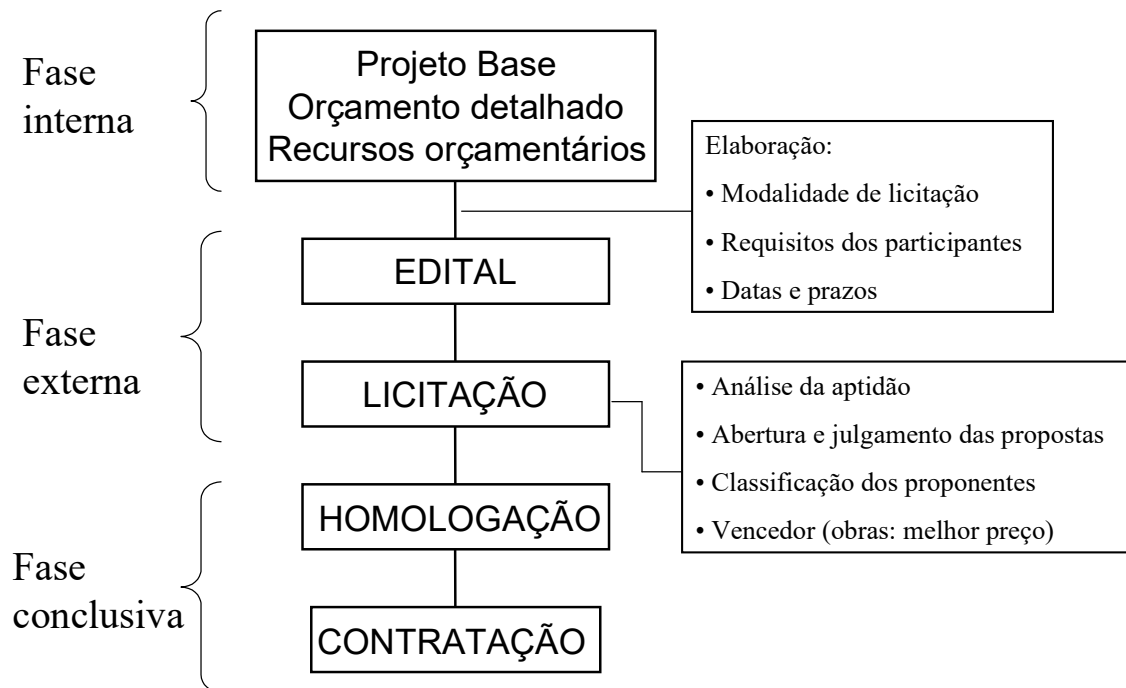
No ramo de edificações: EDIFÍCIO PÚBLICO - sedes de governo, repartições públicas, escolas, hospitais, etc.

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. De acordo com valores a serem contratados.

1.6.2 - *Obra particular*

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

1.6.3 - *Contratos*

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. O Quadro 1 apresenta uma relação das principais partes constituintes de um contrato de construção.

Quadro 1 – Partes constituintes de um contrato de construção.

Objeto	Obra material certa e determinada
Executor	Pessoa física ou jurídica habilitada
Beneficiário	Proprietário do terreno, usuário ou outro interessado.
Projeto aprovado	Plantas e especificações (segundo normas técnicas e legislação)
Condições particulares	Prazo, cronogramas
Preço e forma de pagamento	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).

Principais modalidades de contrato de construção: EMPREITADA e ADMINISTRAÇÃO.

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.

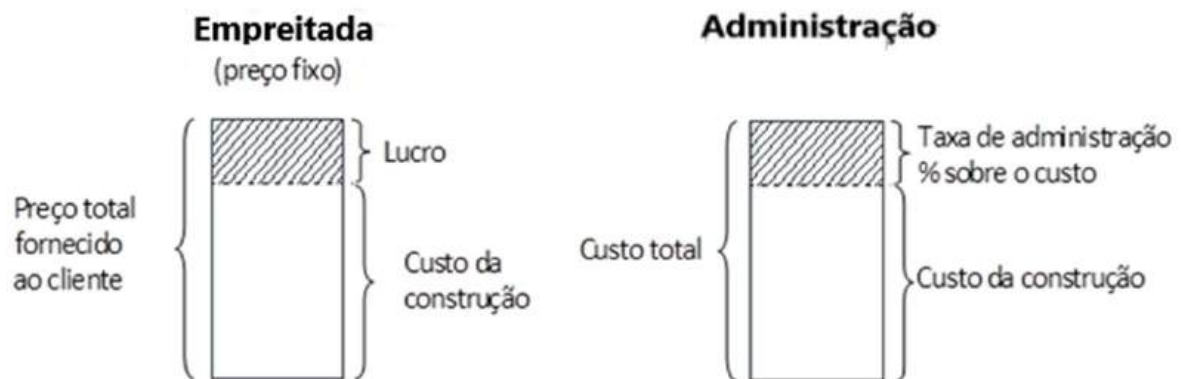
O administrador (construtor) é um executor dependente das deliberações do dono da obra no que se refere ao andamento da obra, ressalvada a parte técnica, que é sempre de responsabilidade exclusiva de profissionais habilitados.

Os custos são aqueles necessários para seguir o 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/m² para determinado padrão de acabamento).

Quadro 2 – Contratos por Empreitada e por Administração.

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

Figura 2 – Esquema financeiro de Contratos por Empreitada e por Administração.



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 relacionadas 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

Uma lista de etapas de obra pode variar de acordo com cada empreendimento. A lista a seguir reúne as principais.

1. SERVIÇOS TÉCNICOS E ADMINISTRATIVOS PRELIMINARES
2. LIMPEZA DO TERRENO / INSTALAÇÃO E LOCAÇÃO DA OBRA
3. SERVIÇOS EM TERRA E ROCHA
4. FUNDAÇÃO
5. 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.

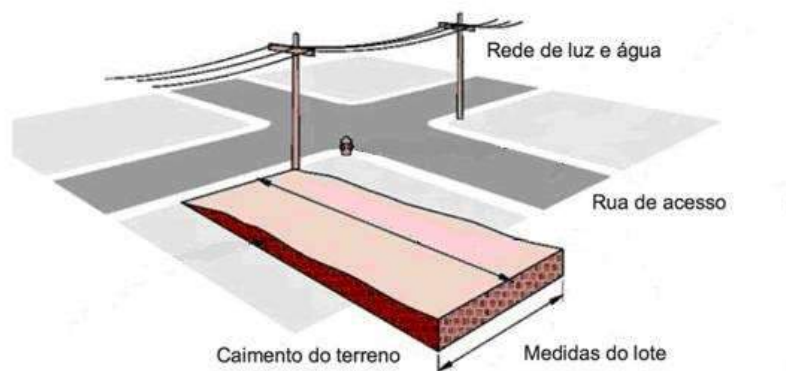
b) AQUISIÇÃO DO TERRENO

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 cara para as fundações;

Alerta: A) Verificar se as medidas do terreno que constam no título de propriedade (*Escritura* em cartório de Registro Geral de Imóveis) correspondem às dimensões reais do terreno; B) Verificar o posicionamento de construções vizinhas existentes.

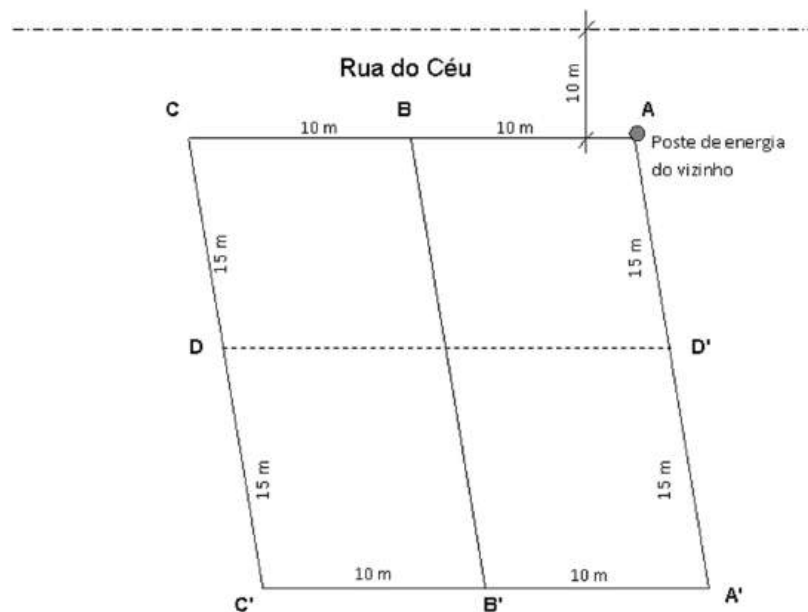
Figura 3 – Análises preliminares do terreno.



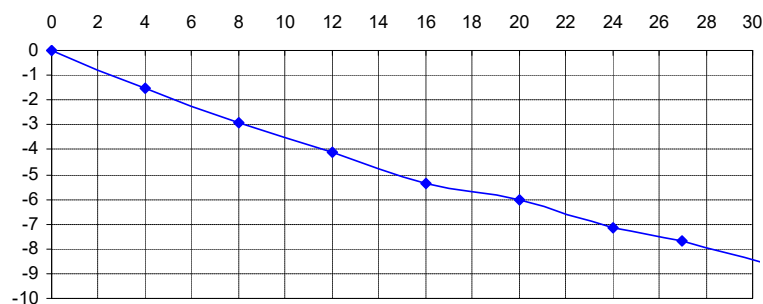
c) SERVIÇO DE TOPOGRAFIA

A topografia é fundamental para a execução do projeto arquitetônico - conhecimento de perfis longitudinais e transversais do terreno - e da obra (para movimento de terra, quando necessário, marcação da obra no terreno, etc.).

Figura 4 - Topografia - desenho de perfis do terreno.



Exemplo: Perfil AA'

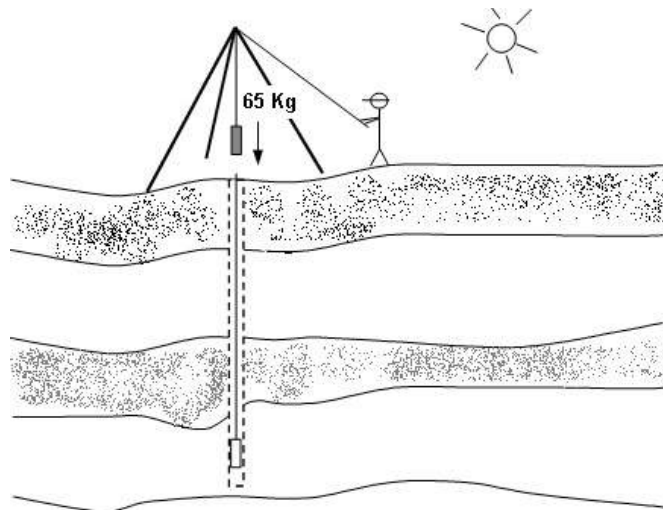


d) SONDAGEM

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 -Figura 5.

Figura 5 - 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:

- Mínimo uma perfuração para cada 200 m² de área da projeção em planta do edifício, até 1.200 m² de área;
 - Entre 1.200 m² e 2.400 m²: fazer uma perfuração para cada 400 m² que excederem aos 1.200 m² iniciais;
 - Acima de 2.400 m² 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 200 m², e três para área entre 200 m² e 400 m².

Tabela 1 – Resistência aproximada de cada tipo de solo.

Natureza do Terreno	Resistência aproximada (kg/cm²)
Aterros de entulho, velhos e consolidados.	0,5
Areia sem possibilidade de fuga, naturalmente úmida.	1,0 – 1,5
Terrenos comuns bons, como argilo-arenosos úmidos.	2,0
Terrenos argilo-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**

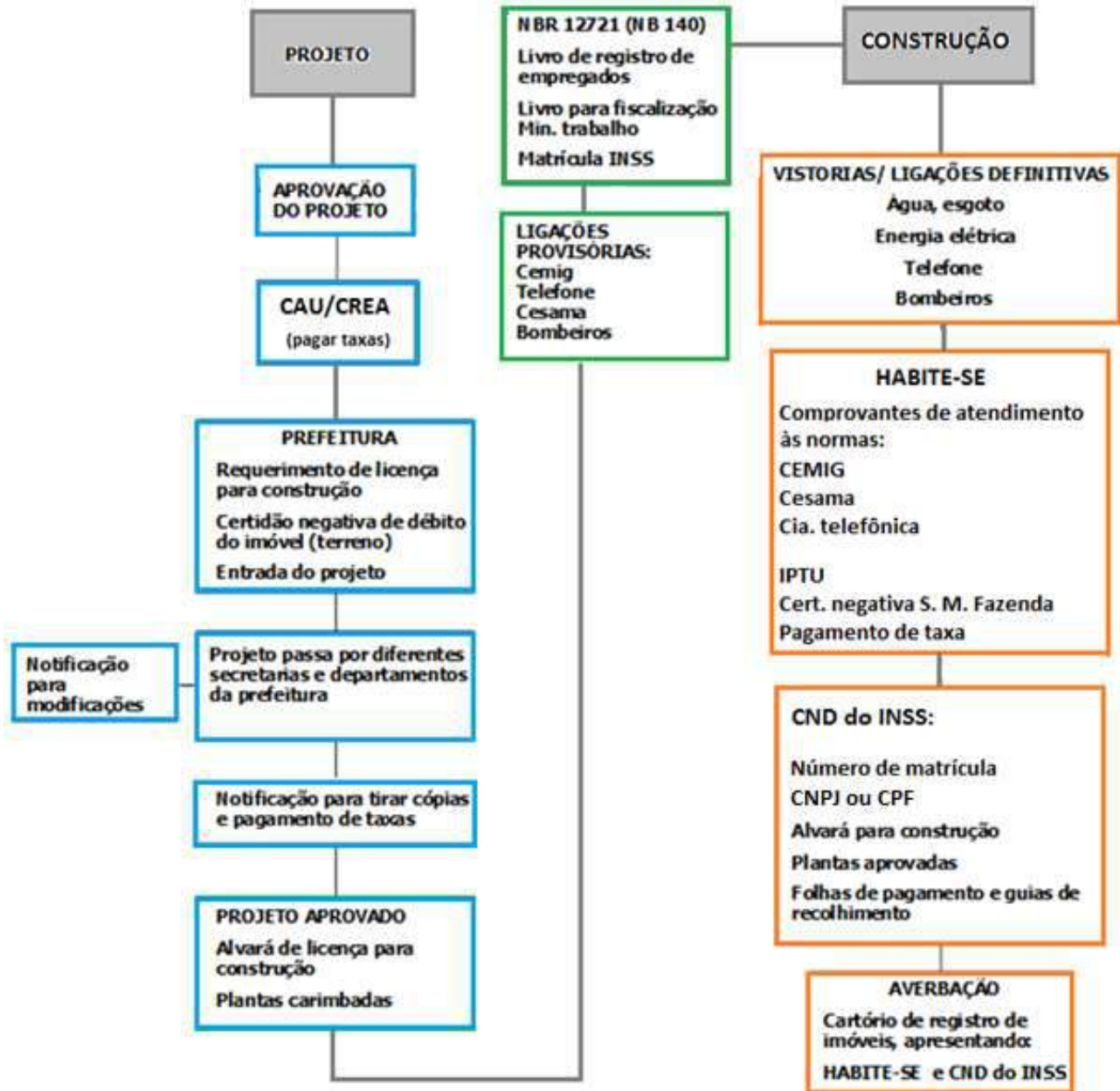
Arquitetura, estrutural e instalações (elétrica, hidráulica, esgoto, gás, incêndio, ar condicionado), além de especificações, orçamento e cronogramas.

f) **LEGALIZAÇÃO DA OBRA**

Série de providências antes e durante a construção junto a órgãos públicos (prefeitura, concessionária de energia elétrica, companhia de água e esgoto, corpo de bombeiros, etc.) e CAU/CREA. A Figura 6 apresenta um resumo deste processo (as etapas sofrem modificações ao longo do tempo e de acordo com cada município).

Figura 6 – Etapas para a legalização de uma obra.

Resumo das etapas e atividades para legalização da obra



NBR 12721:2007(antiga "NB-140"): Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - Procedimento

Objetivo: Atender ao que foi prescrito 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 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.

ANBR 12721/2007 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.

2.2 - Demolição/Limpeza do terreno / Instalações provisórias / Locação da obra

a) DEMOLIÇÃO

Em caso de antigas construções existentes no terreno - 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 (o profissional consciente, responsável e que gosta de sua cidade não sai demolindo tudo o que é antigo simplesmente com o objetivo de obter ganhos financeiros com novos edifícios);
- 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

ambientais e porque podem servir como reuso 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 rocha, casas de cupim, etc. Corte de árvores: obrigatória a obtenção de licença ambiental no IEF - Instituto Estadual de Florestas ou no 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, seguindo a **planta de locação**, o projeto de fundações e o projeto de formas fornecido pelo projetista de estrutura. A Figura 8 corresponde a um exemplo de planta de locação.

Procedimento: construir uma "tabeira" (cerca 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 e posição dos pilares.

A Figura 7 mostra detalhe de construção de tabeira.

Figura 7 – Construção de tabeira para locação de obras.

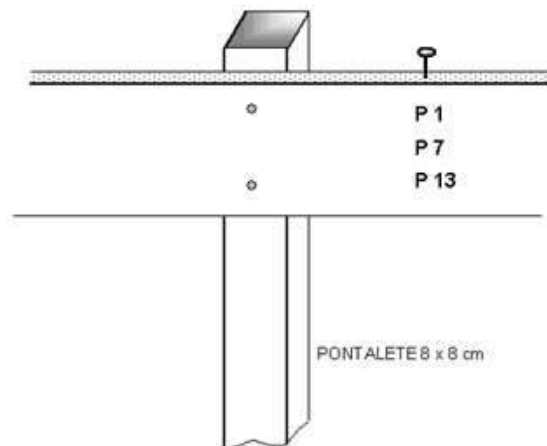


Figura 8 – Desenho de posicionamento da tabeira.

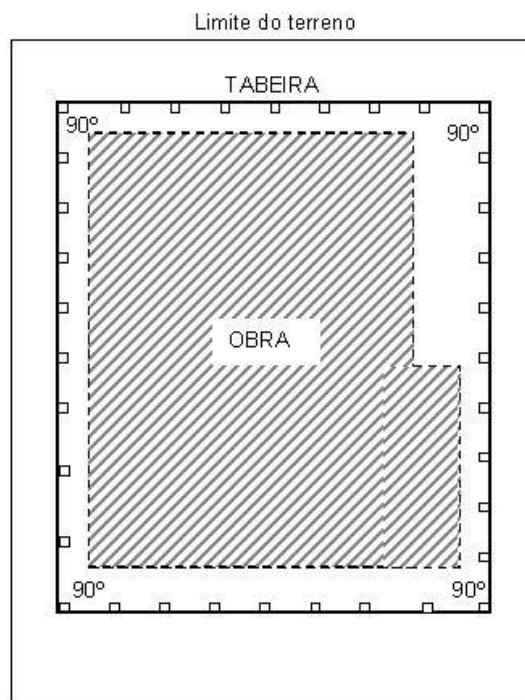


Figura 9 – Construção de tabeira em terreno plano.

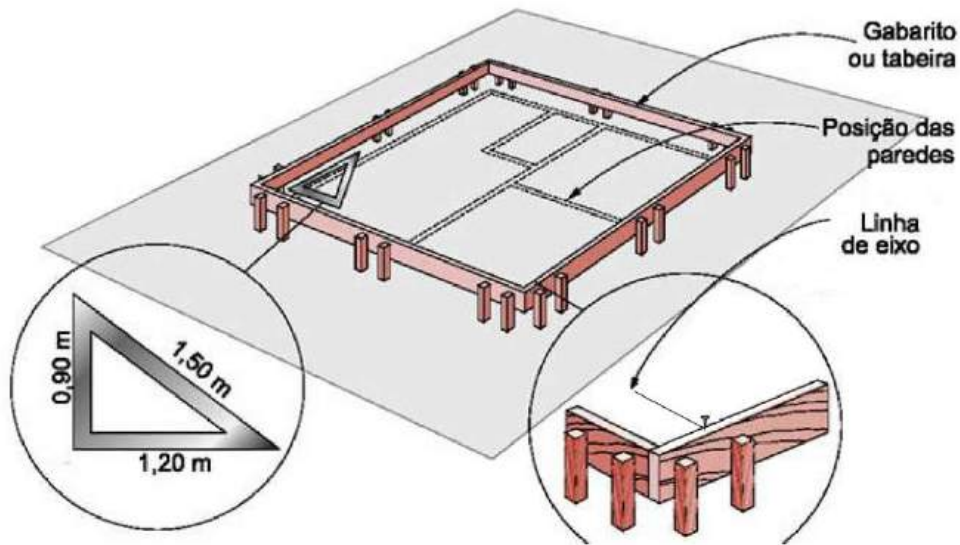
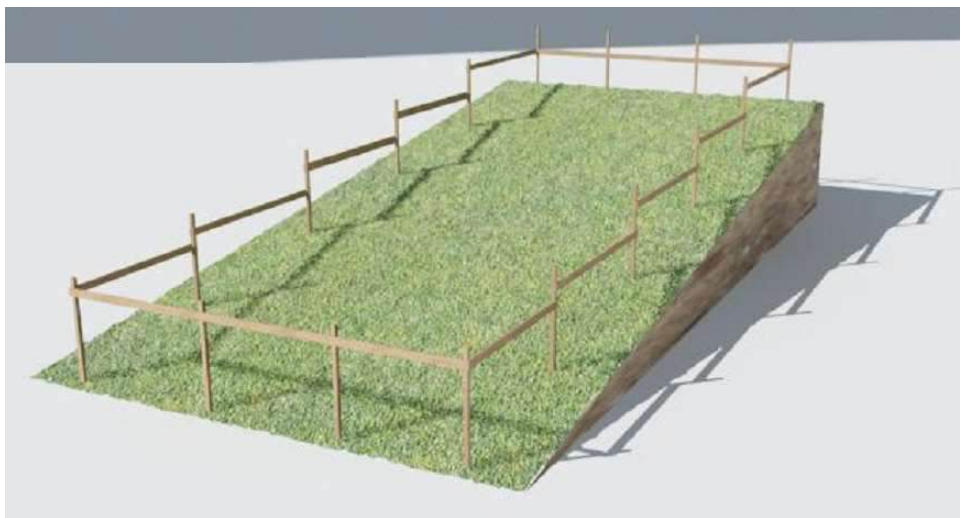
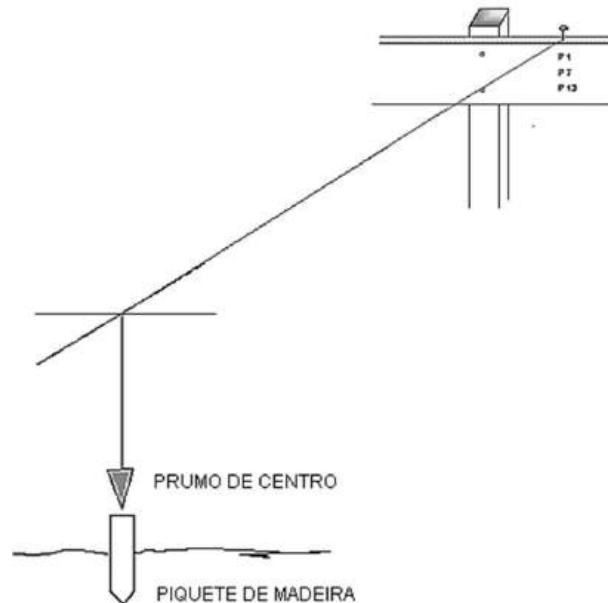


Figura 10 – Construção de tabeira em terreno inclinado.



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 fixados para aquele pilar na tabeira. 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 e posicionamento de formas (Figura 11).

Figura 11 – Localização do eixo de pilar no terreno com auxílio de prumo de centro.



d) INSTALAÇÃO DA OBRA - CANTEIRO

Layout do canteiro é o arranjo físico de homens, máquinas e equipamentos no espaço disponível do canteiro de obras. Muitos espaços do canteiro devem obedecer a prescrições da norma NR-18 do Ministério do trabalho quanto a condições de segurança e higiene no trabalho. A Figura 12 apresenta um exemplo de layout para a instalação de canteiro de obra.

Principais instalações: **tapume (cerca da obra), barracões (escritório, almoxarifado, banheiro...), equipamentos de transporte vertical e horizontal, oficinas de armação e de formas, central de concreto/argamassa, depósito de agregados, ligações provisórias (água, esgoto, energia, telefone).**

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).

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 maior área de serviço, 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).

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 barras de aço,

com chapas e pinos metálicos; ferramentas e equipamentos elétricos de corte e dobra de armadura.

- Oficina de formas: os equipamentos são dimensionados (tipos 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 e ARGAMASSA / 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.

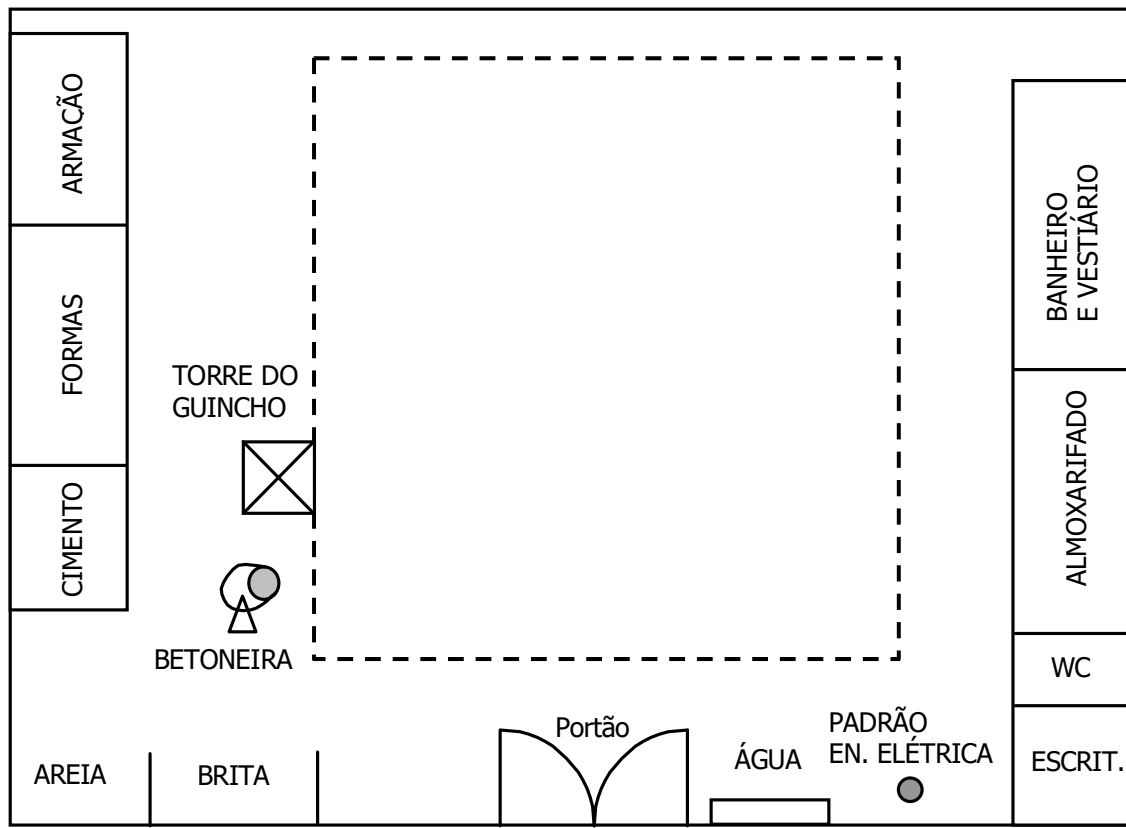
Equipamentos mais comuns:

- 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 seguir projetos de profissionais especializados, que seguem normas técnicas e prescrições das concessionárias locais.

