

## **Aula 00**

*Bizu Estratégico p/ ALCE (Analista  
Legislativo - Engenharia Civil) -  
Pós-Edital*

Autor:

17 de Junho de 2020

## Bizu Estratégico - Engenharia Civil I (ALCE)

Fala galera, blz? Neste material, trazemos uma seleção de *bizus* da disciplina **Engenharia Civil I**.

Seria um esforço hercúleo tentar compilar todos os *bizus* de uma matéria tão extensa como a Engenharia Civil em um documento enxuto e limitado em sua quantidade de páginas. Portanto, o que você vai encontrar aqui é exatamente o que você não pode deixar de saber para a sua prova. Em outras palavras, aqui estarão compilados os assuntos com maior custo benefício e que te garantirão a maior quantidade de pontos na sua prova. O objetivo é proporcionar uma revisão rápida e de alta qualidade a vocês.

Para estruturar o seu *bizu*, seguimos a divisão do próprio curso em Engenharia Civil I e Engenharia Civil II. Como temos material de 2 professores diferentes dentro do curso, alguns assuntos se repetem outros se complementam. Dessa forma, separamos esses assuntos para que o seu *bizu* não fique repetitivo. Ou seja, você encontrará alguns assuntos somente neste *bizu* e outros assuntos somente no *bizu* de Engenharia Civil II, ok? Além disso, fizemos uma análise estatística dos assuntos mais cobrados pela banca **Cebraspe** na área Legislativa, no âmbito do seu edital. Veja abaixo:

Análise estatística - Engenharia Civil I (ALCE)		
Assunto	Questões	Percentual
Edificações.	73	40,11%
Planejamento e Controle de Obras.	24	13,19%
Concreto.	16	8,79%
Materiais de Construção.	14	7,69%
Normas Gerais Ambientais.	12	6,59%
Fundações e Contensões.	10	5,49%
Hidrologia	9	4,95%
Resistência dos Materiais e Análise Estrutural.	8	4,40%
Informática Aplicada à Engenharia Civil.	8	4,40%
Saneamento.	4	2,20%
Mecânica dos Solos	4	2,20%

Agora ficou fácil perceber o que vamos atacar, certo?

No mais, siga-nos no *Instagram* para mais dicas de estudos e *bizus*. Abraços, e sigamos juntos!



@coachsalvaterra



@profleomathias



Engenharia Civil I (ALCE)		
Assunto	Bizus	Caderno de Questões
Mecânica dos Solos.	1 a 10	<a href="https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/800e0b5e-2c96-4e29-bab8-73feb380868b">https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/800e0b5e-2c96-4e29-bab8-73feb380868b</a>
Fundações e Contenções.	11 a 13	<a href="https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/67b9e36b-4517-4009-82co-86b1a2ced22e">https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/67b9e36b-4517-4009-82co-86b1a2ced22e</a>
Materiais de Construção.	14	<a href="https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/c621f30f-1ffd-41ff-aed5-48bfa370d252">https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/c621f30f-1ffd-41ff-aed5-48bfa370d252</a>
Concreto.	15 a 21	<a href="https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/04675eb5-2fa1-448f-ac39-8756bc02afee">https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/04675eb5-2fa1-448f-ac39-8756bc02afee</a>
Edificações.	22 a 34	<a href="https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/cb5b7bc7-03d4-4ae6-bd1e-567f8657470f">https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/cb5b7bc7-03d4-4ae6-bd1e-567f8657470f</a>
Planejamento e Controle de Obras.	35 a 36	<a href="https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/1d71c5b6-cf57-438c-8058-9ed9d96c3e7d">https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/1d71c5b6-cf57-438c-8058-9ed9d96c3e7d</a>
Hidrologia	37 a 38	<a href="https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/6fe3a381-cc8f-4120-898c-6276a3cod8fc">https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/6fe3a381-cc8f-4120-898c-6276a3cod8fc</a>
Saneamento	39 a 43	<a href="https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/54196409-be8e-4d96-884c-3e413b4f7725">https://questoes.estrategiaconcursos.com.br/cadernos/54196409-be8e-4d96-884c-3e413b4f7725</a>

Obs: Alguns cadernos foram criados considerando tanto a forma de resolução em Múltipla Escolha como Certo e Errado, devido ao histórico de cobrança da banca. Alguns cadernos foram filtrados abrangendo todas as áreas, devido à insuficiência de questões na área Legislativa.

## Mecânica dos Solos

### 1) Formação dos solos

Os solos são formados a partir da decomposição e desintegração de rochas, através do intemperismo físico, em que não há mudança nas composições químicas e mineralógicas, e do intemperismo químico, em que há modificações da composição química e mineralógica.