Figura 12 – Layout de canteiro de obra.



O Quadro 3 contém uma lista equipamentos, máquinas e ferramentas para obras.

Quadro 3 – Máquinas, equipamentos e ferramentas para a construção de edifícios.

Máquinas e ferramentas		Segurança
Alavanca	Máquina p/ corte de pedras	Botas de couro e borracha
Alicate	Marreta	Capa de chuva
Arco de pua	Marreta 10 Kg	Capacete
Arco de serra	Martelo	Cintos
Balde de 10 litros para concreto	Martelo de borracha	Luvax
Brocas	Metro	Máscaras de proteção
Brocha	Nível de mangueira	Óculos de proteção
Camurça	Nível de mão	Outros
Carrinho para concreto	Pá	
Cavadeira	Pé de cabra M e G	Equipamentos
Cavadeira de dois cabos	Peneiras	Andaime suspenso para fachadas
Chave inglesa	Picadeira	Andaimes metálicos (apoio no solo)
Chave para dobrar aço	Picareta	Betoneira 300 litros / 500 litros
Chaves de boca	Pincel	Bomba de sucção de água
Chaves de fenda	Pino de armador	Compactador de solo ("Sapo")
Chibanca	Plaina	Grua
Colher	Ponteiros	Guincho
Corda	Prumo de centro	Guincho de coluna
Corta-cerâmica	Prumo de face	Serra de fita
Desempenadeira de aço dentada	Régua de alumínio 2 m	Serra de mesa
Desempenadeira madeira/PVC	Roldana	Vibrador com mangote
Discos de serra	Serrote	
Enxada	Talhadeiras	Diversos
Enxadão	Tesoura para corte de aço	Escadas de vários tamanhos
Enxó	Torquês	Mangueira de água
Esmeril	Trado manual	Material de escritório
Espátula	Trena 5 m, 20 m.	Primeiros socorros
Fio de extensão Esquadro		Quadro de avisos
Furadeira elétrica		Telefone/Fax/computador
Latas 18 litros		
Linha de pedreiro		

2.3 - Fundações (Infraestrutura)

Parte inferior da estrutura de um edifício que suporta e transmite cargas ao terreno, a infraestrutura 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.

2.3.1 - Sapata Isolada

Passos para execução (Figura 13 e Figura 14):

- Abertura das cavas;
- Esgotamento de água, quando necessário;
- Compactação 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 13 – Execução de sapata isolada.

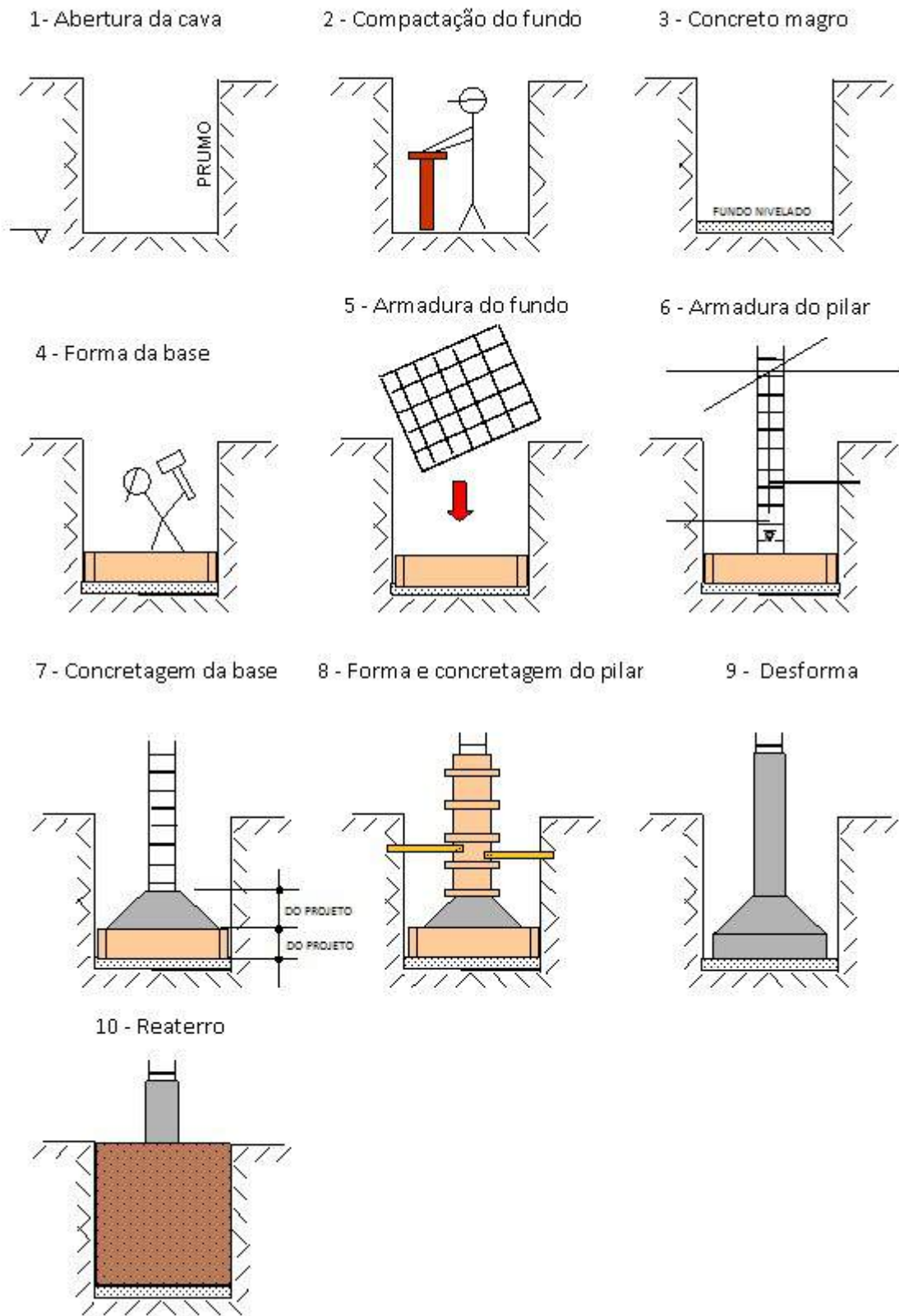


Figura 14 – Execução de sapata isolada – vista superior.

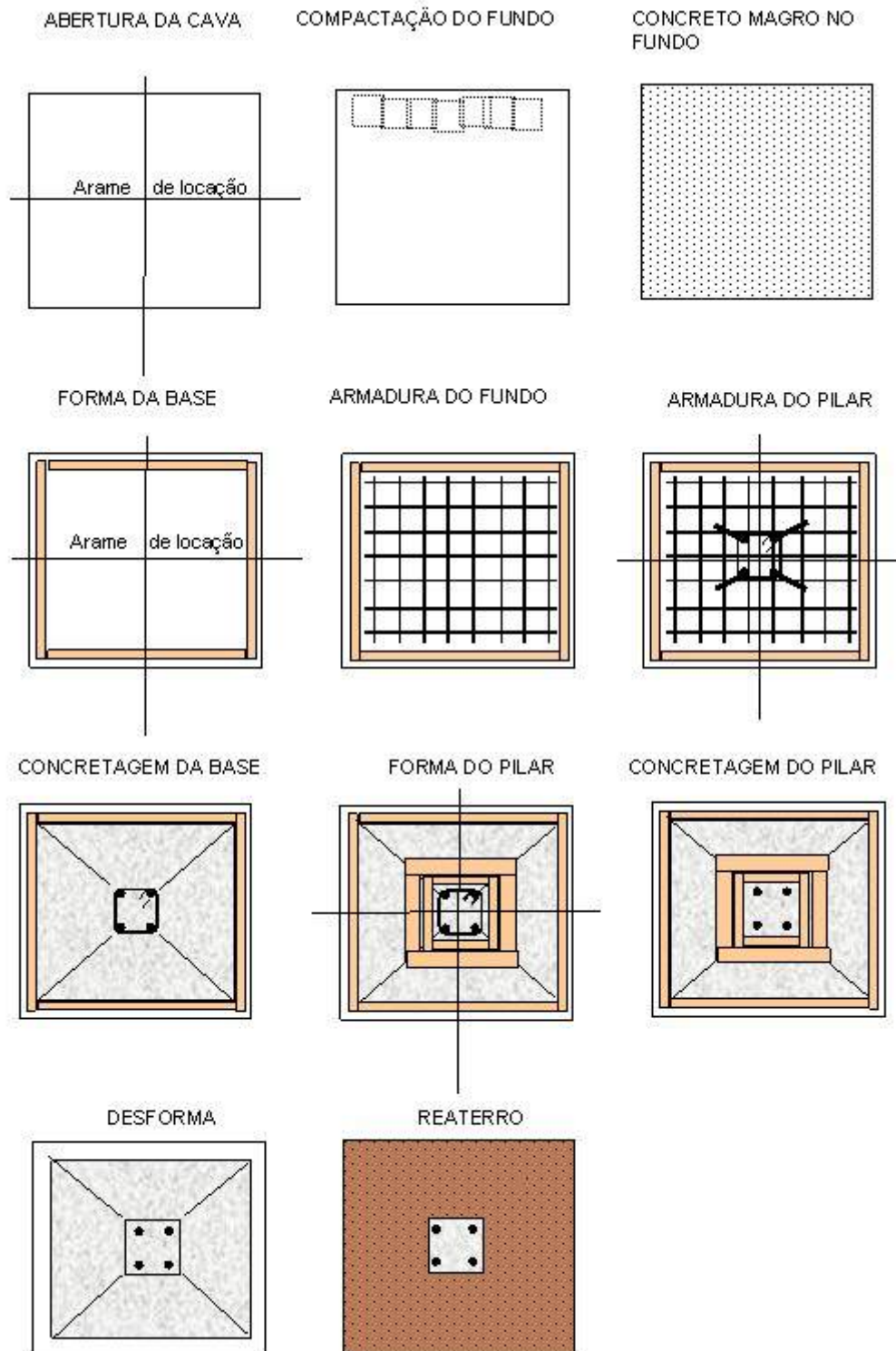
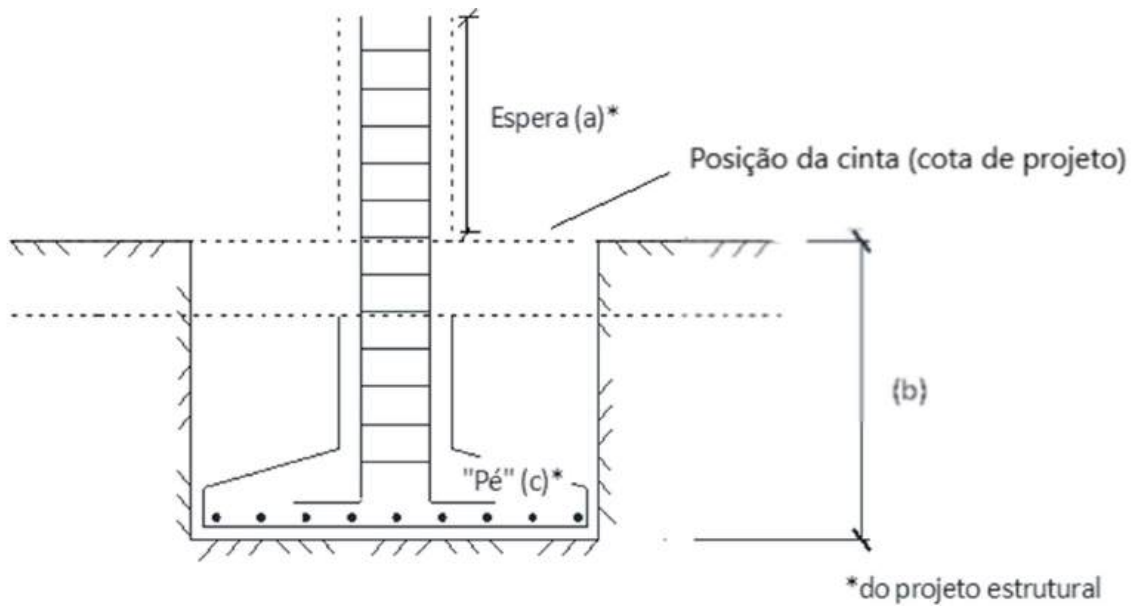


Figura 15 – Esquema sapata Isolada.



Comprimento total da barra longitudinal do pilar (no primeiro trecho ate a cinta):
 (a) + (b) + (c), sendo b = profundidade de cada cava

2.3.2 - Sapata Contínua

Também chamada de "sapata corrida", é um tipo de fundação de fácil execução e de baixo custo, usada em construções baixas (2 pavimentos). Pode ser executada com concreto ciclópico (concreto com pedra marroada) ou com concreto armado lançado em valas rasas escavadas manualmente no terreno (máx. 50 cm de profundidade). A execução segue o projeto arquitetônico, de acordo com a direção das paredes da edificação. O dimensionamento da sapata contínua- largura e altura (Figura 16) - é feito conhecendo-se as cargas atuantes nas diferentes seções da construção e da natureza (resistência) do terreno. O cálculo da carga atuante na edificação é mostrado na Figura 17.

Figura 16 – Dimensionamento de uma sapata de concreto ciclópico.

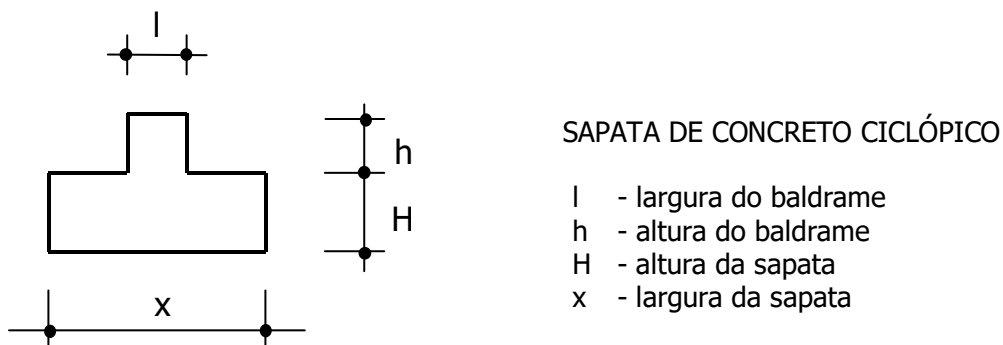
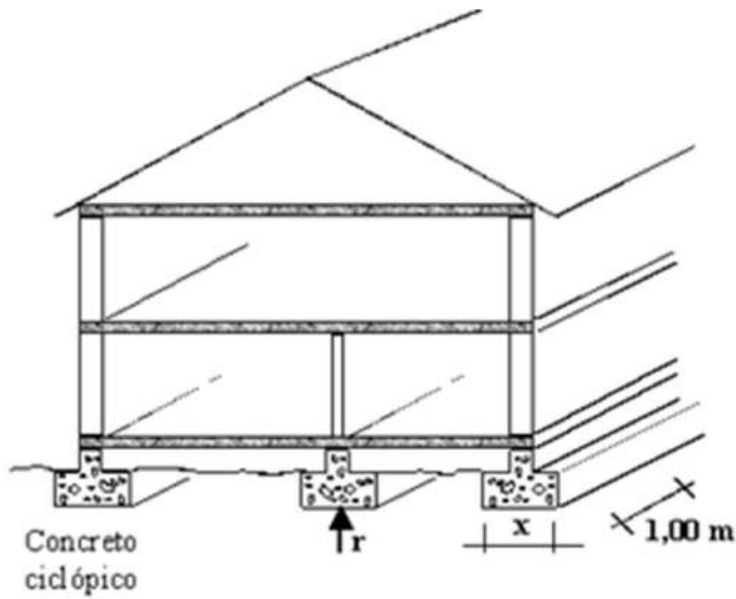


Figura 17 – Cálculo para a largura da sapata.



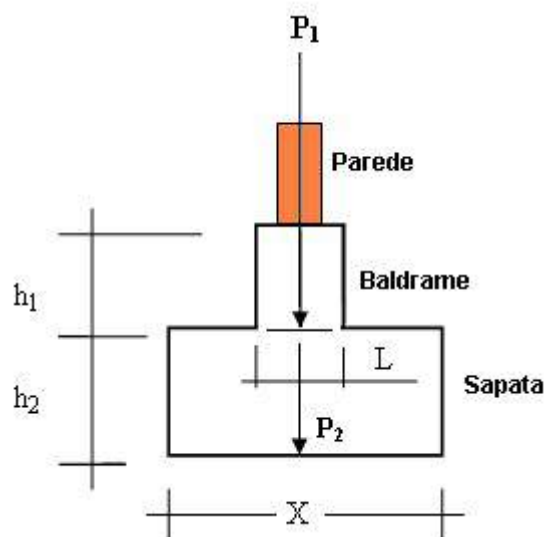
r- resistência do terreno
 P- carga da edificação
 S- superfície de transmissão

$$S = 1,00 \cdot x$$

$$r = P/S \rightarrow r \cdot x = P$$

P=?

Figura 18 – 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

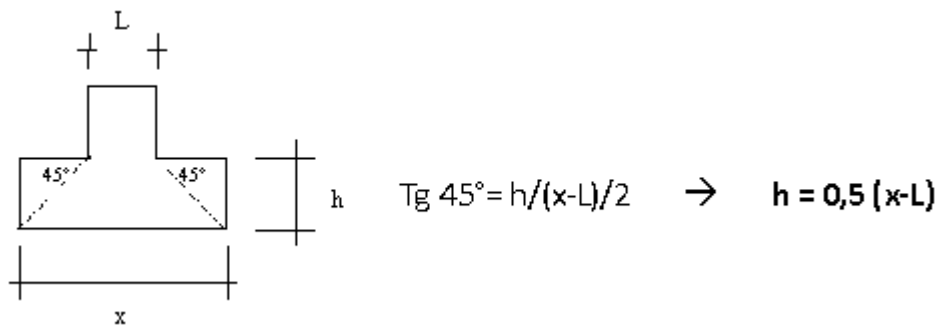
P_2 - peso próprio da sapata em função de sua largura

Dimensionar: h_2 (altura da sapata) e x (largura) -Figura 18eFigura 19

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

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

Figura 19 – Relação entre largura e altura da sapata.



CARGAS ATUANTES NA SAPATA CORRIDA (kg/m)

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

- Telhado
- Laje de forro *
- Parede 2° pavimento **
- Laje de piso 2° pavimento*
- Parede 1° pavimento**
- Laje de piso de 1° 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

γ - peso específico da alvenaria = 1600 kg/m³

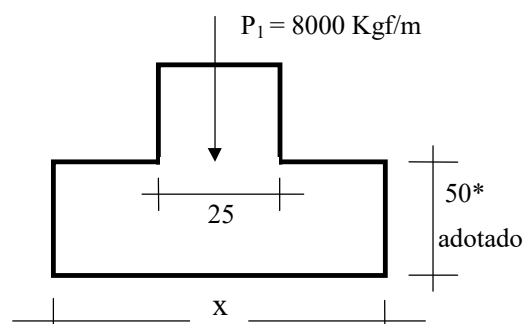
PESO PRÓPRIO DA SAPATA:

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 20), 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/cm². A sapata será executada em concreto ciclópico, que pesa 1800 kg/m³.

Figura 20 – Largura da sapata (valor de x).



P_2 = peso próprio da sapata

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

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

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

$$8100 \cdot x = 8000$$

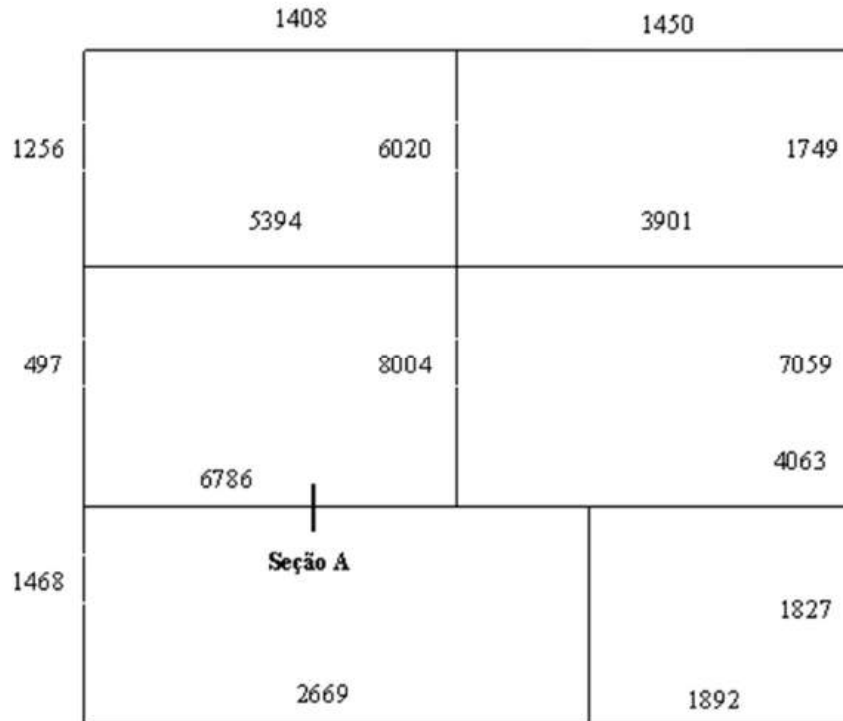
$$x = 0,98\text{m}$$

Verificação da Altura:

$$h = 0,5 \text{ (} 0,98 - 0,25 \text{)}$$

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

EXEMPLO 2

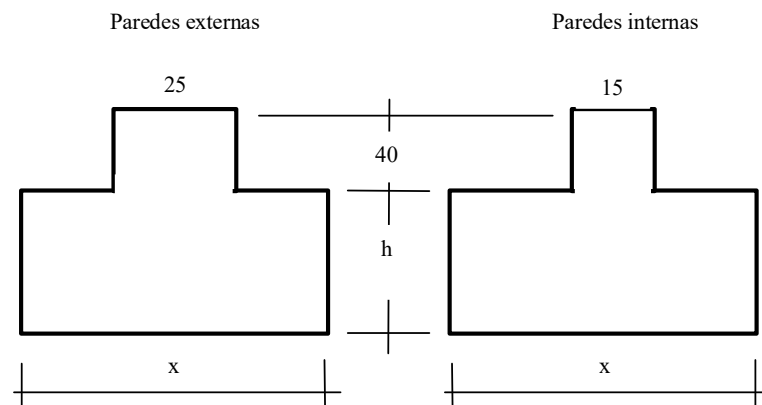


Seção A:

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
Total	8334

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
- $\gamma_{\text{alv}} = 1600 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{concr. ciclópico}} = 1800 \text{ kg/m}^3$
- $r = 1,2 \text{ kg/cm}^2$

$$P_1 = 8334$$

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

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

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

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

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

Verificação da altura:

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

$$h = 0,30$$

2.4 - Estrutura

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

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

- NBR 6118/2014: "Projeto de estruturas de concreto - Procedimento".
- NBR 12655/2015: "Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento".
- NBR 15696/2009 – Formas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.

Serviços:

- a) Formas e escoramento - confecção e montagem;
- b) Redes embutidas (água, esgoto, energia 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.

2.4.1 - Formas

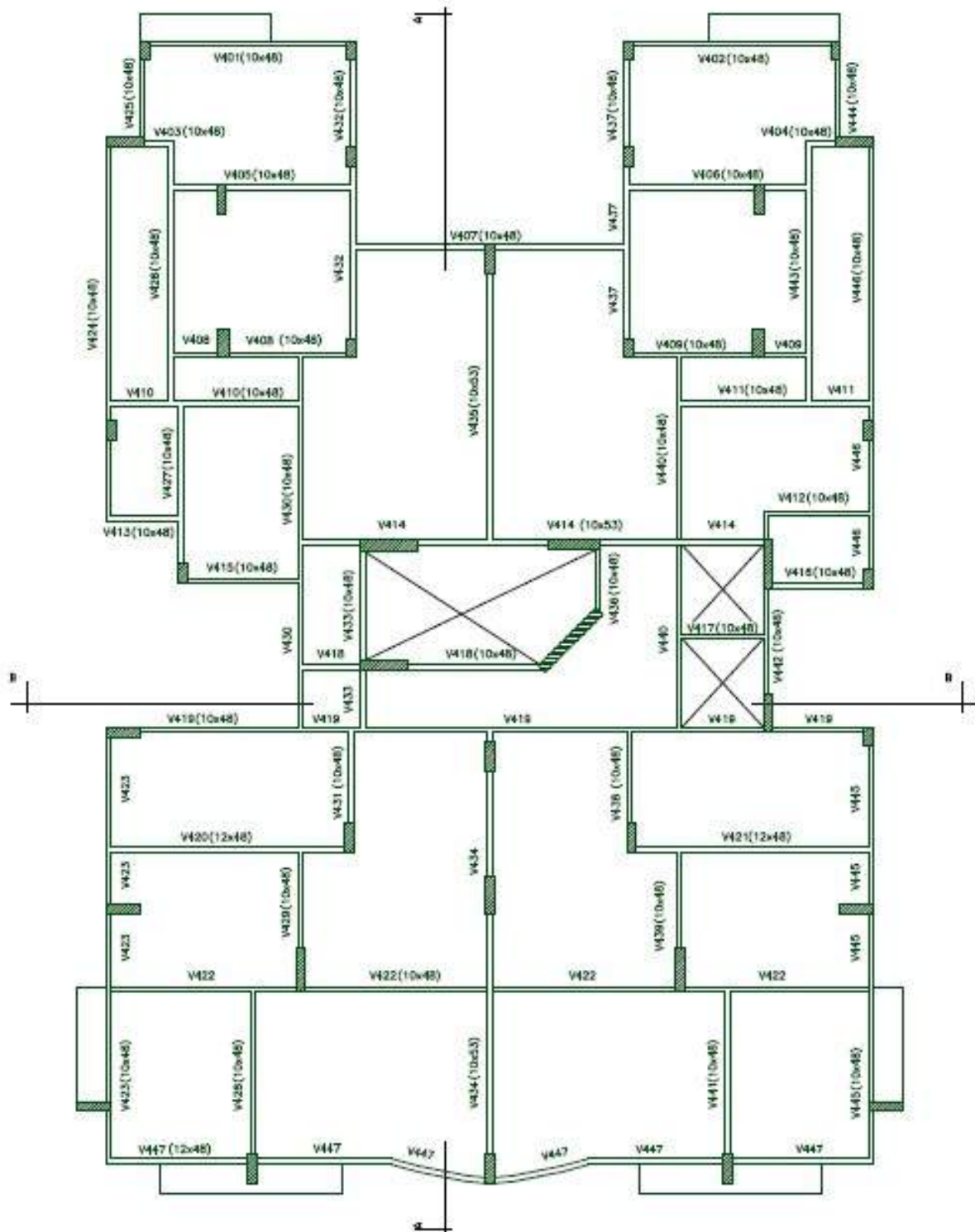
Consumo: 12 m²de madeira por m³ de concreto, em média. Este número serve apenas para cálculo aproximado de quantidades para orçamento.

NBR 15696/2009 – Formas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.

Aspectos importantes:

- **Projeto de formas** - ABNT NBR 15696:2009 - Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;
- **"Planta de formas"** (Figura 21) - muito usada pelos carpinteiros para o corte das tábuas e chapas e montagem das formas.

Figura 21 – Exemplo de planta de formas para lajes, vigas e pilares.



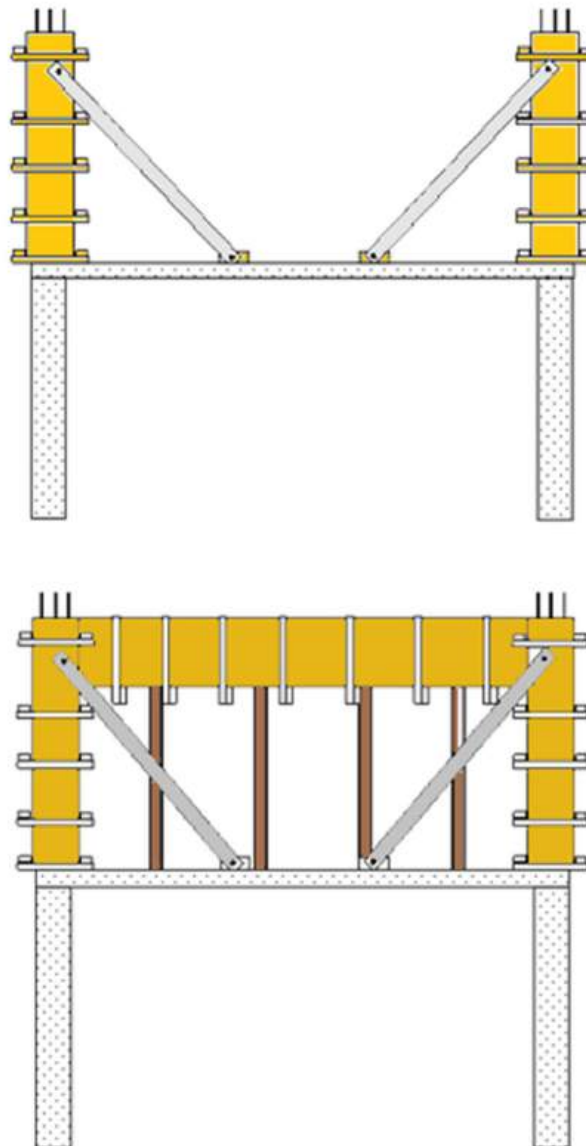
Requisitos de fôrmas para estruturas de concreto armado:

- 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);

- Estanqueidade, não permitindo vazamento de argamassa ou pasta;
- Montar sistema de fácil desforma, com reaproveitamento máximo dos materiais (painéis de madeira, gualhos e pregos) - Figura 22.

Figura 22 – Construção da estrutura – formas dos pilares, das vigas e do escoramento.



Aspectos diversos durante os serviços:

- Fazer limpeza interna das formas antes da concretagem pela "janela" na base de pilares (Figura 23);

- Pilares altos (> 3,0 metros): "janelas" intermediárias para lançamento do concreto (Figura24).
- 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 "desmoldante" na madeira para facilitar a desforma.

Figura 23 – Forma para pilares.

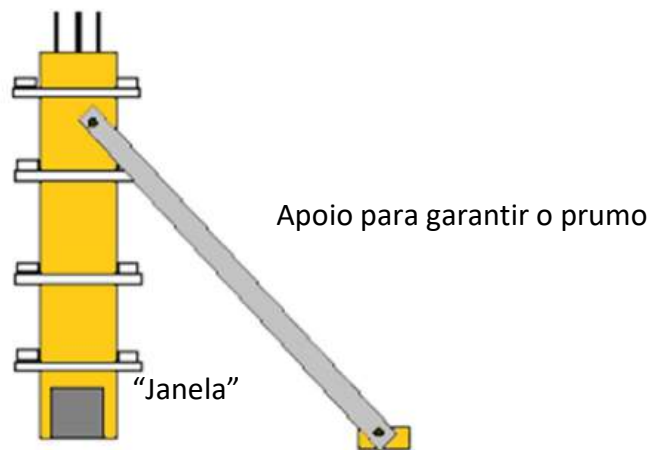
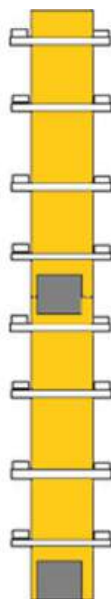


Figura24 – Janela intermediária



Considerações gerais:

- Chapas de madeira compensada são mais usadas, em lugar de tábuas. Vantagens: maior reaproveitamento, fácil desforma, menor número de juntas, menor consumo de pregos e maior

produtividade da mão-de-obra. As chapas de acabamento plastificado são indicadas para concreto aparente e edifícios altos (maior reaproveitamento). Dimensões: 1,10 x 2,20 (m), com 6, 10, 12, 14, 17 e 20 mm de espessura.

- 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.

2.4.2 - Redes embutidas

Com base nos projetos de instalações elétricas, hidráulicas, telefônicas, de interfone, de antenas e Internet, 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.

2.4.3 - Armaduras

Consumo: 80 kg por m³ 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 usados espaçadores de plástico para essa finalidade.

2.4.4 - Concretagem

Seqüência dos trabalhos:

- Nivelamento das formas da laje -Figura 25;
- 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 26.

Figura 25 – Nivelamento da forma da laje.

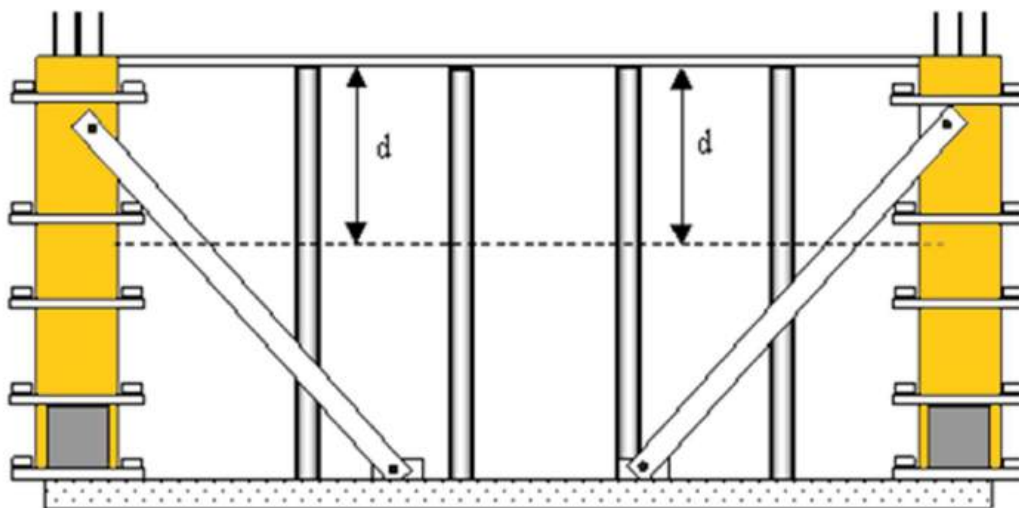
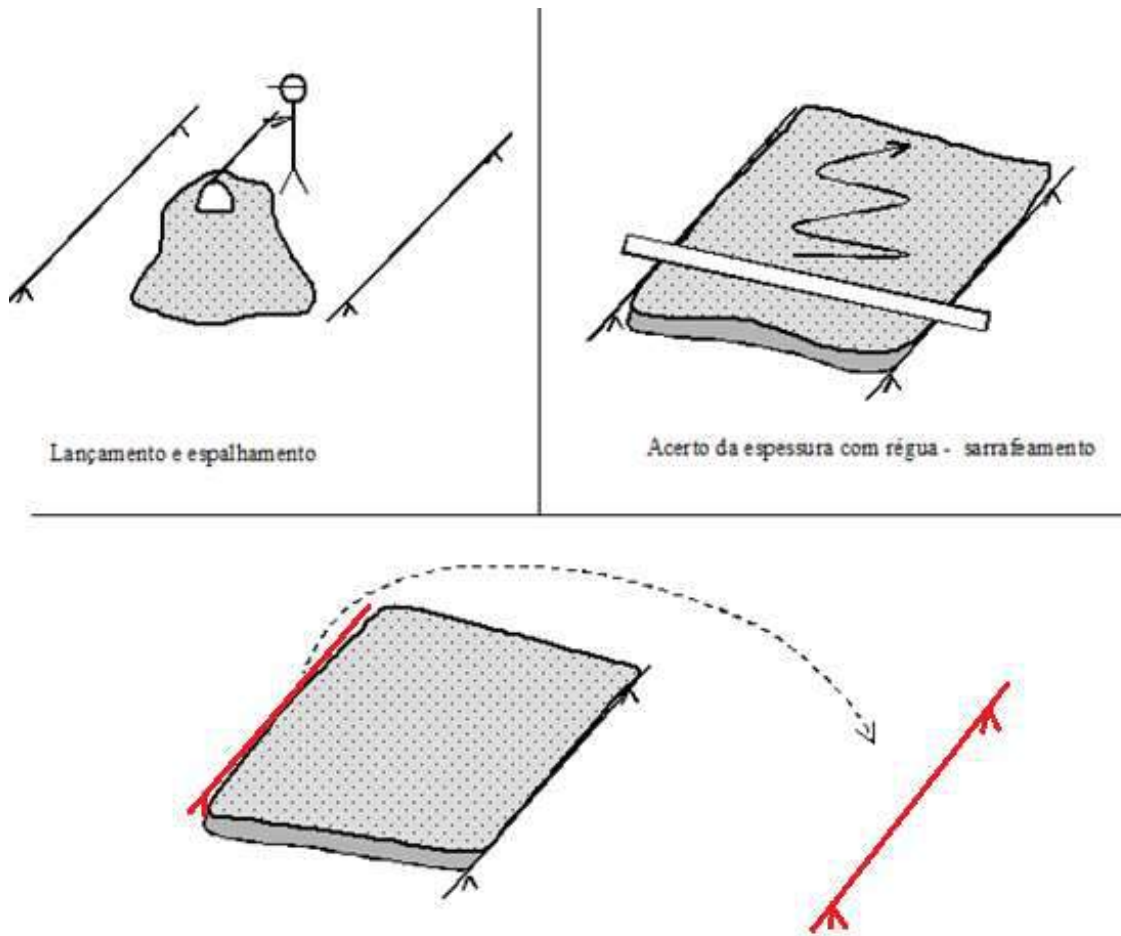


Figura 26 – Lançamento de concreto em uma laje.



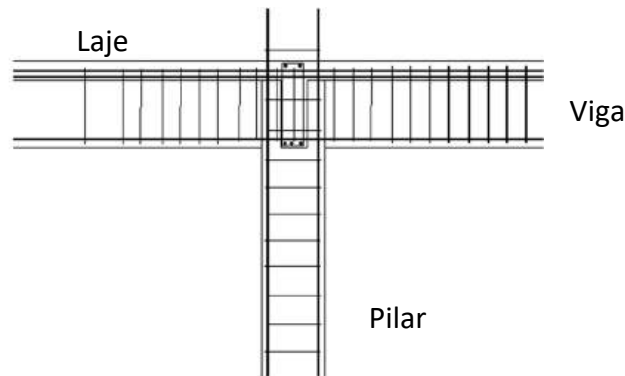
Possibilidades de plano de concretagem:

I)	ETAPA ÚNICA	
	Pilares, vigas e lajes.	

II)	1ª etapa	2ª etapa
	Pilares	Vigas e lajes

III)	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa
	Pilares	Vigas	Lajes

Figura 27 – Concentração de armadura: dificuldade para lançamento de concreto.



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-de-obras, bombeiro, eletricitista, armador e carpinteiro.

Retirada das formas: Respeitar prazos de norma ABNT.

- Faces laterais: **3 dias**
- Faces inferiores, com escoramento remanescente ("reescoramento"): **14 dias**
- Faces inferiores, sem reescoramento: **21 dias**



Limpeza: remoção completa de pregos e restos de argamassa.

Reparo de falhas de concretagem ("brocas" ou "bicheiras"):

- Analisar a gravidade do caso - profundidade;
- Limpar o local, retirando as partes soltas;
- Executar o reparo, com novo concreto.

Figura 28 – Pilar com broca.



2.4.5 - 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 as proporções dos materiais em bases arbitrárias, fixadas pela experiência anterior do construtor ou pela tradição, muitas vezes com o auxílio de tabelas prontas de traços 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 " γ_c " um coeficiente de minoração (observar normas técnicas de projeto e cálculo de estruturas).
- f_{ck} : resistência característica. Resistência à compressão abaixada 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} ". A idade de referência é, normalmente, 28 dias.
- $f_{cj} = f_{ck} + 1,65 S_d$, 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**.

Medição 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.

Medição 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*.

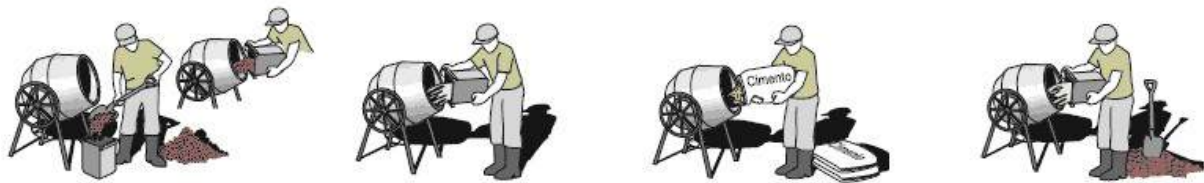
b) MISTURA:

É a operação que visa dar homogeneidade ao concreto. A melhor mistura é a **mecânica**, com o uso de betoneiras (Figura 29e Figura 30). As betoneiras mais comuns são as de queda livre, de eixo inclinado, que fazem o material tombar em seu interior com o giro.

Figura 29 – Betoneira



Figura 30 – Mistura de concreto com betoneira.



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 $V_p/V_m = 0,65$.

A mistura manual é pouco eficiente e somente deve ser empregada para volumes muito pequenos ou em serviços de menor importância (Figura 31).

Figura 31 – Mistura manual de concreto.



b.1) Tempo de mistura:

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

O ritmo de uma concretagem, em m³ 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 da 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.

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 m³). Esses diferentes tipos de transporte estão ilustrados na

Figura 33.

Transporte por bombeamento: através de tubulações montadas pelas usinas que fornecem o concreto usinado. Para este tipo de transporte, o concreto deve ter características adequadas como:

- Abatimento ("slump") de 10 cm a 12 cm - Figura 32.
- Teor de argamassa maior que o dos concretos comuns;
- Maior porcentagem de brita "zero";
- Uso de aditivo plastificante.

Com o bombeamento pode-se conseguir a produção, em concretagens, de 100, 200, e até 300

m³ por dia, conforme as distâncias verticais e horizontais de transporte interno.

Figura 32 – Ensaio de consistência do concreto - Abatimento do tronco de cone ("slump").

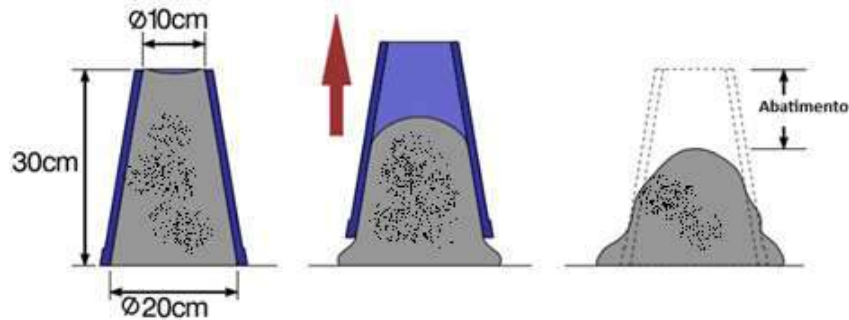
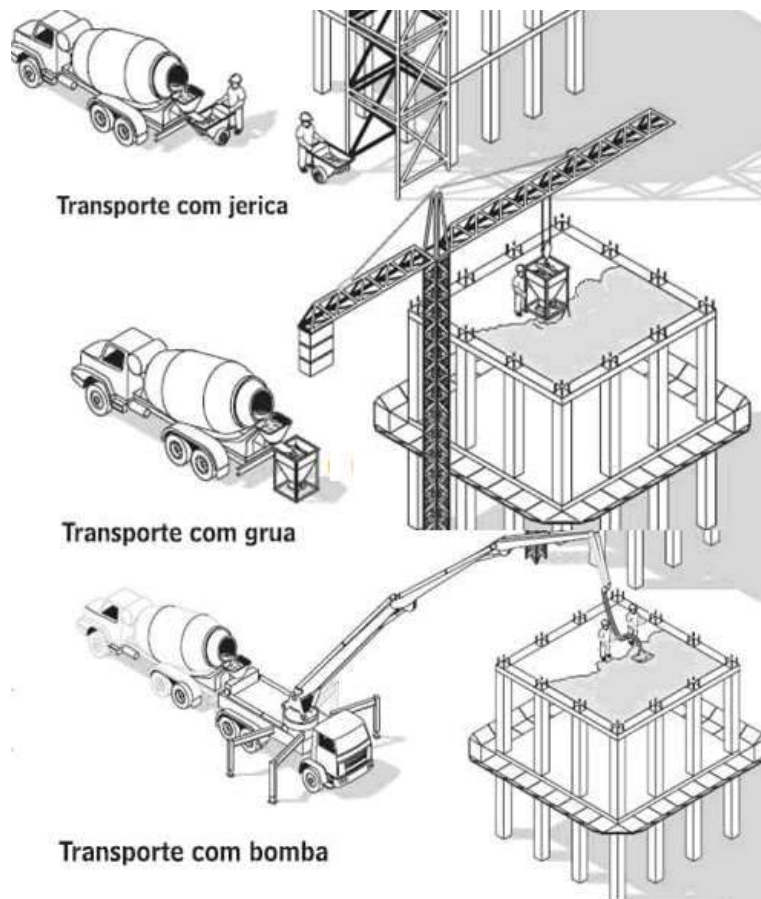


Figura 33 – Transporte de concreto em obra.



d) LANÇAMENTO:

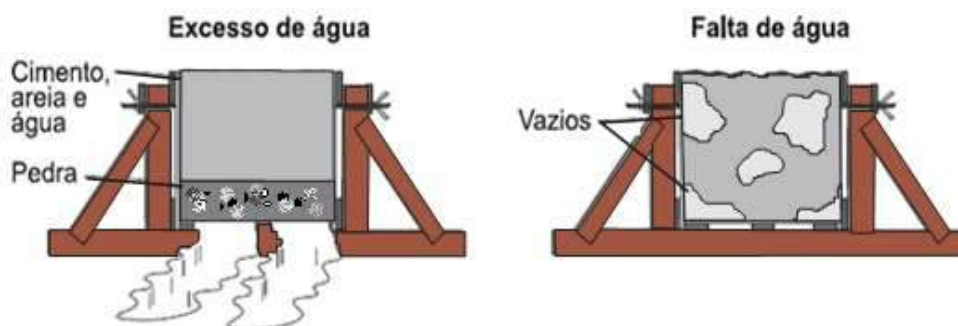
Operação de colocação do concreto no local definitivo (dentro de formas, pisos, etc.).

Recomendações gerais:

- Umedecer sempre as formas antes do lançamento;

- Majorar cuidados quando a altura de queda livre do concreto ultrapassar 2m, no caso de peças estreitas e altas (pilares) (NBR 14931:2004, ABNT);
- Para maiores alturas de queda, usar tubos ou calhas para evitar a segregação;
- Para remover pequenas porções de concreto, apanhar com a pá - não arrastar;
- 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 34 - 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.

O adensamento com vibrador de agulha de imersão tem efeito até uma determinada distância (raio de ação). Deve-se trabalhar sempre com o vibrador na posição vertical e nunca com a agulha deitada. Evitar, em concretagem de lajes, arrastar a agulha pelo concreto lançado. A Figura 35 mostra o vibrador e a Tabela 2 apresenta uma relação dos raios de ação alcançados.

Figura 35 – Uso de vibrador para adensamento do concreto fresco.

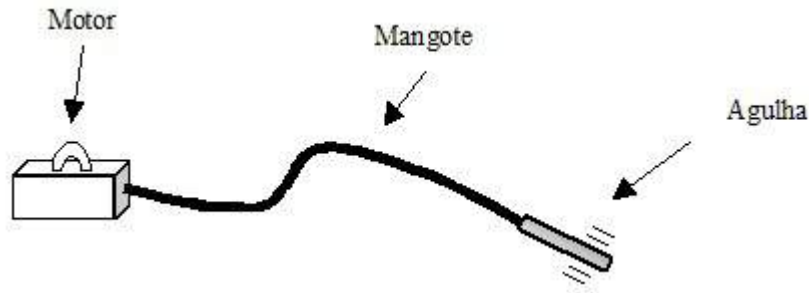


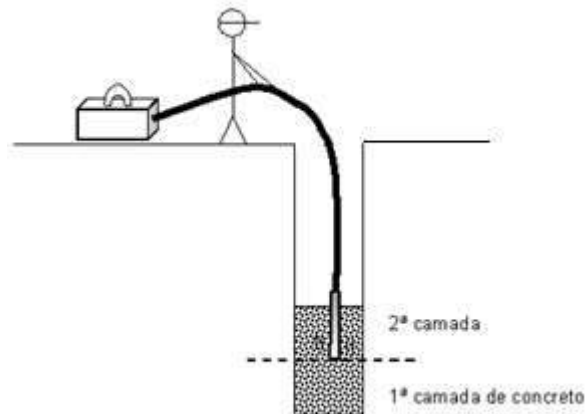
Tabela 2 – Raios de ação da agulha do vibrador de imersão.

Valores aproximados de raios de ação 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 no adensamento com vibrador de agulha:

- A altura de adensamento não deve ser maior que o comprimento da agulha (Figura 36);
- 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 ele deve aderir, como as barras de aço.

Figura 36 – 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, para evitar 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.

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

2.4.6 - Laje pré-moldada

Opção para lajes bastante consagrada e de custo menor, em comparação com laje maciça.

Cuidados importantes:

- Escolher uma boa empresa fornecedora do sistema, com engenheiro responsável técnico. O funcionamento do sistema depende da resistência mecânica das vigotas de concreto, de acordo com os vãos a vencer e a finalidade das lajes - forro ou piso.
- Observar a integridade das peças no recebimento e as conformidades com especificações de projeto.
- Observar apoio correto das extremidades das vigotas, com a última fiada de tijolos cheia de concreto.
- Obedecer às especificações de projeto: armadura sobre as lajotas, espessura da camada de concreto e resistência do concreto.

Figura 37 – Tipos de vigota e lajota para laje pré-moldada.

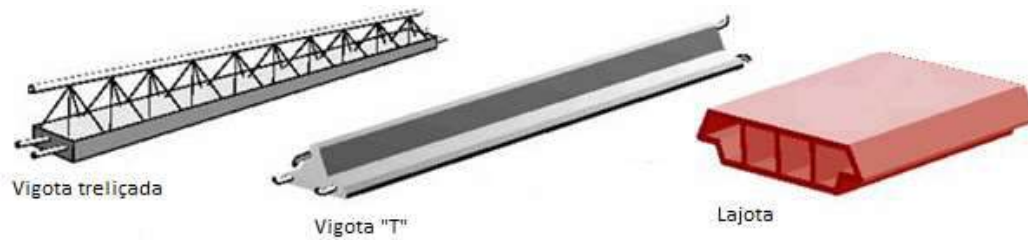
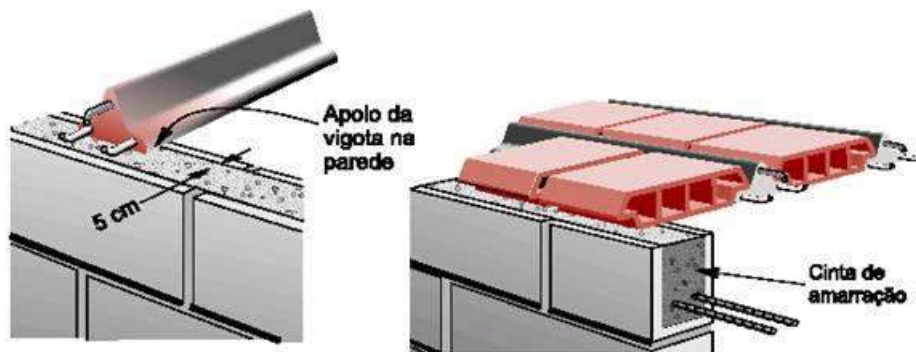


Figura 38 – Montagem de laje pré-moldada.



2.5 - 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, de concreto, sílico-calcáreo).

Finalidades:

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

Propriedades: resistência mecânica, isolamento térmico, isolamento acústico.

Exemplos de formato de blocos com função estrutural (Figura 39):

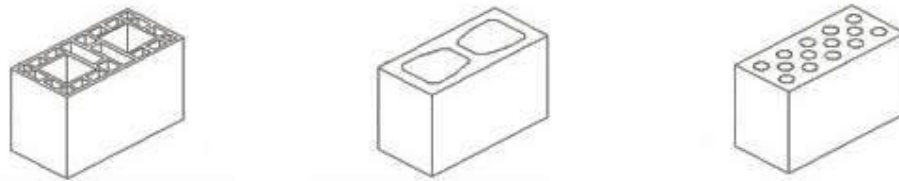
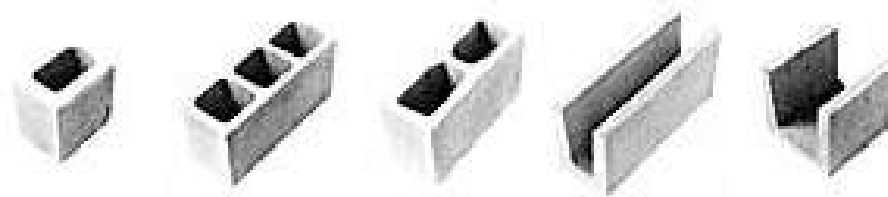


Figura 39 - Bloco estrutural - exemplos de formatos.

Bloco de concreto 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.

Figura 40 – Blocos de concreto -variedade de tipos e dimensões.



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 41 – Bloco sílico-calcáreo.



Figura 41).

Bloco cerâmico de vedação (bloco vazado ou "lajota furada"): também se deve 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 42).

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 (Figura 42).

Figura 42 - Bloco cerâmico vazado de vedação ("lajota") e tijolo cerâmico maciço.



2.5.1 - 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 parede com superfície plana;
- Menor peso por unidade de volume de alvenaria;
- Minimiza 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 43);

2º) Nas extremidades das paredes, executar "prumadas" que servem de guia, controlando o serviço com o prumo e assentando os tijolos em sistema "mata-junta" (junta vertical desencontrada) - Figura 44 e Figura 45.

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

Figura 43 - "Marcação" da alvenaria - Nivelamento e alinhamento da primeira fiada de blocos (Desenho: "Parede de vedação em blocos cerâmicos" - publicação IPT).

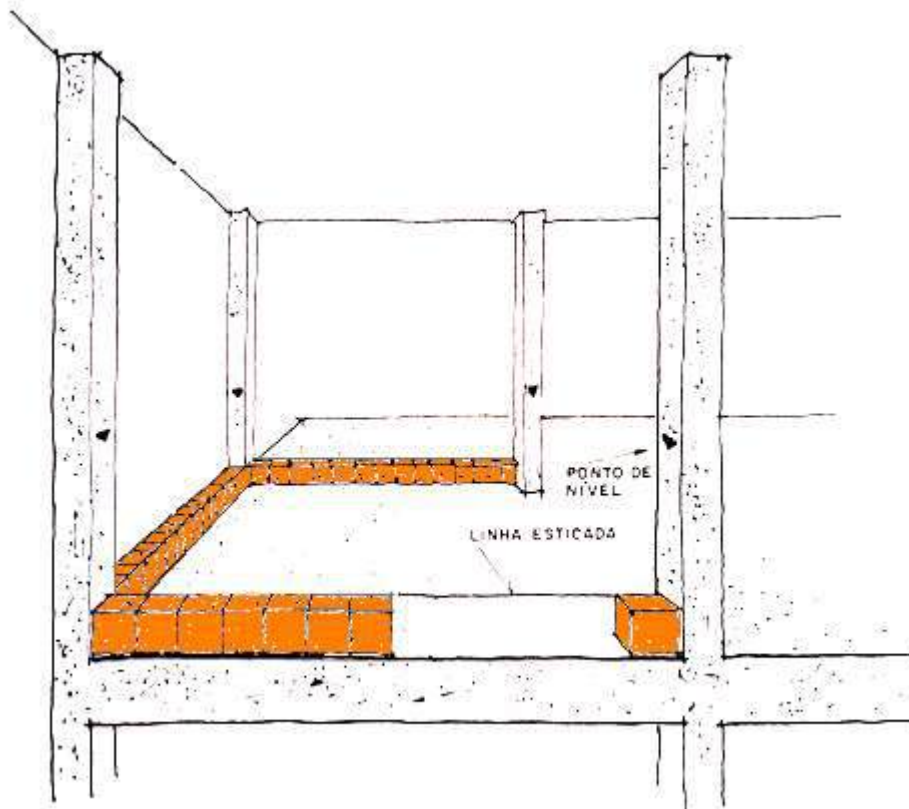


Figura 44 – Execução das fiadas.

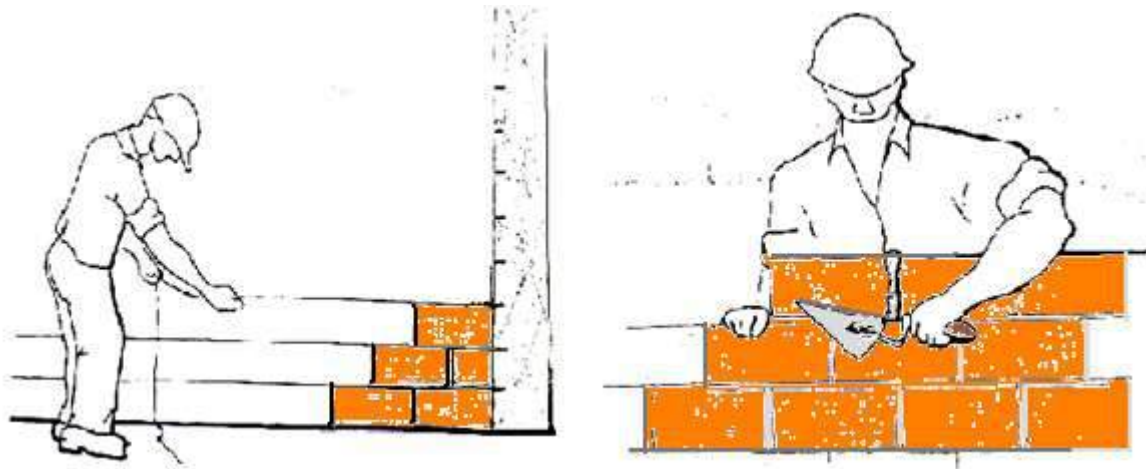
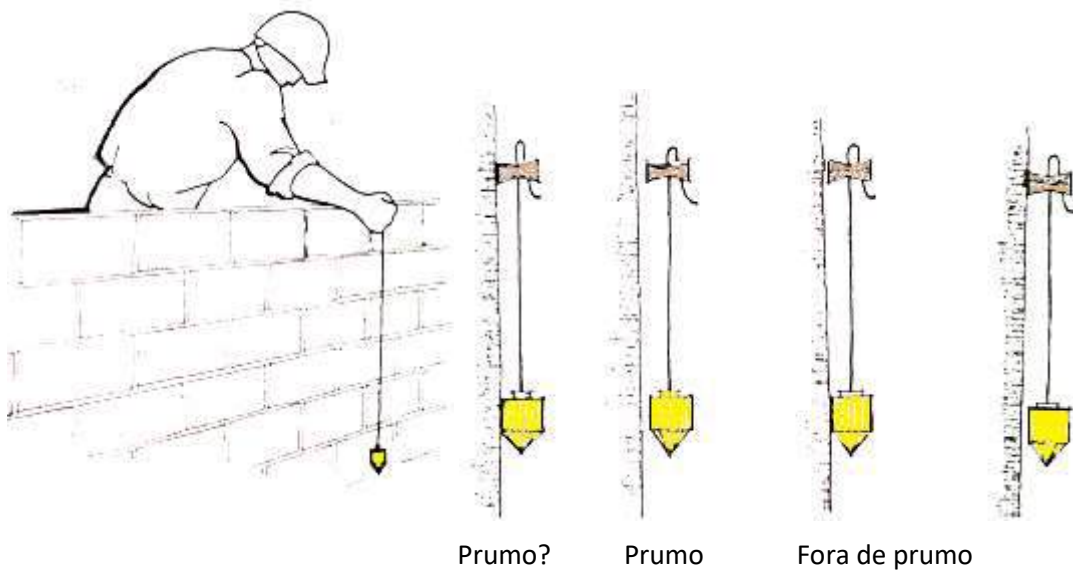


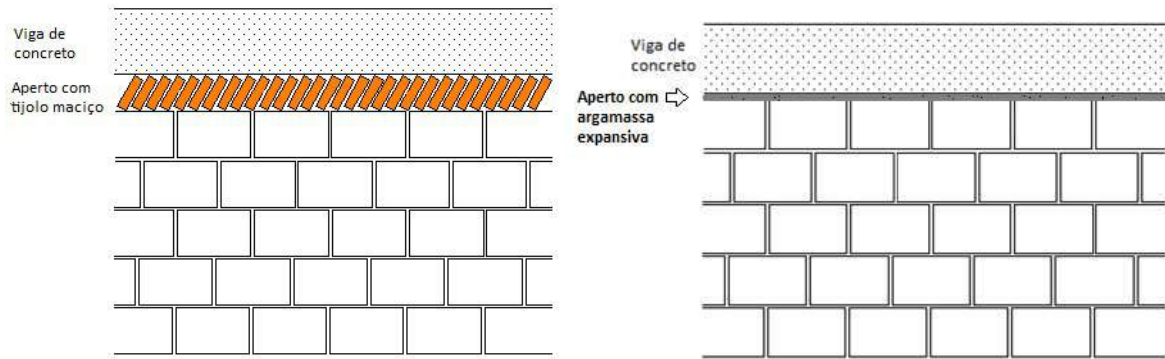
Figura 45 – Verificação do prumo de paredes.



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 de baixo teor de cimento - Figura 46.

Figura 46 – Aperto de alvenaria com tijolo maciço ("encunhamento") e com argamassa expansiva.

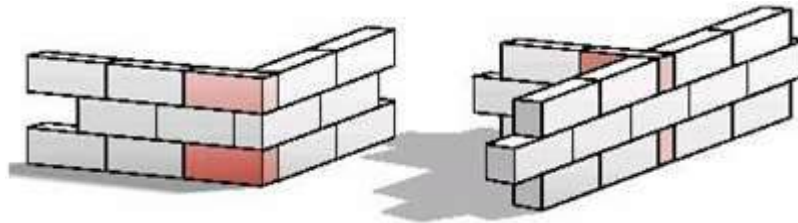


Existe ainda a técnica, muito usada, de deixar um espaço de 2,0 cm entre a última fiada de alvenaria e a viga de concreto, para preenchimento com argamassa que contém aditivo expansivo.

Observar ainda:

- Espessura máxima da argamassa de assentamento: 2,0 cm;
- "Amarração" em mudanças de direção das paredes (Figura 47);

Figura 47 – "Amarração" dos blocos em mudanças de direção das paredes.



- 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 **contravergas** em vãos de janelas (Figura 48 e Figura 49);

Figura 48 - Vergas e contravergas em vãos de portas e janelas.

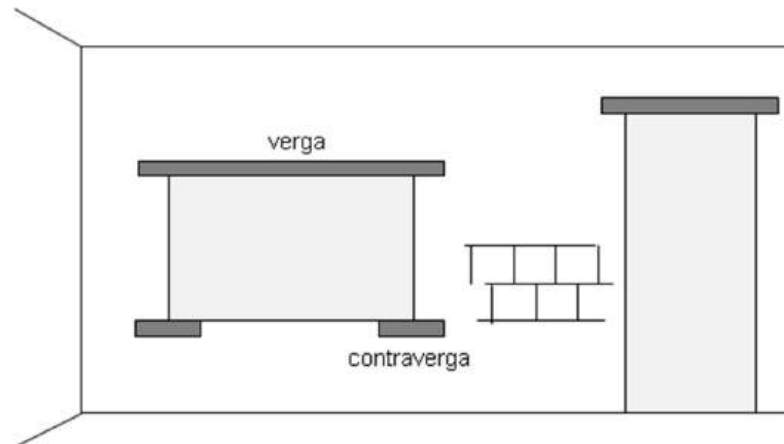
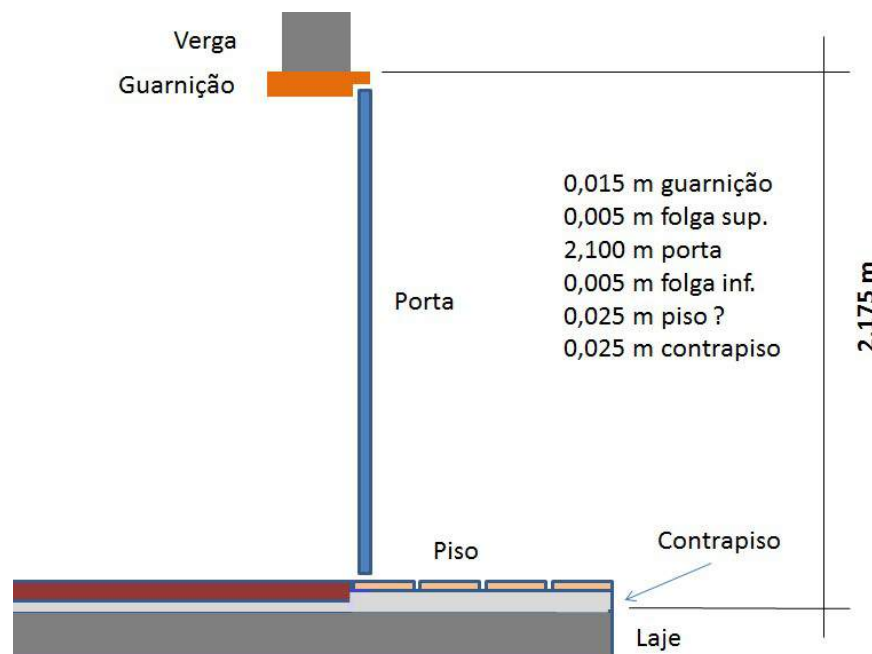


Figura 49 - Posicionamento (cota) de verga de porta.



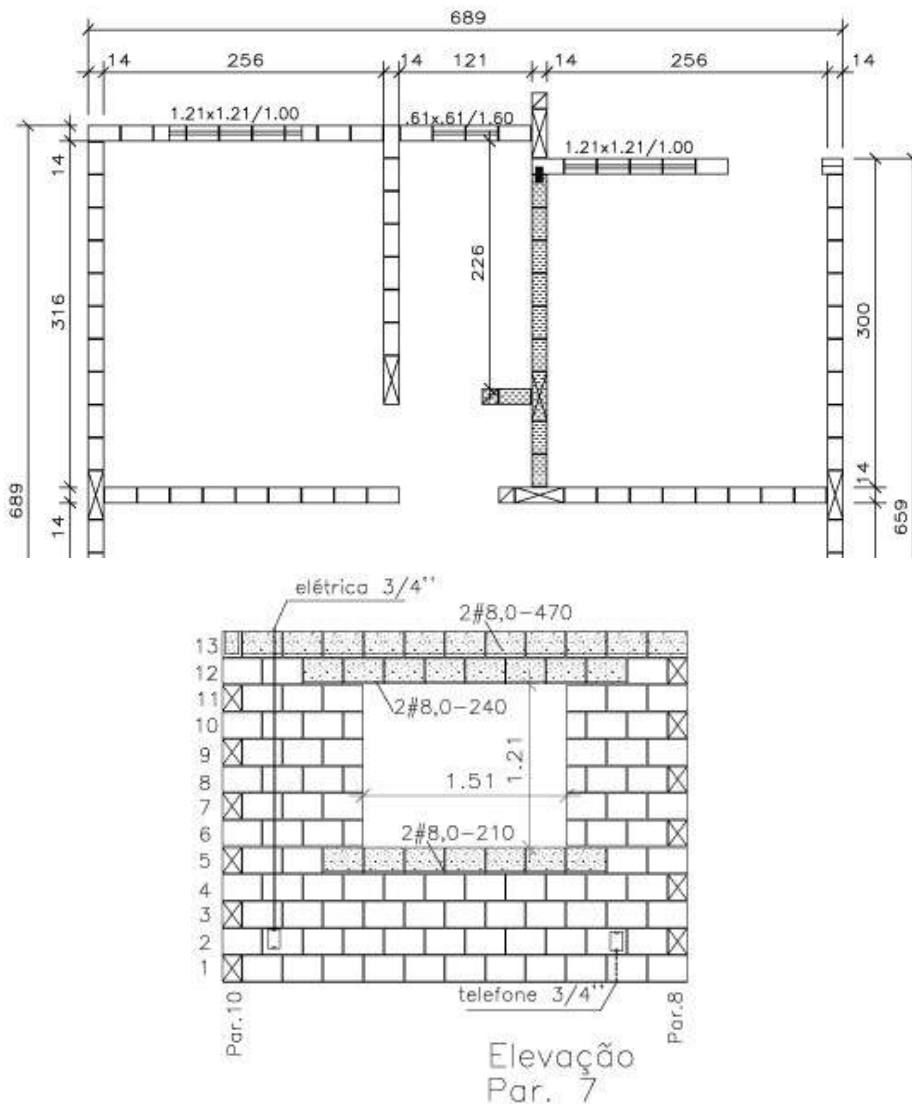
- Argamassas mais usadas: cimento, cal e areia nas proporções 1:1:6 ou 1:2:9 (volume) e cimento e areia de britagem nas proporção 1:8 a 1:10 (volume).

2.5.2 - Alvenaria estrutural

Projeto - A construção de uma edificação de alvenaria estrutural segue rigorosamente os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações especialmente detalhados para esse sistema construtivo. A execução da obra segue desenhos detalhados que mostram a posição de cada bloco, em planta, na primeira e na segunda fiadas, assim como as elevações das paredes (Figura 50). As fiadas sobem absolutamente na vertical - a falta de prumo modifica a distribuição de cargas no edifício,

podendo comprometer a estabilidade da obra.

Figura 50 - Exemplo de planta de primeira fiada e de detalhe de elevação de parede.



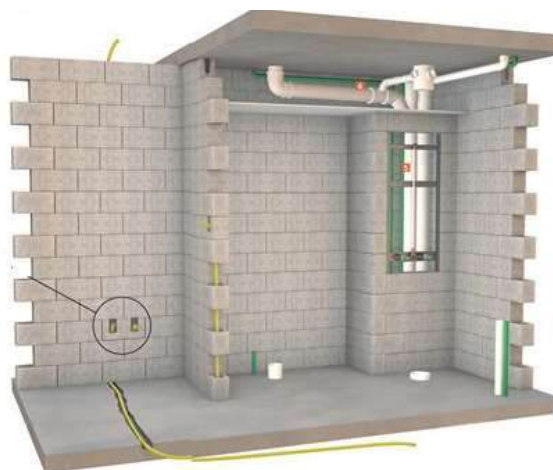
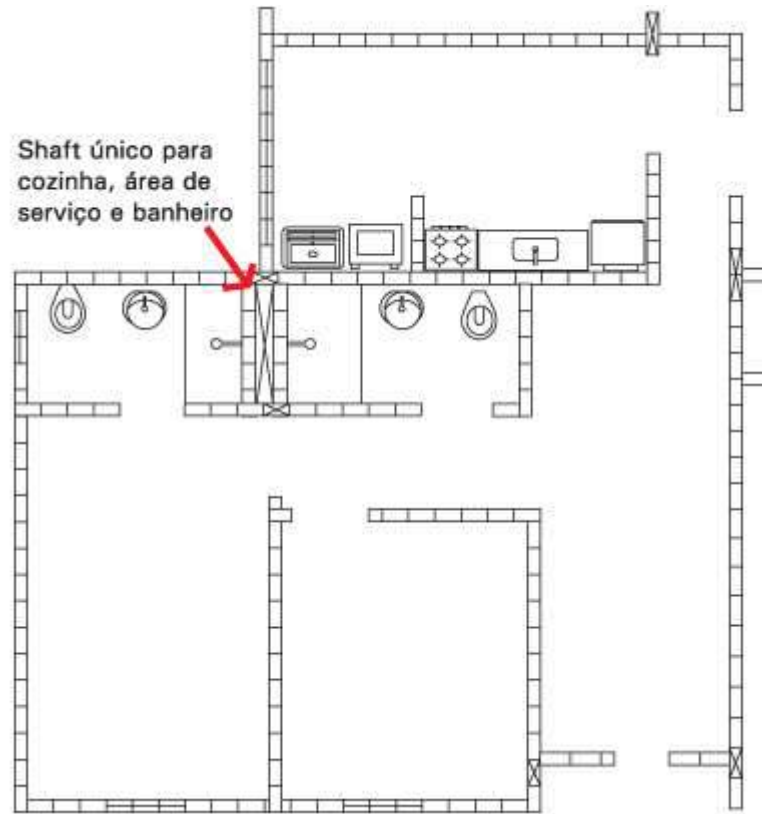
Modulação - Os cômodos devem ter dimensões múltiplas dos blocos, já que não se admitem cortes para acabamento. Ou seja: o arquiteto deve ter conhecimento prévio de que o edifício será construído em alvenaria estrutural.

Resistência mecânica dos blocos e da argamassa - Deve haver controle de qualidade rigoroso desde a compra até o recebimento em obra, conferindo especificações do calculista com ensaios de laboratório.

Instalações - Não são admitidos cortes (nem verticais, nem horizontais) para passagem de tubulação. Alguns tubos (instalação elétrica) passam pelo furo vertical dos blocos. Outros (água e esgoto)

passam por parede falsa ("Shaft") ou parede sem função estrutural, posicionadas estrategicamente nos projetos arquitetônico e estrutural.

Figura 51 - "Shaft" para passagem de tubulação.



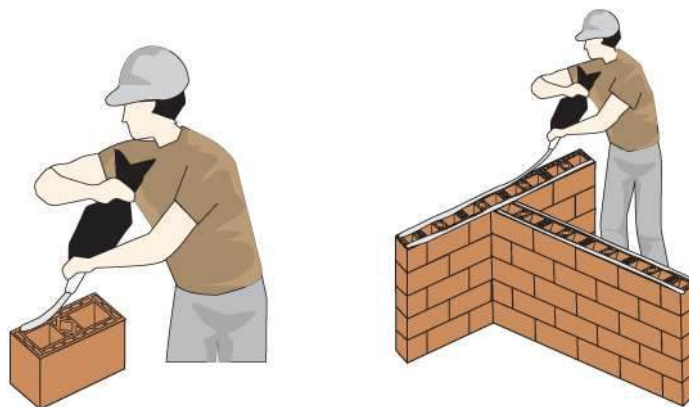
<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/177/veja-o-que-considerar-para-a-execucao-das-instalacoes-prediais-369750-1.aspx>

Reforços - Previstos em projeto e executados preenchendo-se os furos verticais dos blocos em cantos e encontros de paredes com "graute" e barras de aço. Além disso: blocos especiais "U" e "J" para

preenchimento com concreto e armadura para vergas, contravergas e última fiada das paredes (Figura 55).

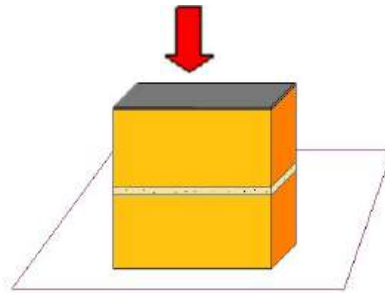
Assentamento com argamassa - É muito usada a bisnaga para espalhar a argamassa nos blocos, mantendo um padrão de quantidade controlada - Figura 52. Na Alvenaria estrutural a argamassa tem função de ligação entre os blocos, uniformizando os apoios entre eles. A argamassa de cimento, cal e areia atende muito bem a maioria dos projetos. Argamassas muito fortes (só de cimento e areia) costumam ser rígidas e têm baixa capacidade de absorver deformações. Argamassas muito fracas têm resistência à compressão e aderência baixas e prejudicam a resistência da parede. A resistência à compressão da argamassa deve ter aproximadamente 70% da resistência do bloco.

Figura 52 – Utilização de bisnaga para o assentamento dos blocos.



Prisma ou "Paredinha" - É um elemento obtido pela superposição de blocos (dois ou três) e unidos por uma junta de argamassa, para ensaio de compressão axial (Figura 53). A estimativa da resistência da parede na obra é feita através deste ensaio normalizado e os resultados são usados para projeto (cálculo). Deve-se construir o prisma nas mesmas condições da obra - bloco, argamassa e mão-de-obra, para que seja representativo.

Figura 53 - Ensaio de resistência mecânica de prisma.



Eficiência do prisma é a relação entre a resistência do prisma e a resistência do bloco: $\eta = f_p/f_b$. Segundo a prática corrente no Brasil, esses valores variam de 0,5 a 0,9 para blocos de concreto e de 0,3 a 0,6 para blocos cerâmicos.

Relação entre resistência da parede e resistência do prisma: tomando-se grande número de resultados de ensaios no Brasil, verifica-se que está em torno de 0,7 ("Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural" - Ed. Pini).

Figura 54 – Principais tipos de bloco e suas posições.

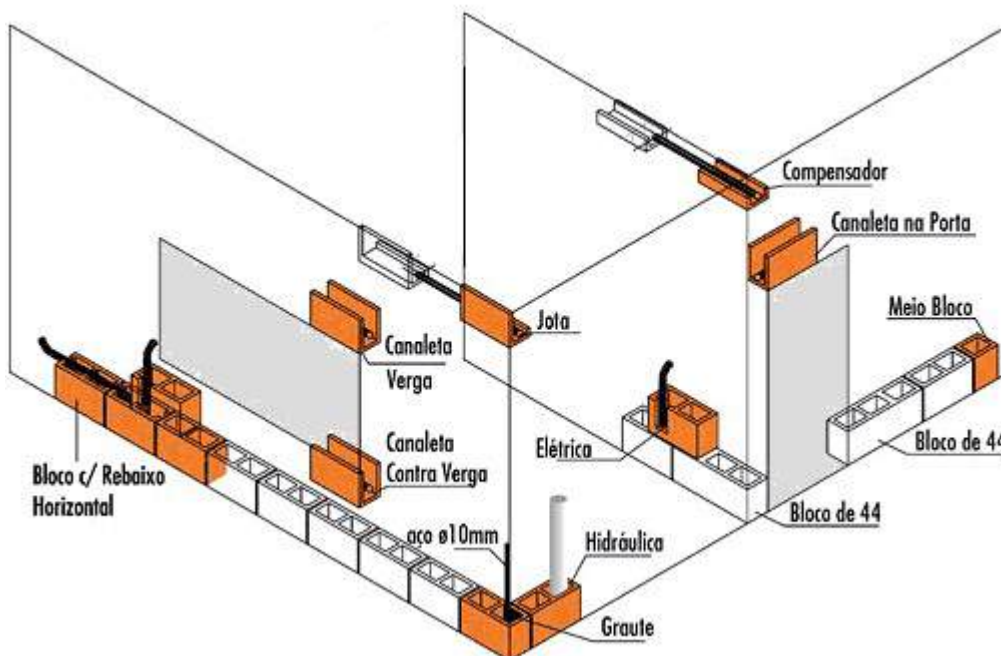
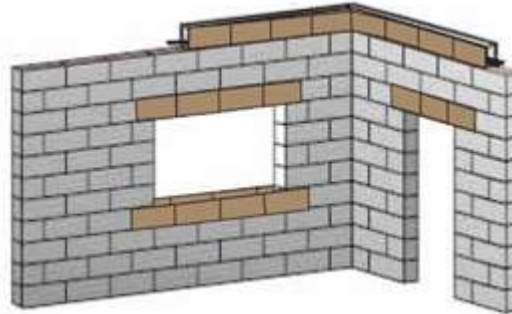


Figura 55 – Cinta, vergas e contravergas em vãos de portas e janelas.



Normas para alvenaria estrutural - Quadro 4.

Quadro 4 - Normas ABNT para alvenaria estrutural*

NBR 15961-1:2011. Alvenaria estrutural — Blocos de concreto. Parte 1: Projeto
NBR 15961-2:2011. Alvenaria estrutural — Blocos de concreto. Parte 2: Execução e controle de obras
NBR 15812-1:2010. Alvenaria estrutural — Blocos cerâmicos. Parte 1: Projetos
NBR 15812-2:2010. Alvenaria estrutural — Blocos cerâmicos. Parte 2: Execução e controle de obras
NBR 15812-2:2017. Alvenaria estrutural — Blocos cerâmicos. Parte 3: Métodos de ensaio.
NBR 15270-1:2017. Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos.
NBR 15270-2:2017. Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios.
NBR 16522:2016. Alvenaria de blocos de concreto—Métodos de ensaio.

*Verificar sempre o ano de publicação, se atualizado, pelo catálogo da ABNT na Internet..

2.6 - 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, zinco), a cerâmica e o fibrocimento.

Qualidades essenciais de uma boa cobertura:

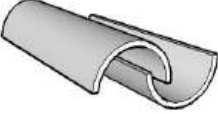


- Impermeabilidade e estanqueidade;
- Resistência a esforços mecânicos;

- Inalterabilidade de forma e dimensões;
- Leveza;
- Secagem rápida após as chuvas;
- Facilidade de execução e manutenção.

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 3):

Tabela 3 – Consumo de unidades de cada tipo de telha por m².

Telha	Formato	Unidades/m ²
Colonial		25
Plan		24
Francesa		16

Tesoura de telhado com telha cerâmica (Figura 56 e Tabela 4).

Figura 56 – Detalhamento de tesoura de telhado.

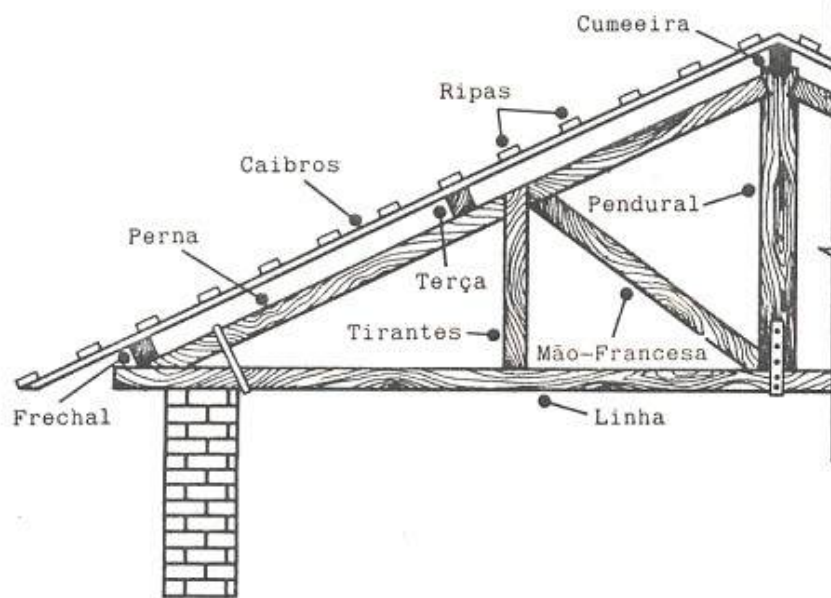
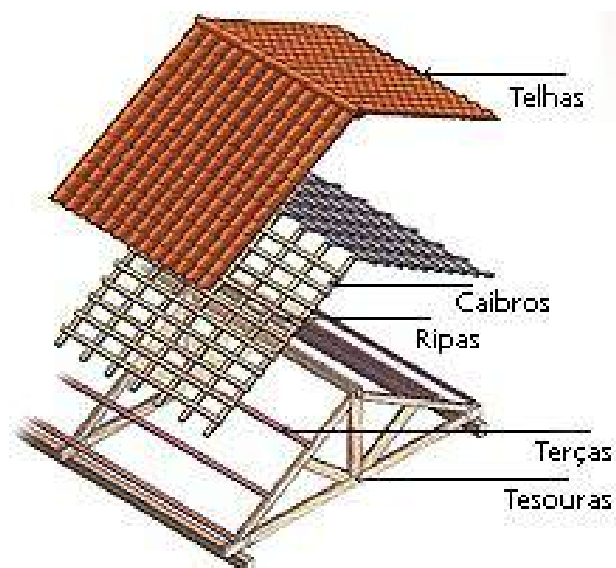


Tabela 4 - Dimensões comerciais de peças para tesouras (até 10 m de vão).

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 57 - Montagem de telhado de estrutura de madeira e telhas cerâmicas.



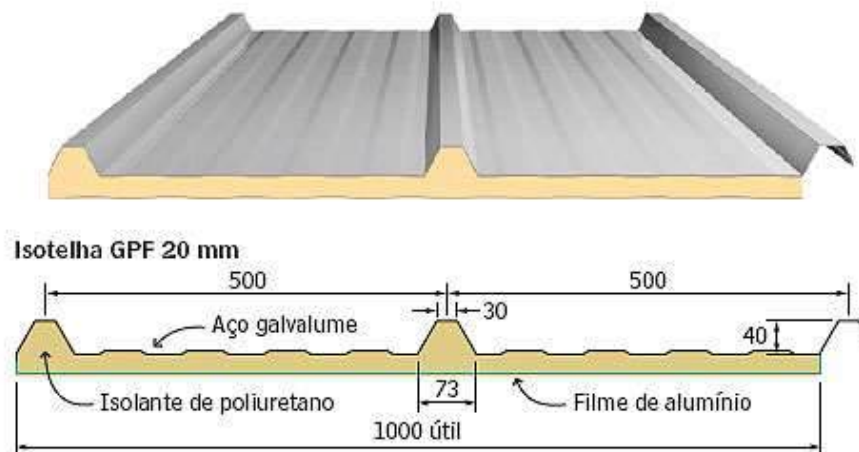
Telhas de fibrocimento: grandes chapas onduladas, nos mais diferentes perfis, alta resistência mecânica, peso reduzido, excelente estanqueidade, montagem fácil, grande número de peças e acessórios complementares de fixação, vedação, etc. Por causa de problemas ligados à saúde do trabalhador nas fábricas, os compósitos com fibra de amianto vêm sendo substituídos no mercado por produtos de cimento reforçado com fibra sintética à base de PVA (Figura 58).

Figura 58 – Telhas de fibrocimento (Fonte: www.eternit.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 59 mostra um exemplo de telha termoisolante.

Figura 59 – Telha metálica termoisolante.



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

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

- Peso próprio do telhado (Tabela 5);

- Sentido de montagem;
- Recobrimentos (longitudinal e transversal);
- Largura útil das telhas;
- Vãos máximos entre dois apoios;
- Balanços máximos;
- Presença de calhas (Figura 60 e Figura 61);
- Dimensionamento das estruturas;
- Fixação das telhas;
- Proteção da madeira da estrutura do telhado e pintura das telhas;
- Custos.

Tabela 5 – Inclinação necessária e peso por m² de cada tipo de telha

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

Figura 60 – Telhado de fibrocimento embutido.

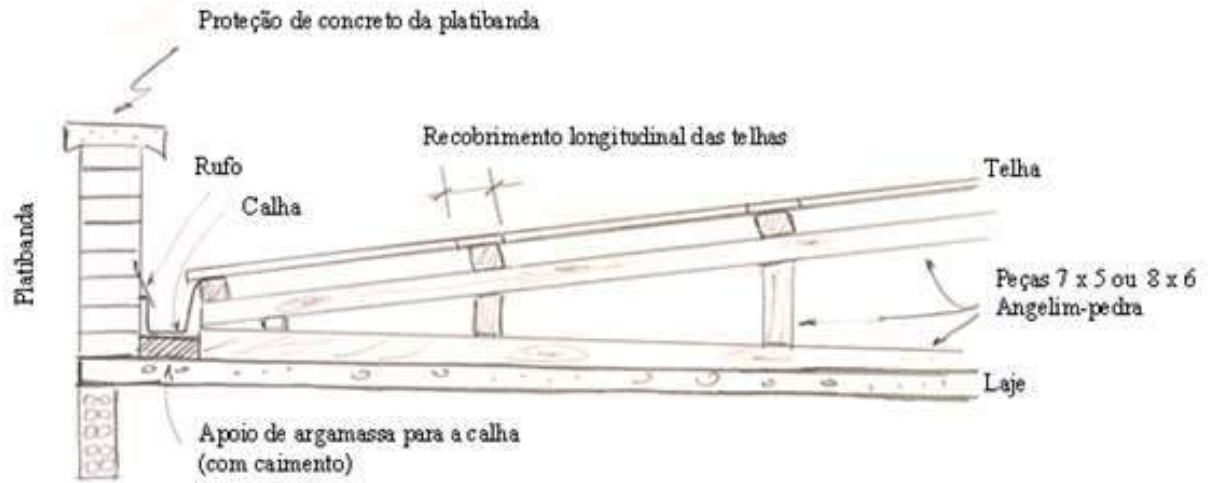
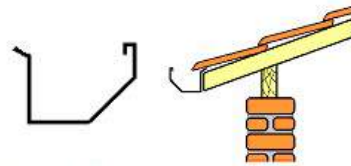
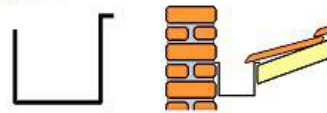


Figura 61 – Formatos e posições de calhas e rufos.

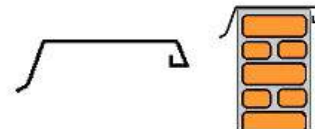
Calha Americana para beiral



Calha quadrada para encontro com parede



Proteção de platibanda



2.7 - Instalações Hidráulicas / Esgoto Sanitário

Etapas executadas após a alvenaria, as instalações hidráulicas e as de esgoto sanitário são entregues a um bombeiro (encanador) que as executará com base em projeto.

Figura 62 – Distribuição de água: desenho esquemático.

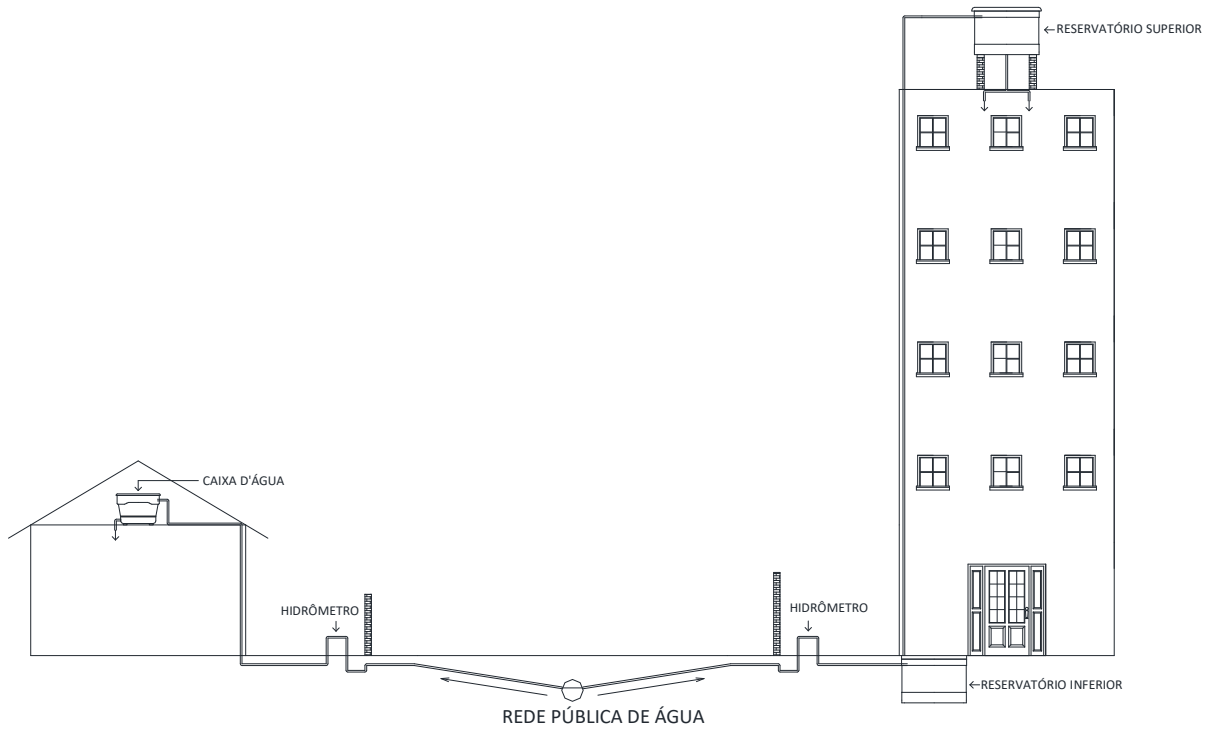
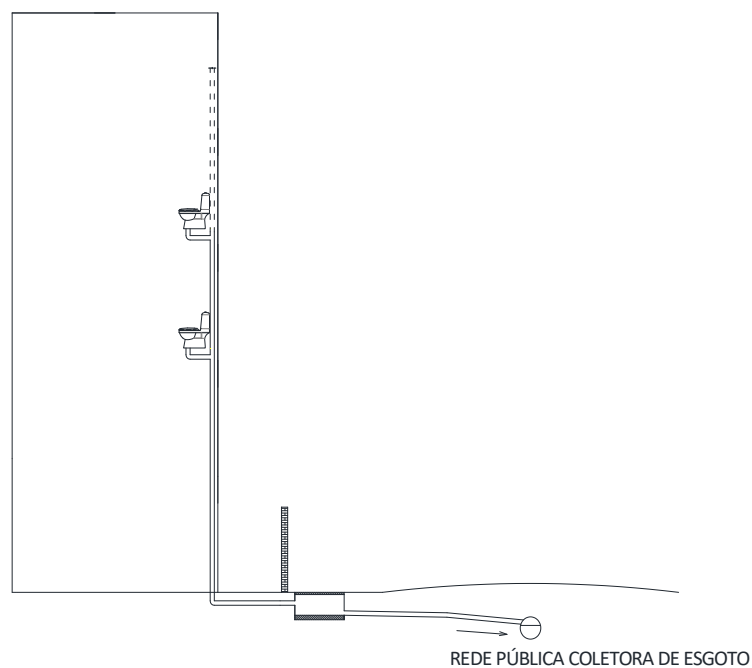


Figura 63 – Coleta de esgoto: desenho esquemático.



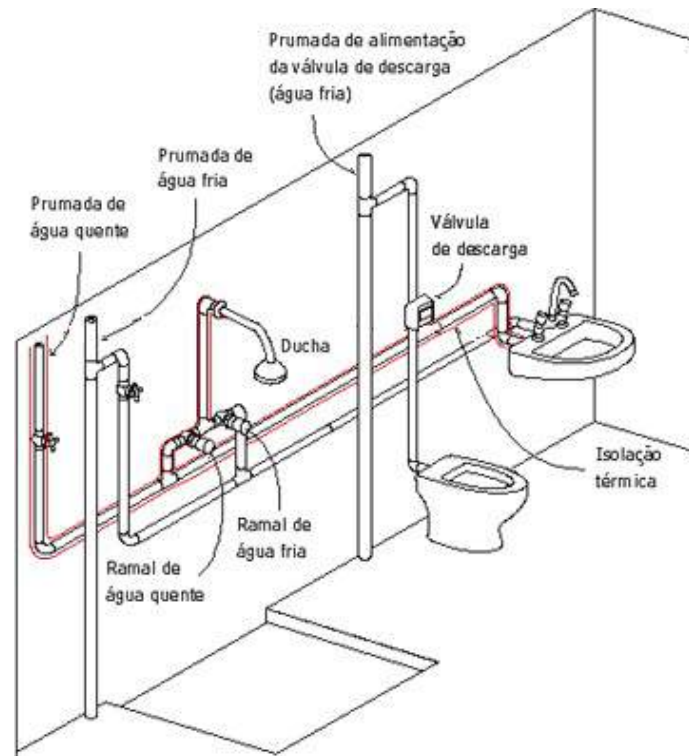
Serviços de instalações hidráulicas:

- 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;
- Instalação de metais e peças sanitárias.

Tópicos diversos - água e esgoto:

- Atenção para o posicionamento correto, durante as concretagens, das aberturas na estrutura para passagem de tubulação – consultar projetos;
- 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) requer o dobro de torneiras; c) requer aquecedor (elétrico, gás, energia solar) - Figura 64.
- Execução dos trechos horizontais da tubulação de esgoto com caimento suficiente e caixas de inspeção (concreto ou PVC) nas mudanças de direção e trechos longos;
- 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 64 – 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 cerâmico
- 5) Louças sanitárias, bancadas, metais sanitários.
- 6) Arremates do azulejo.

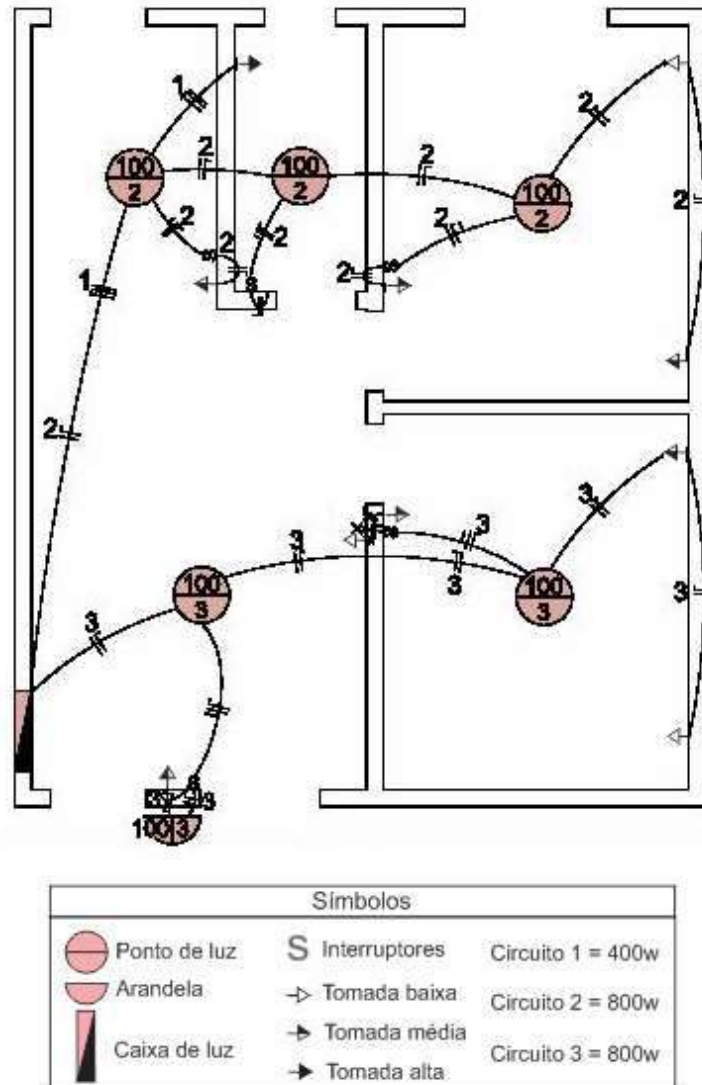
(Ver anexos: Figura 98, Figura 99, Figura 100, Figura 101, Figura 102)

2.8 - Instalações Elétricas

Etapa de instalação de 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 eletricista. 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.

Figura 65 - 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 66 e a Figura 67 mostram diferentes caminhos percorridos por eletrodutos e tubulação de telefone;
- Observar atentamente os diâmetros especificados em projeto;
- Utilizar tubos flexíveis com os devidos cuidados para que não ocorra o seu amassamento durante as concretagens.

Figura 66 – Eletroduto - trechos horizontais embutidos na laje e trechos verticais embutidos em vigas e paredes.

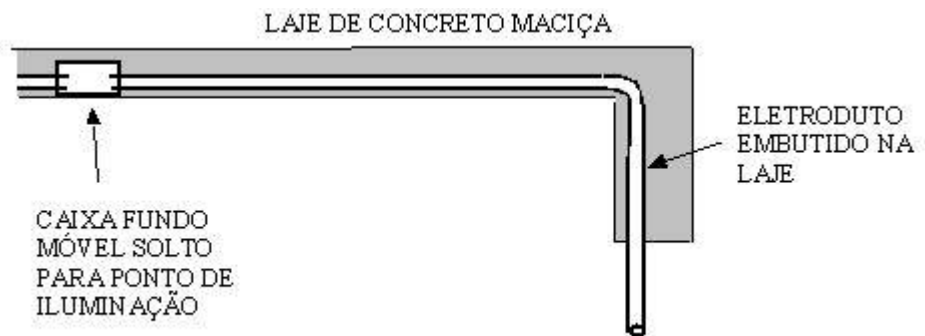
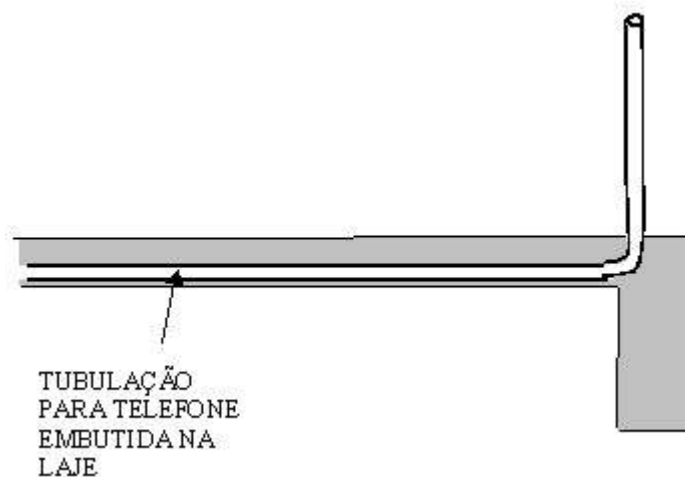


Figura 67 – Tubulação para telefone embutida na laje (trecho vertical sobe).



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.

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 68 – Detalhe das instalações elétricas em laje de concreto e parede.

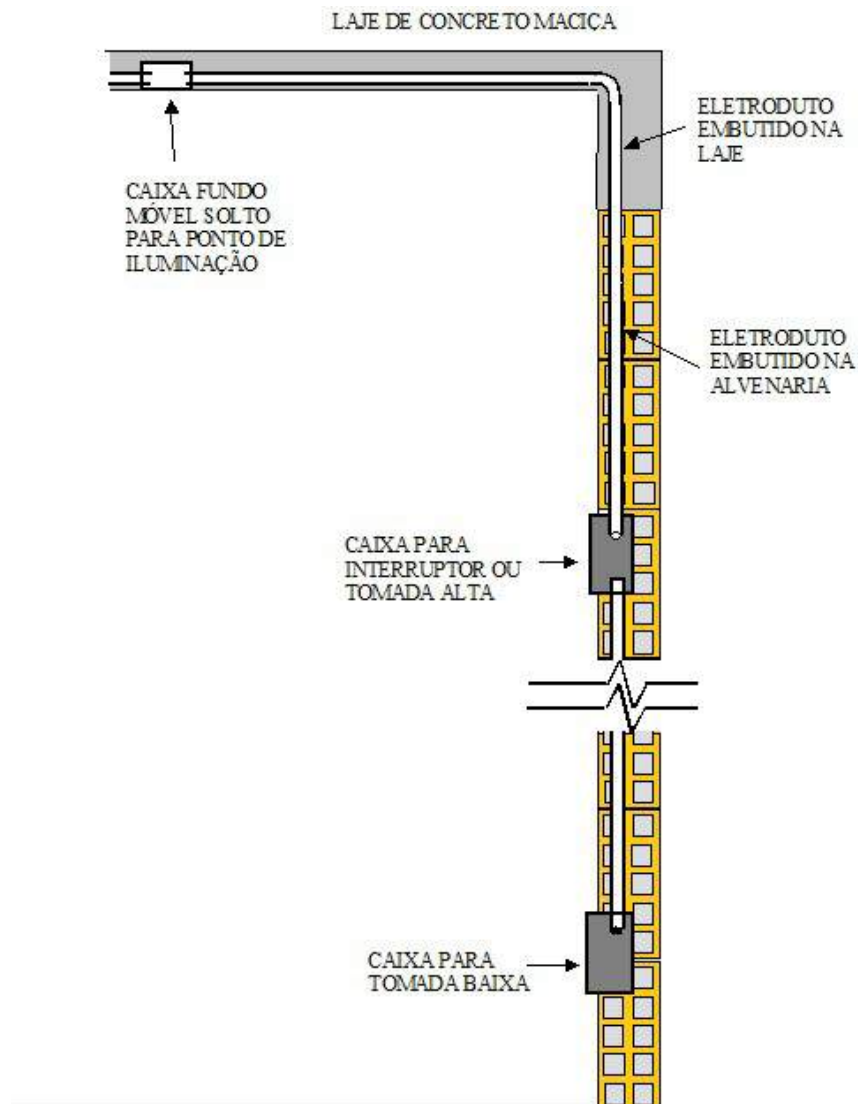
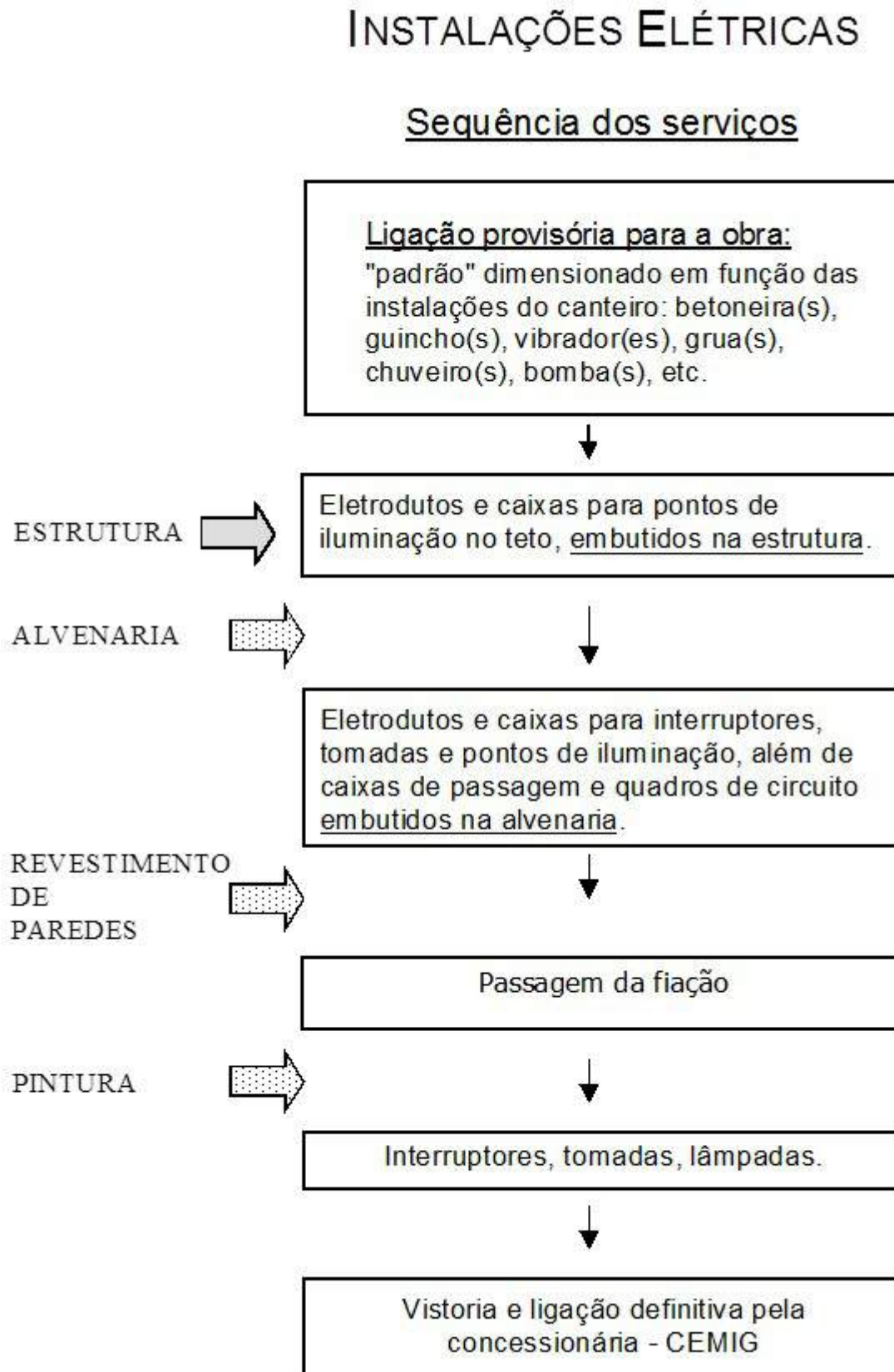


Figura 69 – Sequência de serviços de instalação elétrica em uma obra.



2.9 - Marcenaria

Etapa de trabalhos em madeira, onde se destacam a colocação de portas e rodapés, serviços entregues 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: maciças, ocas, 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 71.

Figura 70 – Guarnição de madeira para fixação de porta.

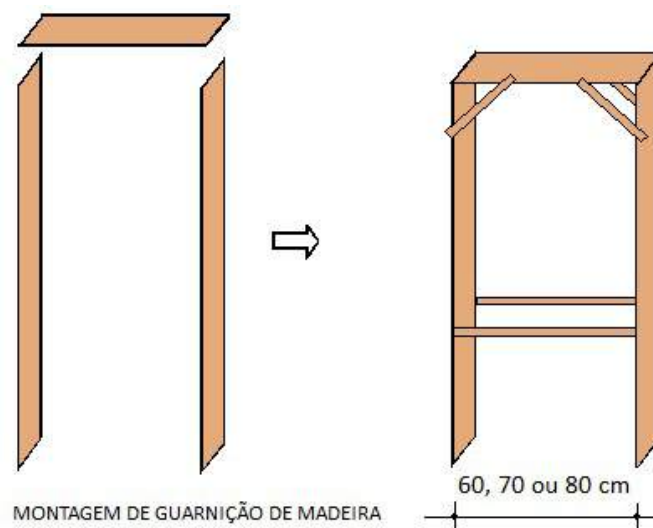


Figura 71 – Guarnição de madeira - largura de acordo com o acabamento da parede.

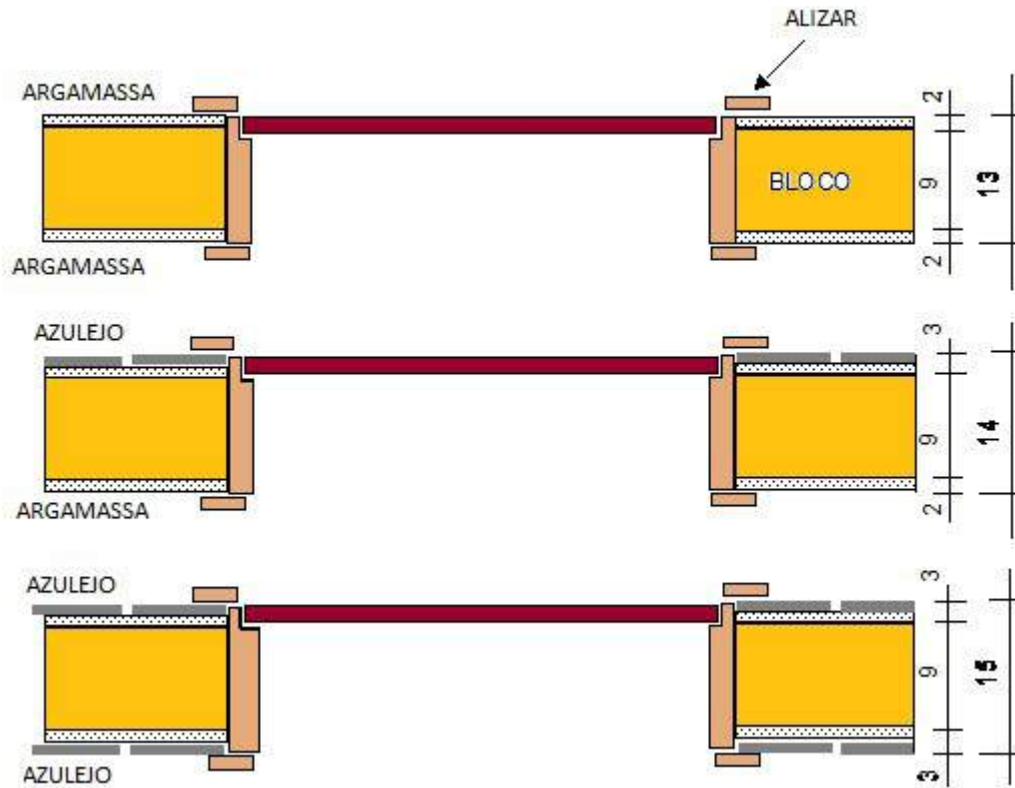
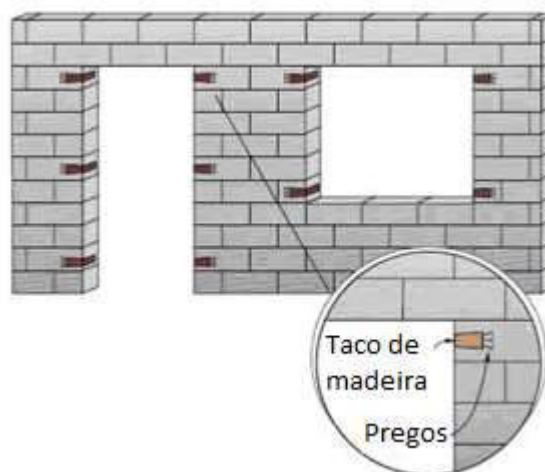


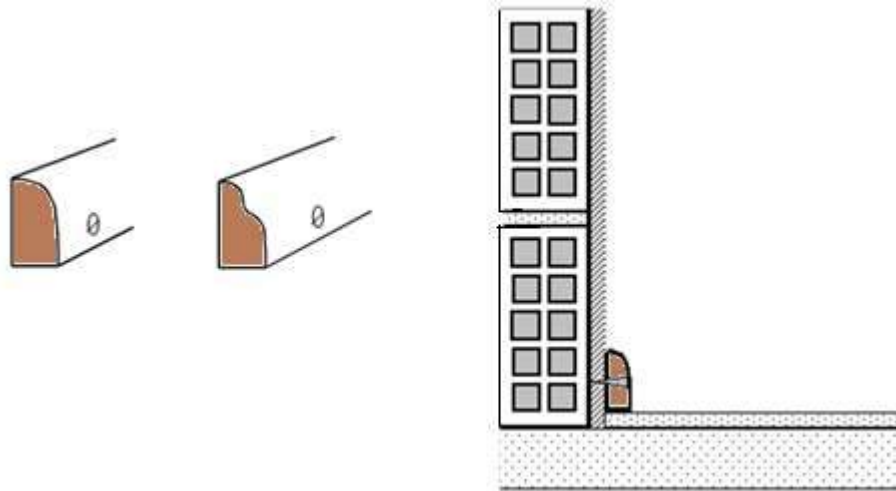
Figura 72 – Fixação de guarnições em alvenaria com tacos de madeira.



Rodapés:

Fixação - pregar em pequenos tacos de madeira pré-fixados na alvenaria, ou por meio de bucha e parafuso diretamente na argamassa de revestimento (Figura 73).

Figura 73 – Fixação de rodapé de madeira com parafuso e bucha.



2.10 - 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 75)

Esquadrias de madeira: de aspecto nobre e aconchegante, exigem manutenção permanente com pintura ou verniz.

Esquadrias de alumínio: fabricadas por serralheiro, são de alta durabilidade e não exigem manutenção. São, porém, de preço elevado (Figura 74).

Esquadrias de aço: feitas também por serralheiro, são de aspecto popular e exigem manutenção com pintura para evitar corrosão.

Esquadrias de PVC: são as mais novas no mercado e oferecem perfis prontos para uso de diferentes cores e boa durabilidade.

Figura 74 – Esquadria de alumínio.

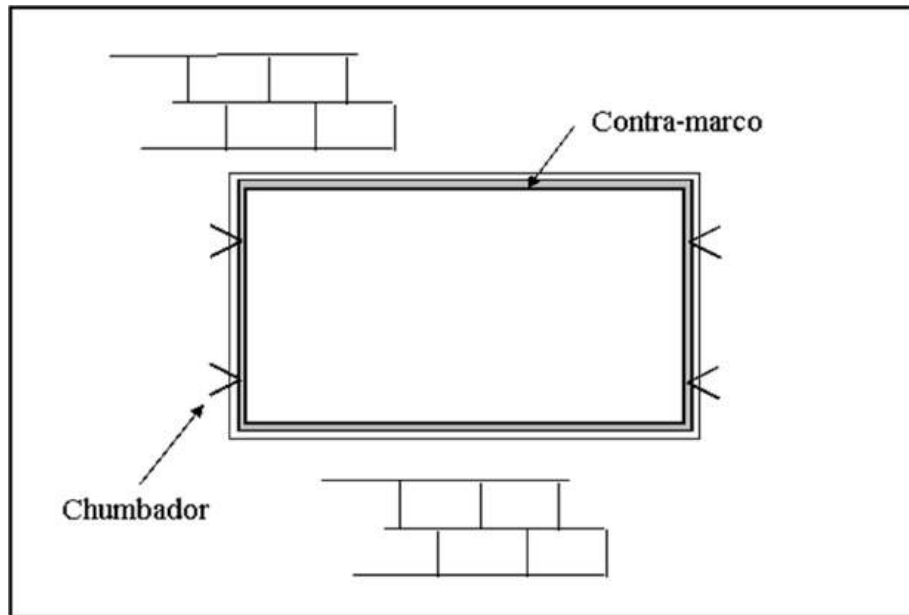
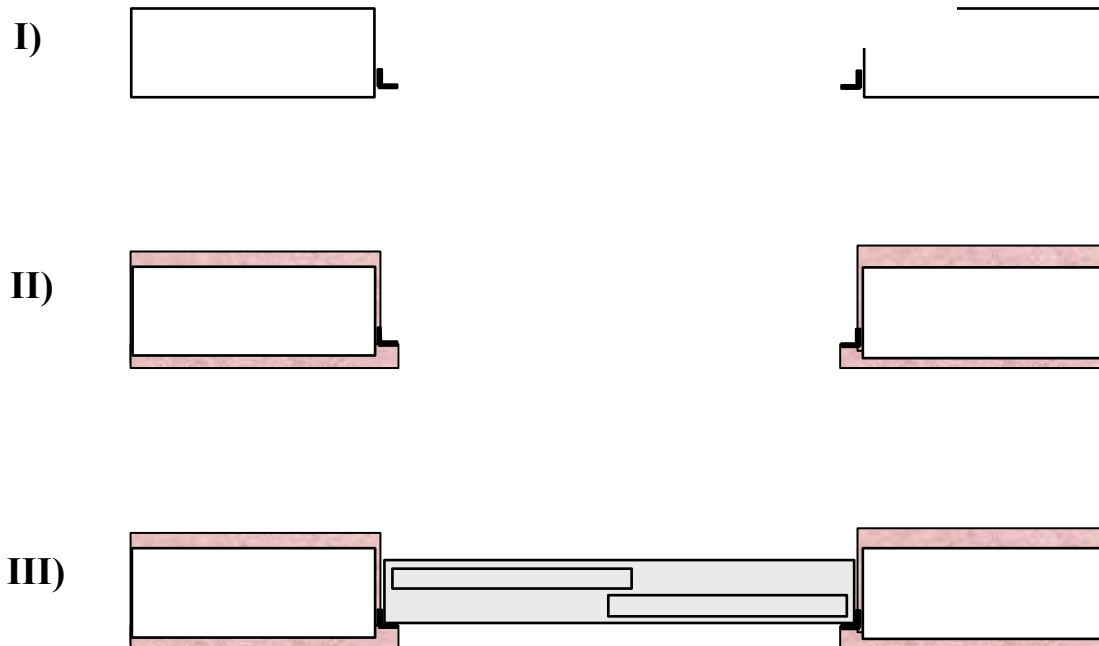


Figura 75 – Montagem de janela de alumínio.



Seja qual for o tipo de esquadria escolhida, 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 (Figura 76 e Figura 77).

Figura 76 – Medidas a serem adotadas para evitar a infiltração de água em janelas.

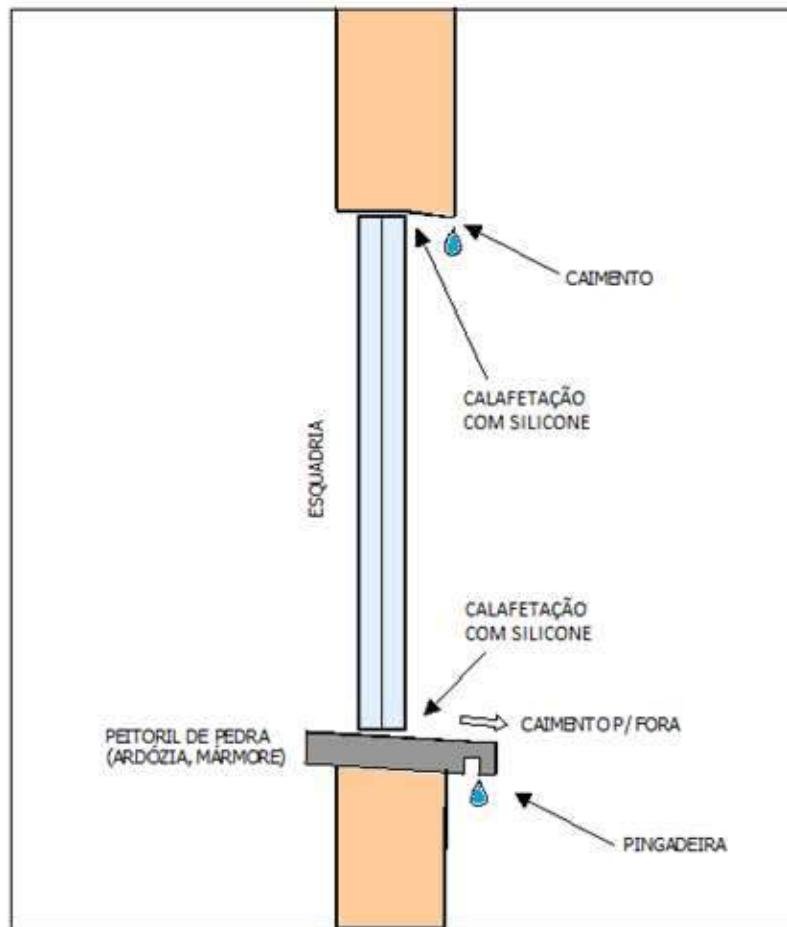
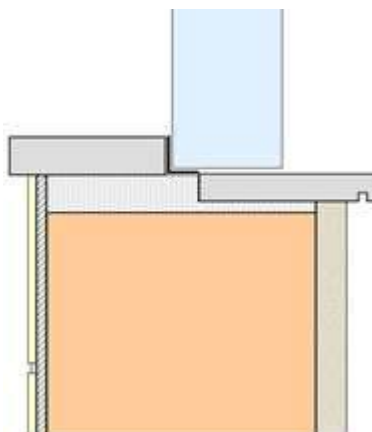


Figura 77 – Detalhe de peitoril de janela.



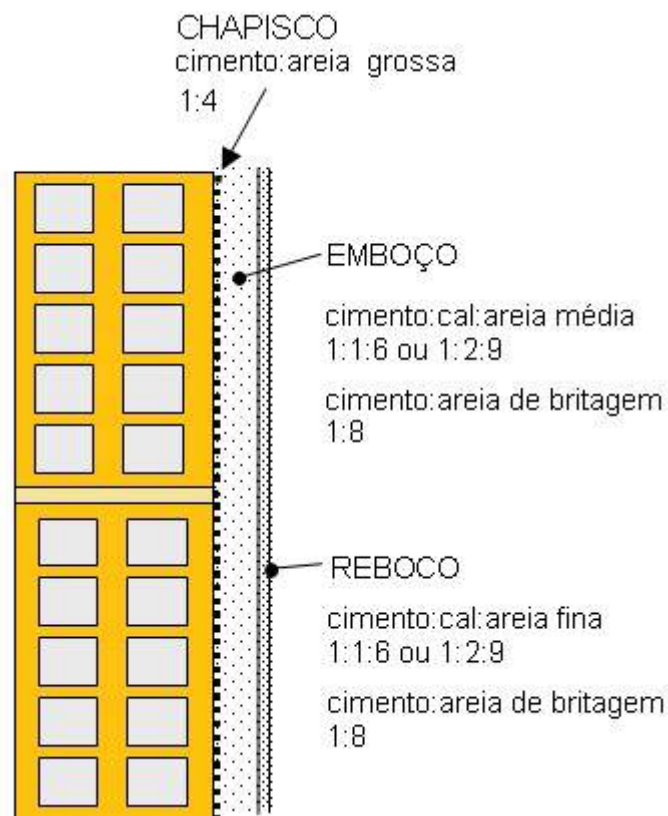
2.11 - Revestimento de paredes

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.

2.11.1 - Argamassa

Revestimento executado em mais de uma camada (Figura 78):

Figura 78 – Camadas de revestimento de argamassa – chapisco, emboço e reboco.



ENCHIMENTO:

- Necessário somente em casos especiais, como paredes muito fora de prumo ou alvenaria de pedras irregulares;
- Se necessária espessura maior que 2,5 cm, aplicar a argamassa em mais de uma camada

esperando a anterior ficar endurecida, ou "encascar" com pedaços de tijolo e pedra;

- Camada de acabamento áspero, obtida com argamassa de grãos grossos. No caso de ser necessária 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):

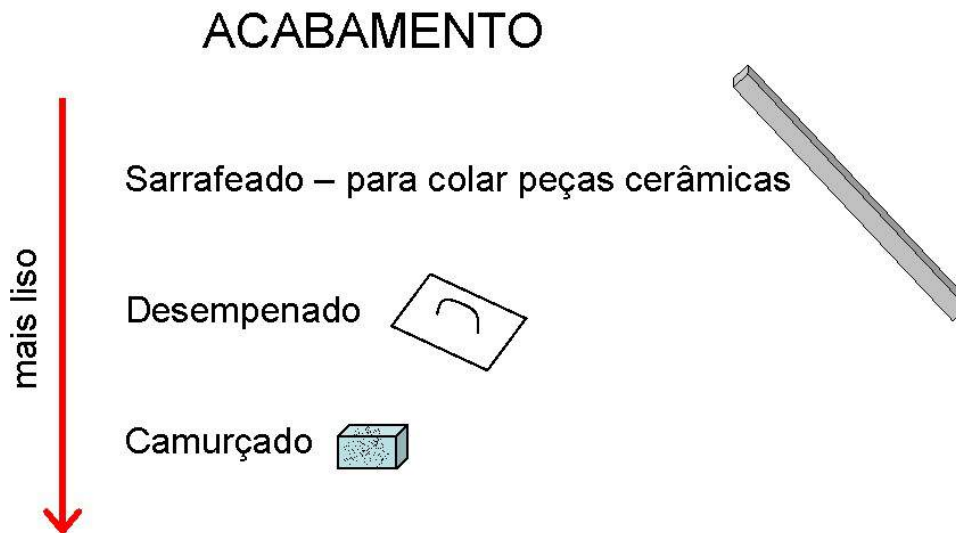
- Espessura 2,5 cm, de acabamento áspero;
- Aplicado somente após o endurecimento total do chapisco e com as tubulações de instalações elétricas e hidráulicas, de esgoto, gás, etc., já embutidas nas paredes;
- Técnica de aplicação: espalhamento da argamassa com colher e regularização com régua e desempenadeira, 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. Agregado médio (máximo 2,0 mm).
- Traços mais comuns (em volume): 1:1:6 e 1:2:9 de cimento, cal e areia; 1:7 de cimento e areia de britagem (**de acordo com a granulometria da areia**);

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 da instalação de rodapés e alizares. 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 81 a Figura 84). 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 – acabamento "camurçado".

Figura 79 – 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) - Figura 80.

Figura 80 – Camada única de argamassa aplicada sobre a alvenaria.

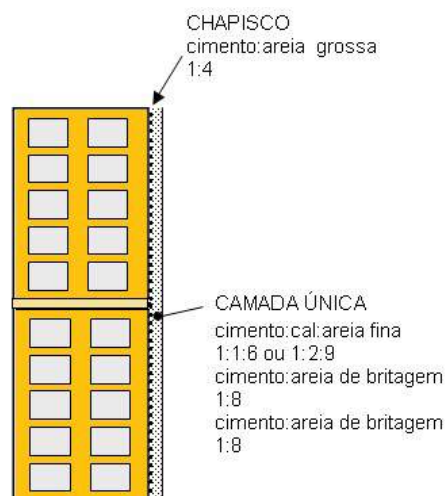


Figura 81 – Posicionamento de taliscas em parede para aplicação de argamassa.

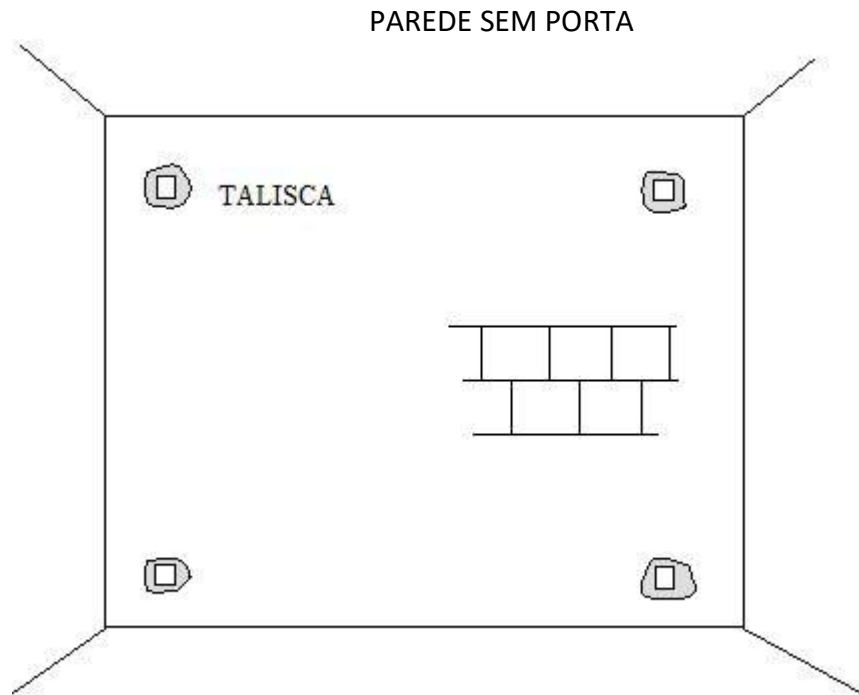


Figura 82 – Posicionamento de talisca em parede com guarnição de porta.

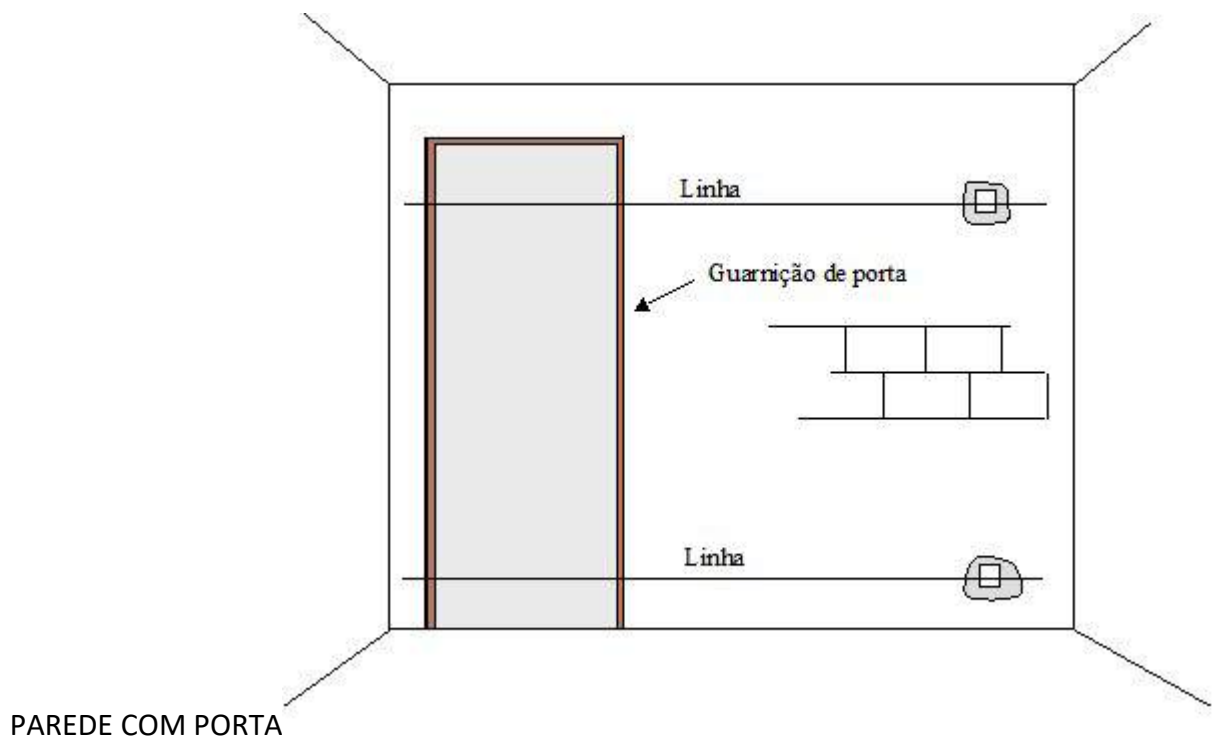
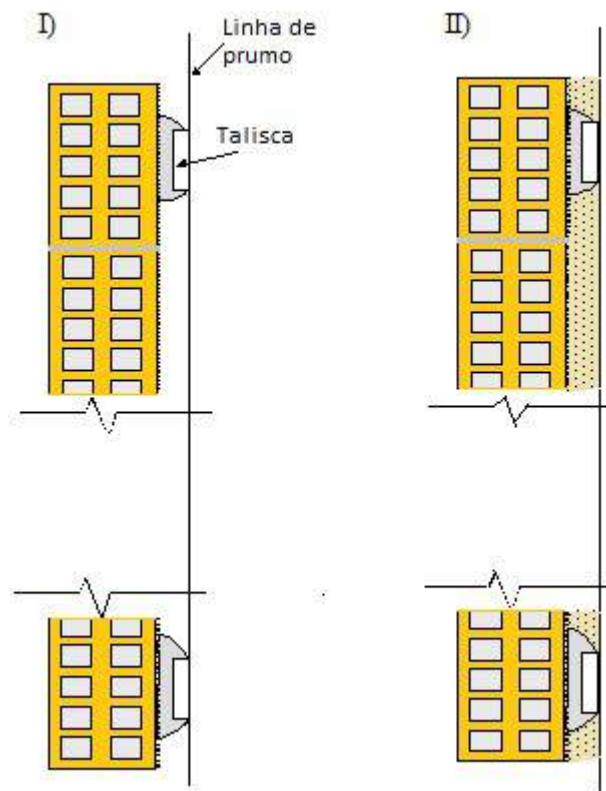


Figura 83 – Posicionamento de taliscas - verificação do prumo.



APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

Figura 84 – Aplicação de argamassa em parede – auxílio de taliscas e régua de alumínio.

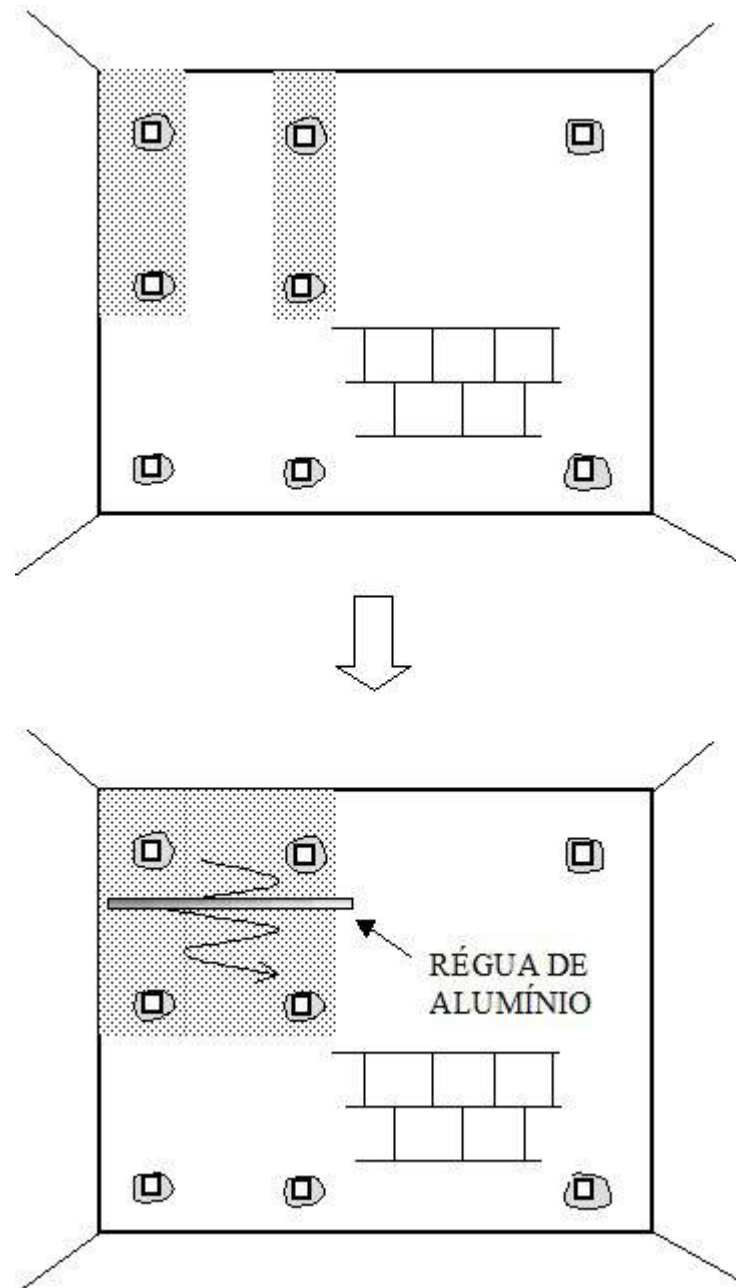
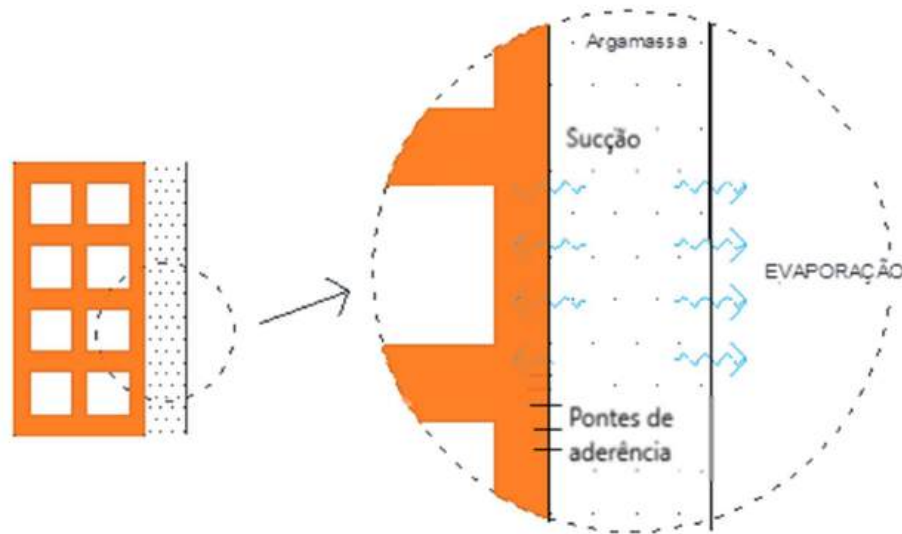


Figura 85 – Perda de água da argamassa de revestimento e formação de mecanismo de aderência.



2.11.2 - Azulejo

Revestimento decorativo e, principalmente, proporciona superfície lisa e impermeável em cozinhas, banheiros, saunas, etc.

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).

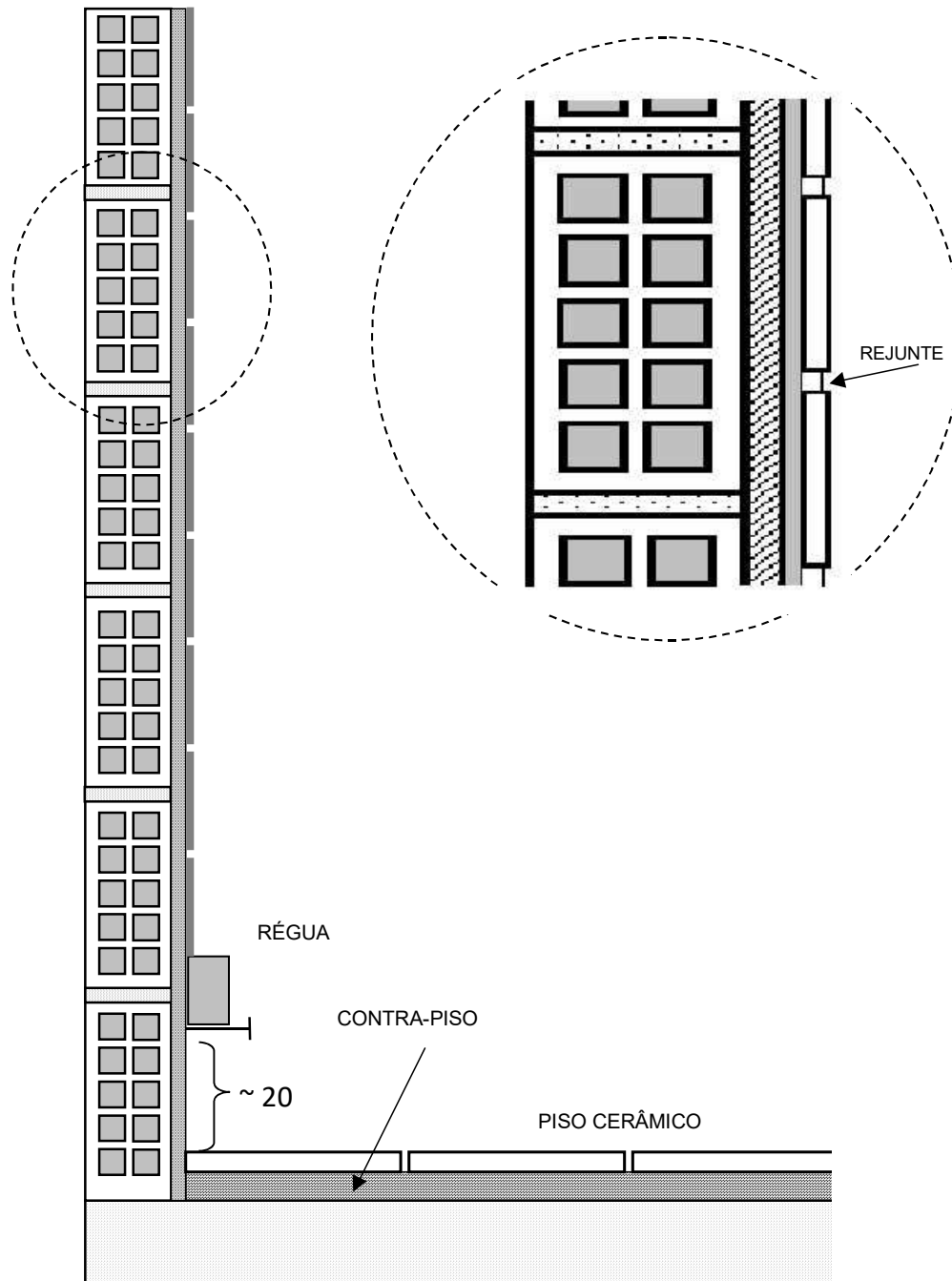
Assentamento (Figura 86):

- 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;
- Juntas: Com cerca de 2,0 mm de largura, são executadas 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 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: Usa-se argamassa colante industrializada, ensacada - mistura pronta que recebe apenas a adição de água momentos antes do uso. Excepcionalmente, pode-se fabricar 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.
- Aplicação: Com argamassa colante industrializada, espalhá-la com desempenadeira dentada de aço sobre uma pequena área do emboço (cerca de 1m²) e, logo em seguida, colar os azulejos um a um, fixando-os com batidas leves. Este processo é mais rápido e proporciona serviço de excelente qualidade. Com argamassa feita em obra, aplica-se a quantidade necessária em cada azulejo, levados um a um à parede e fixados com batidas leves com o cabo da colher de pedreiro, promovendo a aderência ao emboço.

Figura 86 – Assentamento de azulejos.



Recomendações para evitar descolamento de azulejos:

- O emboço deve estar semiúmido antes da colagem das peças (para argamassa de assentamento fabricada em obra);
- Não deve haver umidade na parede por vazamentos ou infiltrações;
- Umedecer levemente os azulejos momentos 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.

ARGAMASSA COLANTE

Argamassa colante industrializada é formulada com cimento, agregado miúdo e aditivos químicos que garantem aderência. Com adição de água, forma uma pasta adesiva elástica.

Existem três tipos de argamassa colante: ACI, ACII, ACIII. O que as difere é a quantidade de aditivo, que confere mais ou menos capacidade de aderência ao produto. Para especificar o tipo de argamassa colante a utilizar, deve-se levar em consideração o ambiente de aplicação e o tipo de revestimento.

ACI - assentamento de revestimento e peças cerâmicas em ambientes internos, tanto secos quanto molháveis (banheiro, cozinha e área de serviço);

ACII - áreas que exigem revestimentos especiais como saunas, churrasqueiras e estufas; revestimentos e pisos e paredes internos ou externos que estejam sujeitos a ciclos de variação da temperatura e da umidade e ainda sob ação do vento, como paredes e fachadas externas, piscinas de água fria, áreas públicas ou industriais.

ACIII - revestimentos cerâmicos em fachadas onde o risco de acidentes por queda de peças é maior, assentamento de placas grandes (maiores que 60 x 60cm), piscinas e churrasqueiras.

O tipo de **desempenadeira** adequado para o serviço de assentamento varia de acordo com o tamanho das peças (Tabela 6 e Figura 87):

Tabela 6 - Relação entre tamanho da peça e tipo de desempenadeira

Área da superfície interna da peça (cm ²)	Formato dos dentes da desempenadeira (mm)
Área < 400	Quadrado 6 x 6
400 ≤ área < 900	Quadrado 8 x 8
Área ≥ 900	Raio 10

Figura 87 – Aplicação de argamassa colante com desempenadeira dentada.



(Link da figura: <<https://inovesuaobra.blog.br/>>)

Tipos de ensaios de qualidade de argamassa colante - (NBR 14081:2012)

Tempo em aberto

O tempo em aberto significa o maior intervalo de tempo no qual uma placa cerâmica pode ser assentada sobre a pasta de argamassa colante.

Resistência de aderência à tração

Consiste em obter a resistência à ruptura por tração em determinada idade e condições de cura do conjunto constituído por substrato-padrão, argamassa colante endurecida e placa cerâmica. O ensaio é realizado segundo a norma *NBR 14081-4:2012 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 4: Determinação da resistência e aderência à tração.*

Deslizamento

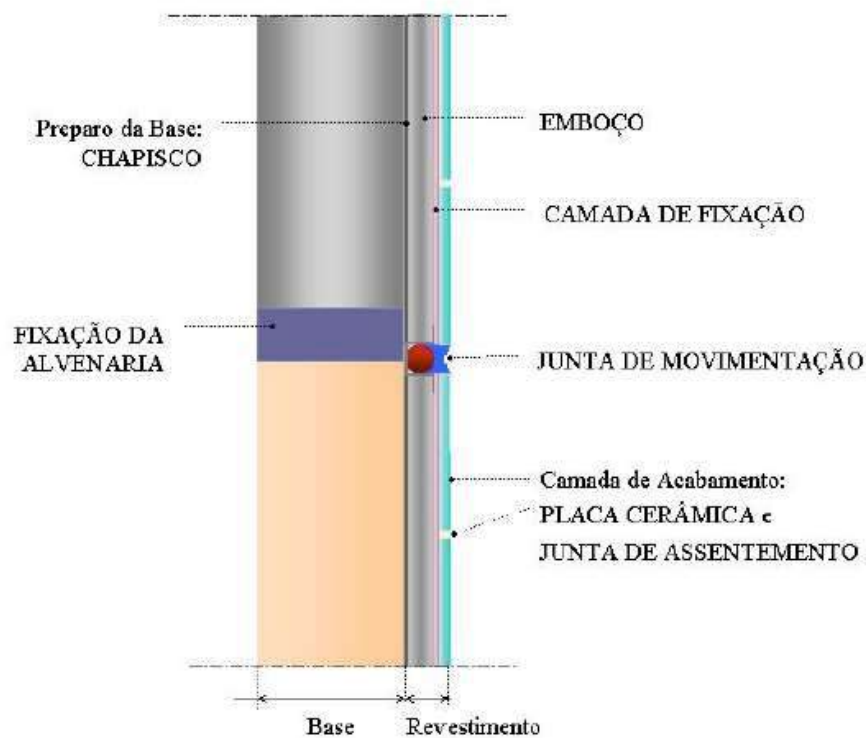
Representa o deslocamento vertical sofrido por uma placa cerâmica aplicada sobre a argamassa colante ainda fresca, sob ação de seu próprio peso. O ensaio é realizado segundo a *NBR 14081-5:2012 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 5: Determinação do deslizamento.*

Juntas em fachadas com revestimento cerâmico – critério de localização e formas de execução

Revestimentos cerâmicos compõem um acabamento rígido, sendo necessária a adoção de juntas, com a finalidade de absorver as possíveis deformações nas fachadas ao longo do da vida útil da

edificação.

Figura 88 - Camadas constituintes do revestimento cerâmico e junta de movimentação.



Critérios de localização

Segundo a norma brasileira NBR 13755: 1996 da ABNT, é imprescindível haver juntas horizontais a cada pavimento, localizadas no encunhamento da alvenaria e espaçadas no máximo em três metros. Por outro lado, as juntas verticais podem estar espaçadas em até seis metros. As juntas devem possuir largura entre 8 mm e 30 mm, sendo o selante com fator de acomodação mínimo de 25%; a profundidade pode ser toda a espessura do emboço, embora seja também muito utilizado o corte parcial desta camada.

Execução

- Marcação do posicionamento.
- Abertura da junta, que consiste em um corte no emboço ainda fresco com auxílio de régua dupla (afastamento correspondente à espessura da junta) e frisador (corte na argamassa e compactação da região da junta).
- Instalação da membrana impermeabilizante, que deve ser feita após a secagem do emboço e limpeza da junta.

- Assentamento das placas cerâmicas, preservando a cavidade da junta.
- Preparo do substrato da junta, que consiste em limpar a cavidade com escova macia, proteger as bordas (fita crepe) e aplicar primer (melhora a adesão entre selante e substrato). Insere-se então o limitador de profundidade para posteriormente colocar o selante, através de uma pistola aplicadora.
- Acabamento da junta com utilização de espátulas ou tubos de PVC.

2.12 - 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.

2.12.1 - *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.

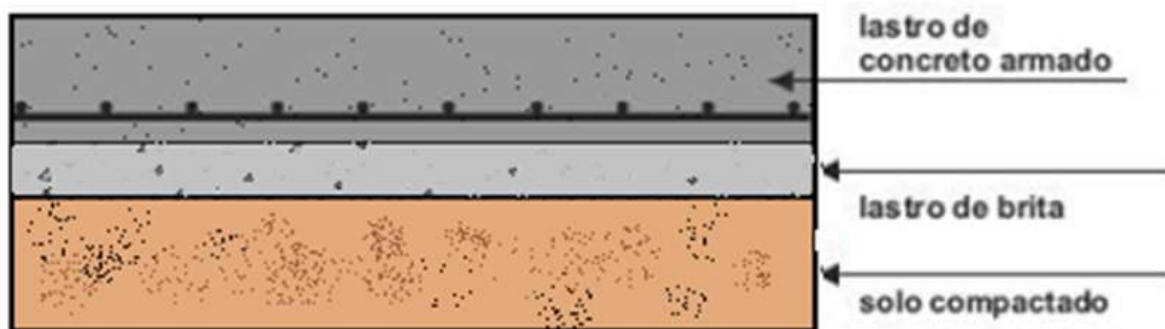
Espessuras para casos comuns de concreto não estrutural:

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

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 89 – Lastro de concreto.



2.12.2 - Contrapiso e piso "cimentado"

Camada de argamassa de cimento e areia de aproximadamente 2 a 3 cm, lançada sobre os lastros e/ou lajes. Pode ser a camada anterior ao revestimento definitivo do piso (cerâmica, por exemplo) e é chamada, neste caso, de CONTRAPISO, ou pode ser o revestimento final – CIMENTADO (garagens, calçadas, pátios, etc.).

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 a textura desejada;

- 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.

2.12.3 - *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:

- Alguns 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;

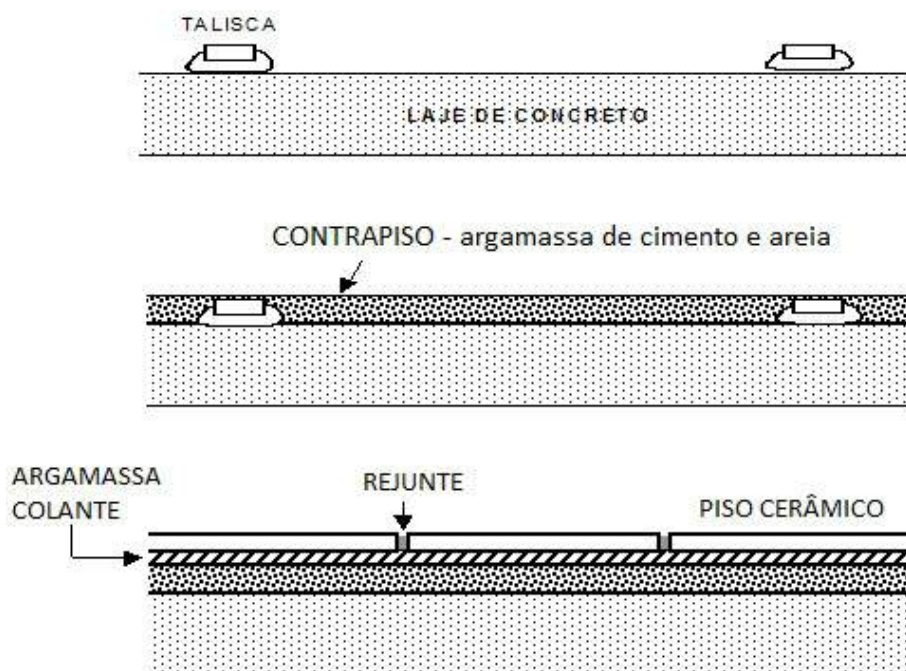
- Rejuntamento: pasta de cimento, com pigmento ou não, ou argamassa de cimento e areia para diminuição da retração;
- Argamassa fabricada na obra (em volume): cimento e areia 1:6 a 1:8.

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 contrapiso em trechos, com desempenadeira de aço, formando "cordões" com o lado dentado;
- Espalhar as peças seguindo alinhamento, deixando espaço entre elas (junta);

Figura 90 - Execução de revestimento de pisos com argamassa industrializada.



2.12.4 - Piso de madeira

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

Independentemente do tipo de material 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/ 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 contrapiso 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 PARA REVESTIMENTOS COM TACOS SIMPLES E TACOS DE ENCAIXE:

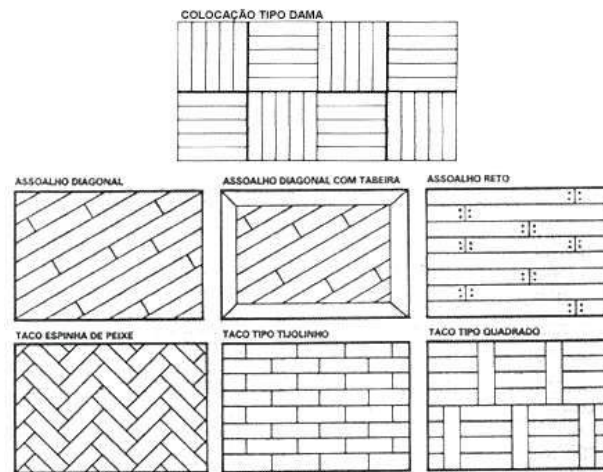
- Em nenhum taco devem ser toleradas: manchas de podridão, quinas mortas, rachaduras, cores contrastadas e nós grandes soltos ou podres;
- Observar os desenhos do piso e das juntas especificados em projeto;
- Executar junta de dilatação junto às paredes de 1 cm (arrematada posteriormente com o rodapé);
- 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) cm 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 contrapiso seco de cimento e areia. A Figura 91 ilustra diferentes maneiras para o

assentamento de pisos de madeira.

Figura 91 – 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 93.

Dimensões das tábuas: largura variável de 0,10 a 0,25 m, comprimento 2,5 m aprox. e espessura 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 - 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 92);
- 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 e com cola no contrapiso.

Figura 92 – Revestimento de piso de tábua corrida.

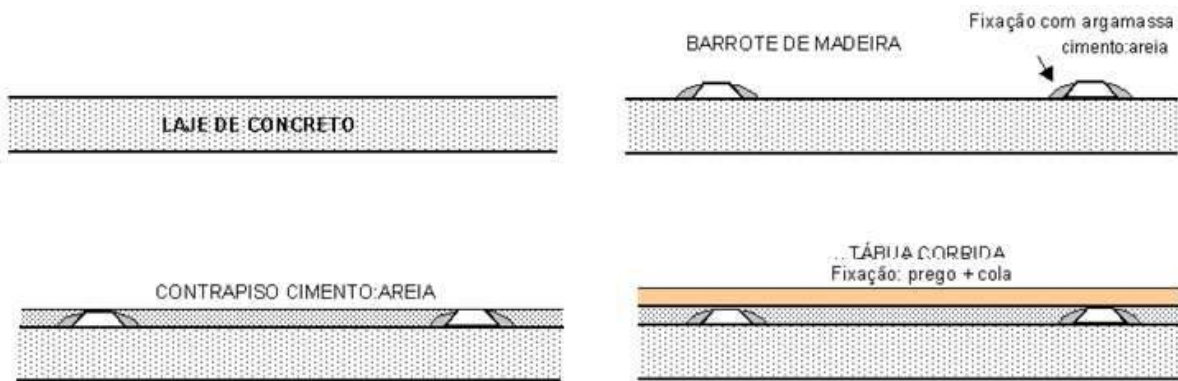


Figura 93 – Detalhe de encaixe de tábua corrida – encaixe tipo macho-e-fêmea.

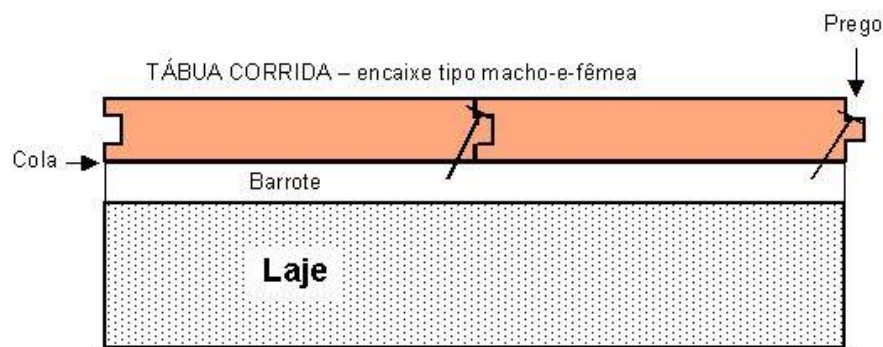


Figura 94 – Defeito em piso de tábua corrida.



2.13 - 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 (Quadro 6).

2.13.1 - Tintas

Material de revestimento de consistência líquida ou pastosa que 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:

- A menor aspereza 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 usados:

- 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: 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, exige tinta de baixa viscosidade e solvente rápido;

TINTAS MAIS USADAS

TINTA A ÓLEO: na sua composição, parte do veículo é um óleo 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 CALIÇAÇÃO: 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 ultravioleta 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.

2.13.2 - *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 (Quadro 5).

Quadro 5 - 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 ou fendilhamento
Pinturas velhas, após o gretamento.	Descascamento
Aplicação de tinta sobre superfície úmida.	Bolhas

Quadro 6 – Pintura: serviços mais comuns

PAREDES E TETOS			
Superfície	Estado de conservação	Tinta	Etapas do serviço(número de demãos)
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)
VERNIZ SOBRE MADEIRA			
Lixa - Selador para madeira - Verniz - Lixa (?) – Verniz			
Tinta óleo sobre madeira (pintura nova)			
Lixa - Selador - Massa óleo - Lixa - Tinta (2)			
TINTA ÓLEO SOBRE MADEIRA JÁ PINTADA (PORTAS, JANELAS, RODAPÉS)			
Remoção das partes soltas com espátula ou lixa - Massa óleo - Lixa - Tinta (1 ou 2)			
TINTA ÓLEO SOBRE METAIS			
Superfícies novas: fundo antióxido, seguido de pintura.			
Superfícies já pintadas: limpeza (lixar) 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. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o resultado encontrado na pesquisa.

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 análise de um problema patológico passa pelas 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.

Quadro 7 - Patologias: possíveis causas e origens.

PATOLOGIAS	FASE DO EMPREENDIMENTO QUE DEU ORIGEM À PATOLOGIA NO EDIFÍCIO	POSSÍVEIS CAUSAS/ORIGENS
Umidade de infiltração (água de chuva penetra nos edifícios através dos elementos constituintes do seu revestimento externo).	Execução	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).	Projeto, execução	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.	Execução, uso	Presença de umidade de infiltração por trincas e falhas em rejuntamento de revestimentos cerâmicos.
Umidade em paredes vizinhas a áreas molháveis (banheiro, cozinha, varanda, área de serviço).	Execução, uso	Falhas na execução do rejuntamento nas paredes revestidas com azulejos; Desgaste do rejuntamento.
Manchas de umidade no teto do banheiro.	Execução, uso	Defeitos nas instalações hidrossanitárias 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.	Execução	Passagem de eletrodutos.
Umidade accidental.	Execução	Defeitos nas instalações hidrossanitárias.
Falhas nas instalações hidrossanitárias.	Execução	Falhas na execução (solda mal feita em tubos e conexões embutidos na parede).
Trinca horizontal na parede.	Execução	Defeito na junção alvenaria/viga de concreto armado, possivelmente por falta de aperto na alvenaria.
Poça de água em pisos das áreas molháveis.	Execução	Falta de cimento nos pisos em direção às caixas de captação de água.
Fendas entre tábuas de revestimento de pisos (tábuas corridas muito espaçadas entre si).	Execução	Retratilidade da madeira (perda de volume da madeira aplicada ainda com teor umidade alto).
Descolamento de azulejos.	Execução	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.	Projeto, execução	Falta de contraverga de concreto sob os vãos (a origem do problema pode estar na movimentação da estrutura dos prédios).
Descolamento do revestimento externo de argamassa.	Execução	Má dosagem da argamassa; Falta ou aplicação insuficiente de chapisco na alvenaria sob o emboço.
Fissuras próximas às portas.	Uso	Fortes impactos aos abrir e fechar as portas.
Aglomerado de madeira solto (espessura aprox. de 5mm, com aspecto semelhante ao da tábua corrida).	Execução	Contrapiso (onde o revestimento foi aplicado) mal nivelado; Cola de aplicação do revestimento mal espalhada.

Figura 95 – Casos comuns de fissuras em alvenaria e revestimento.

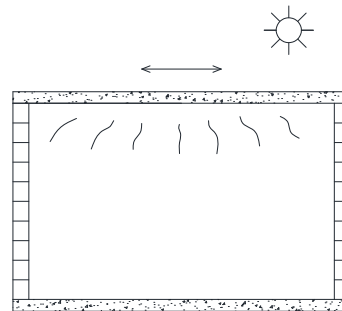


1) Estado fresco:
Retração excessiva na secagem

Aperto de alvenaria contra a viga *

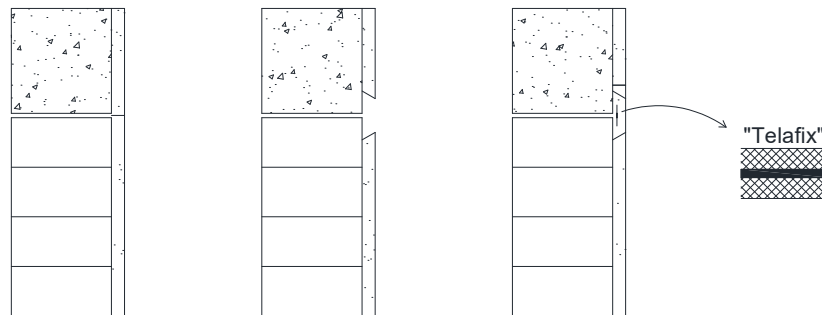
Descolamento parede/estrutura

2) Estado endurecido:
Argamassa de revestimento muito rígida (excesso de cimento)



Laje apoiada sobre alvenaria

* Reparo





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 (sistema construtivo, 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 peculiaridades 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.

Características específicas:

- 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. Entre outras, pode-se citar:

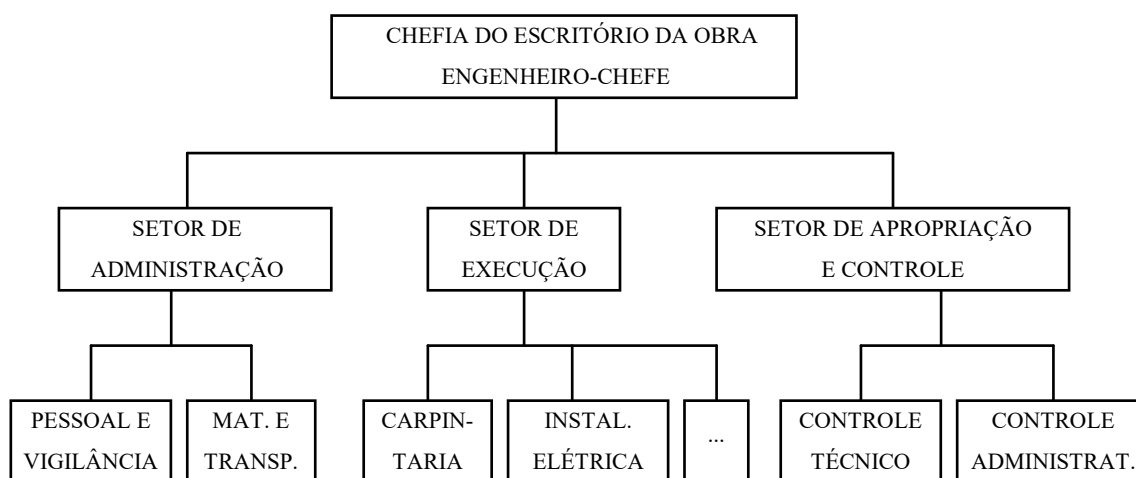
- a) Reprodução fiel do projeto, com obediência às especificações e ao PLANEJAMENTO, com ajuda de caderno de encargos e jogo completo de plantas;
- b) Obediência ao cronograma físico-financeiro da obra, com ajuda de mecanismos de controle;
- c) Atenção às normas municipais de limpeza urbana e ligações 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 SUBSETORES: desdobrados ou agrupados conforme a política interna de administração da empresa e características de cada obra - TAMANHO, LOCALIZAÇÃO, CALENDÁRIO (Figura 96).

Figura 96 – Organização de setores e subsetores 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 subseções, 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 subempreiteiros 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 e 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 subempreiteiros 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 97):



Figura 97 – Ordem de Serviços - instruções por escrito.

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:/...../.....
 VIST :



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 ideia 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 reparatorias de danos e nas vendas de bens realizadas em juízo (NBR 14653-2:2011 - 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 o aceitar. 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 14653-2:2011 da ABNT - Avaliação de bens. Parte 2: Imóveis urbanos - estabelece prescrições para a apresentação de laudos de avaliação com determinados tópicos obrigatórios.



Anexos

Figura 98 - Instalações de esgoto sanitário.

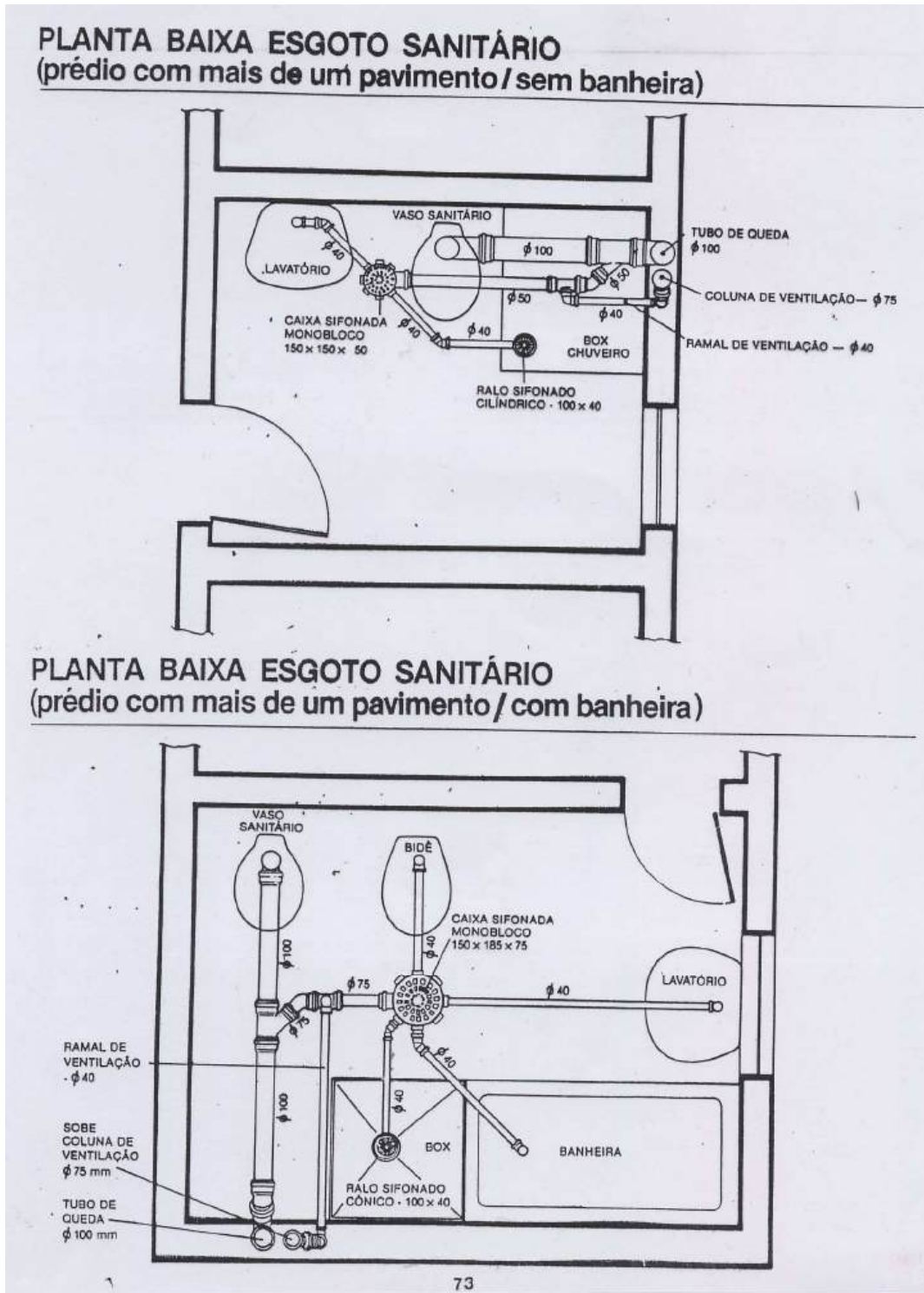




Figura 99 – Instalações hidráulicas/sanitárias - válvula de descarga.

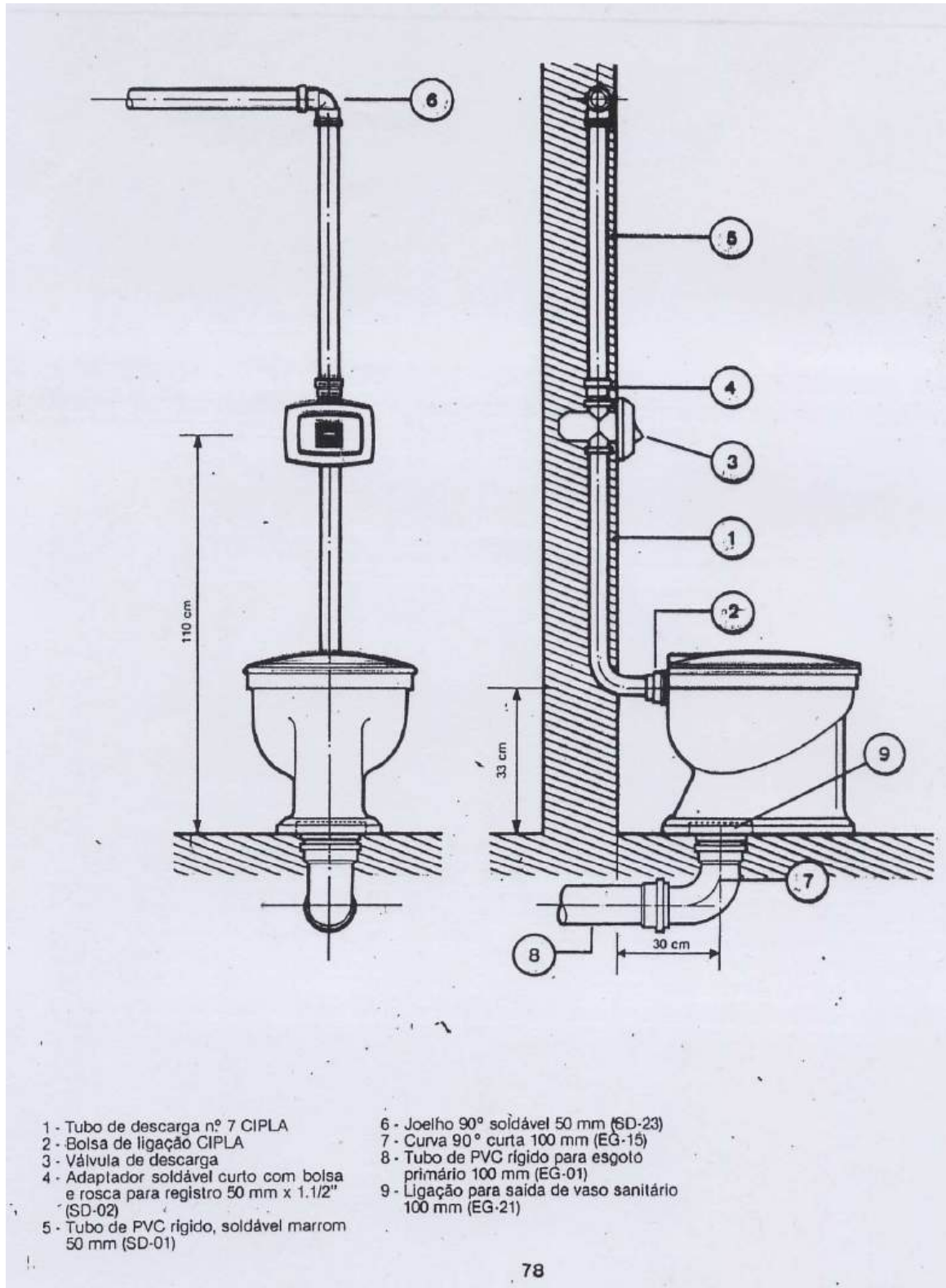


Figura 100 – Instalações hidráulicas/sanitárias - caixa de descarga embutida.

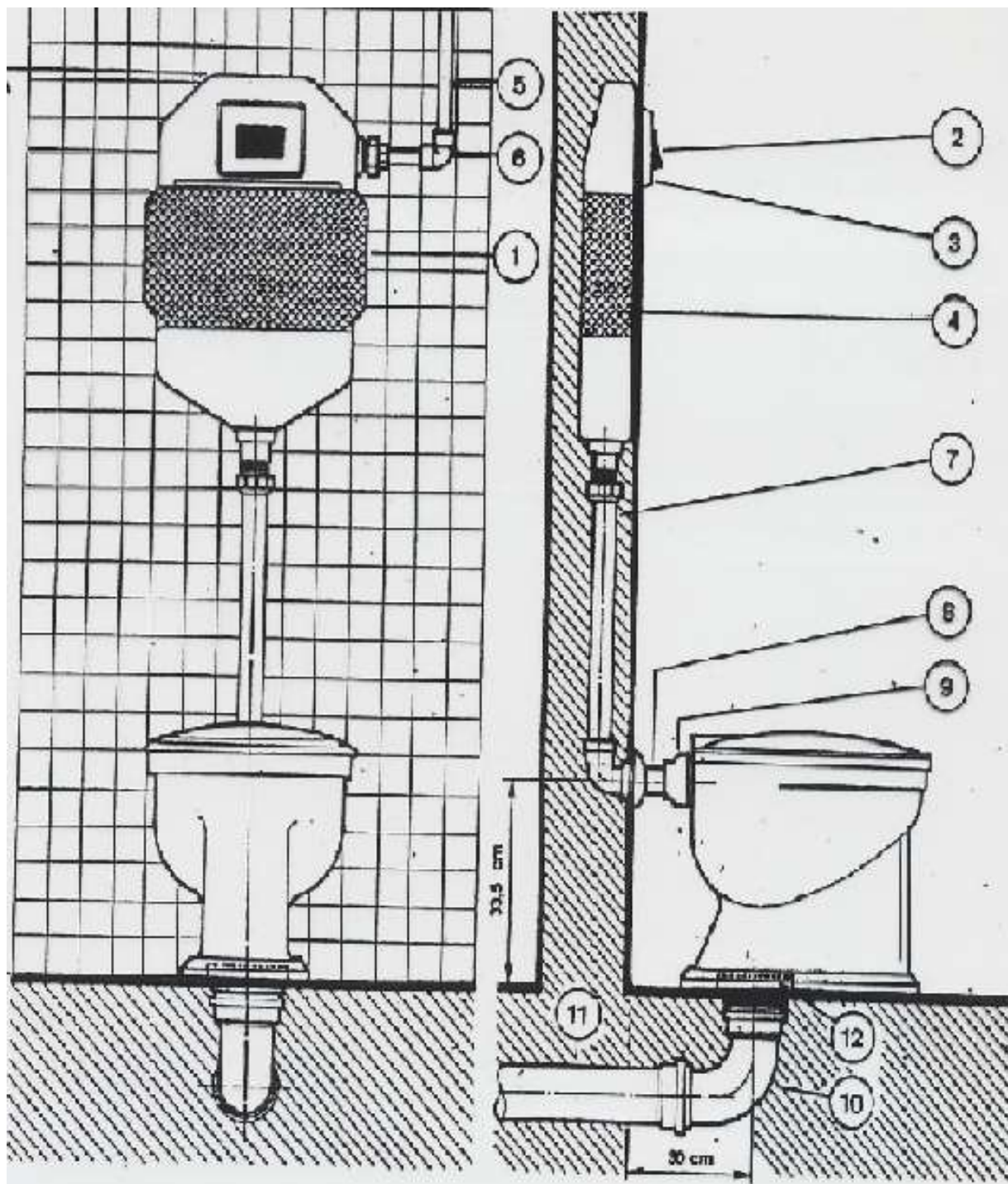


Figura 101 – Pia de coluna.

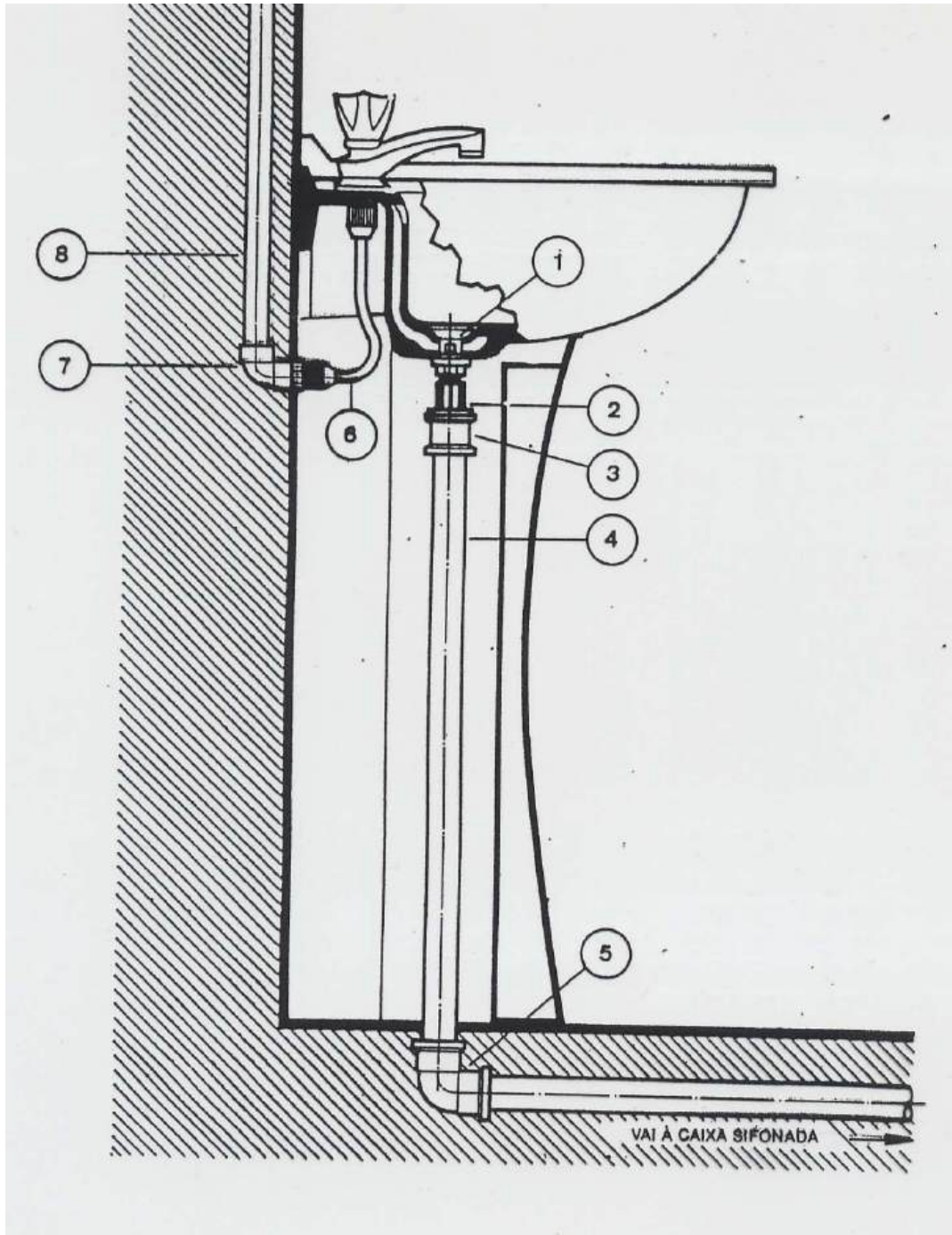
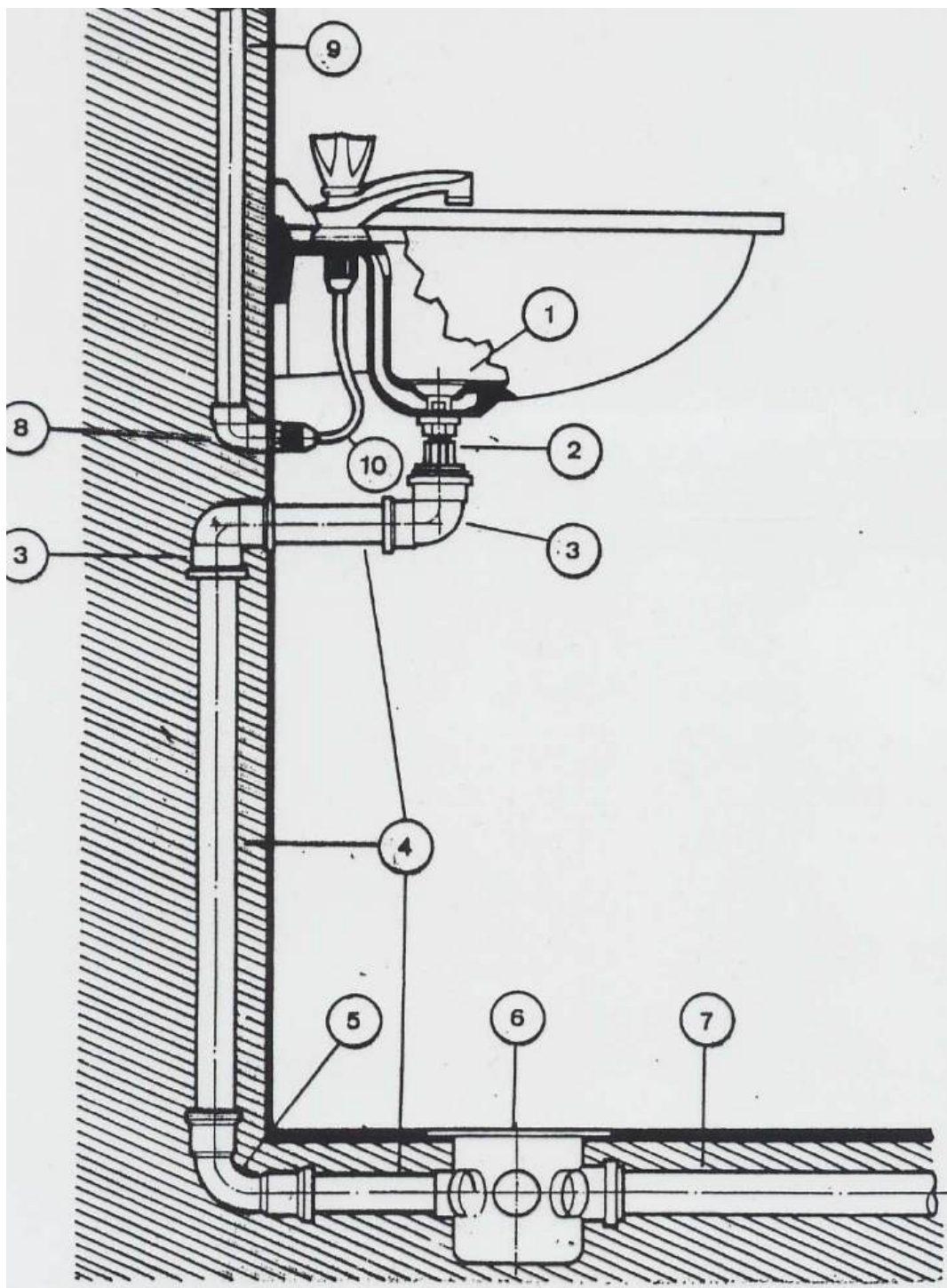


Figura 102 – Lavatório com bancada.





Créditos das ilustrações

Figura 3 – Análises preliminares do terreno. <http://www.cimento.org/>

Figura 9 – Construção de tabeira em terreno plano. <http://www.cimento.org/>

Erro! Fonte de referência não encontrada. Erro! Fonte de referência não encontrada.http://www.gr-acad.com.br/paginas/planta_de_formas.htm

Figura 29 – Betoneira. <http://www.fischer.com.br/>

Figura 30 – Mistura de concreto com betoneira. <http://www.abcp.org.br/>

Figura 31 – Mistura manual de concreto. <http://www.abcp.org.br/>

Figura 32 – Ensaio de consistência do concreto - Abatimento do tronco de cone ("slump").

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

Figura 33 – Transporte de concreto em obra. Revista Técnica, edição 114.

Figura 37 – Tipos de vigota e lajota para laje pré-moldada. <http://www.cimento.org/>

Figura 38 – Montagem de laje pré-moldada. <http://www.cimento.org/>

Figura 39 - Bloco estrutural - exemplos de formatos. Revista Técnica, edição 97

Figura 47 – “Amarração” dos blocos em mudanças de direção das paredes. <http://www.cimento.org/>

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

Figura 52 – Utilização de bisnaga para o assentamento dos blocos. <http://www.selectblocos.com.br/>

Figura 54 – Principais tipos de bloco e suas posições. <http://www.ceramicariviera.com.br/>

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

Figura 59 – Telha metálica termoisolante. <http://www.gbsolucoes.com.br/>

Figura 61 – Formatos e posições de calhas e rufos. <http://www.abcp.org.br/>

Figura 65 - Planta de instalação elétrica. <http://www.cimento.org/>

Figura 87 – Aplicação de argamassa colante com desempenadeira dentada. <https://inovesuaobra.blog.br/>



Figura 88 - Camadas constituintes do revestimento cerâmico e junta de movimentação. RIBEIRO, F. A.; DE BARROS, M. M. S. B. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas**. 1ª edição. São Paulo: Editora Pini, 2010. p.23.

Figura 89 – Lastro de concreto. <http://www.ccb.org.br/>

Figura 91 – Modos de assentamento para pisos de madeira. <http://www.espacodoassoalho.com.br/>

Figura 94 – Defeito em piso de tábua corrida. <http://www.assoalhosaobernardo.com.br/>

Tabela 3 – Consumo de unidades de cada tipo de telha por m².

http://www.sketchupbrasil.com/modules/xforum/viewtopic.php?post_id=3818

<http://www.depositodiamanteazul.com.br/telhas1.html>