#### Podemos dividir os solos em 3 tipos:

- **Solos Residuais, ou autóctones:** são solos provenientes de "resíduos" da rocha-mãe. Permanecem no local de formação.
  - Exemplos: Basalto, Quartzito, Filito, Granito, Calcário, etc.
- **Solos Sedimentares, ou alóctones:** são solos que sofrem ações de agentes transportadores:
  - **Aluvionares:** água;
  - **Eólicos:** vento;
  - **Coluvionares:** gravidade;
  - **Glaciares:** geleiras.
- **Solos Orgânicos:** são formados por sedimentos de rochas com matéria orgânica. Teor de matéria orgânica > 20%, e por isso são escuros.
  - Turfas (possuem teor de matéria orgânica > 75%)

Além disso, costumam frequentar provas:

**Solo Laterítico:** tipo de solo residual típico de climas quentes e úmidos.

**Solo Saprolítico:** mantém a estrutura herdada da rocha-mãe.

**Solo Colapsível:** solos porosos, quebradiço, com baixa coesão entre seus grãos.



## 2) Física dos solos

Fração do solo	Limites definidos pela ABNT
Matacão	200 mm – 1 m
Pedra	60 mm – 200 mm
Pedregulho	2,0 mm – 60 mm
Areia grossa	0,6 mm – 2 mm
Areia média	0,2 mm – 0,6 mm
Areia fina	0,06 mm – 0,2 mm
Silte	0,002 mm – 0,06 mm
Argila	< 0,002 mm

## 3) Análise granulométrica

Coefficiente de não uniformidade (CNU):  $CNU = \frac{D_{60}}{D_{10}}$

Os valores D10 e D60 são obtidos diretamente pela Curva Granulométrica. Diâmetro com 10% e 60% de massa passante na peneira, respectivamente.

## 4) Índices

**Limite de liquidez (LL):** teor de umidade em que a lama perde a capacidade de fluir.

**Limite de plasticidade (LP):** ponto em que a argila perde a capacidade de se modelar.

**Índice de plasticidade (IP):** intervalo de umidade entre LL e LP.

LL e LP = Limites de Atterberg.

h = umidade.

Índice de consistência:  $IC = \frac{LL - h}{LL - LP}$

Falou em consistência, é argila.

Consistência	IC
Muito mole	0
Mole	< 0,5
Média	0,5 a 0,75
Rija	0,75 a 1,0
Dura	> 1,0

## 5) Classificação dos solos

O bizu para decorar essa classificação é pensar nos nomes em inglês.

Sistema Unificado					
Tipo Principal		Bizu	Tipo Principal		Bizu
G	Pedregulho	Gravel	W	Bem graduado	Well
S	Areia	Sand	P	Mal graduado	Poor
M	Silte	Por eliminação	H	Alta compressibilidade	High
C	Argila	Clay	L	Baixa compressibilidade	Low
O	Orgânico	Organic	Pt	Turfa	Por eliminação



## 6) Índices físicos

$$V_t = V_s + V_v$$

$$V_v = V_a + V_{ar}$$

$$P_t = P_s + P_v$$

$$P_v = P_a + P_{ar}$$

$$h(\%) = \frac{P_a}{P_s} \times 100$$

Peso específico aparente do solo natural ( $\gamma_n$ )

Peso específico aparente seco ( $\gamma_d$ )

Peso específico saturado ( $\gamma_{sat}$ )

Peso específico real ou peso específico dos sólidos ( $\gamma_s$ )

Peso específico da água ( $\gamma_a$ )

Densidade real dos solos ( $\delta$ )

Índice de vazios ( $\epsilon$ )

Porosidade ( $\eta$ )

Grau de saturação (S)

$V_t$  = Volume total  
 $V_s$  = Volume de sólidos  
 $V_v$  = Volume de vazios  
 $V_a$  ou  $V_w$  = Volume de água (water)  
 $P$  = Peso

$$\gamma_n = \frac{P_t}{V_t} \times 100$$

$$\gamma_d = \frac{P_s}{V_t} \times 100$$

$$\gamma_{sat} = \frac{P_{sat}}{V_t} \times 100$$

$$\gamma_s = \frac{P_s}{V_s} \times 100$$

$$\gamma_a = \frac{P_a}{V_a} \times 100$$

$$\delta = \frac{\gamma_s}{\gamma_a} \times 100$$

$$\epsilon = \frac{V_v}{V_s} \times 100$$

$$\eta = \frac{V_v}{V_t} \times 100$$

$$S = \frac{V_a}{V_v} \times 100$$

## 7) Compacidade das areias

Falou em **compacidade**, é areia.

Classificação	CR
Areia fofa	< 0,33
Areia de compacidade média	0,33 < CR < 0,66
Areia compacta	> 0,66

$$CR = \frac{\epsilon_{max} - \epsilon_{nat}}{\epsilon_{max} - \epsilon_{min}}$$

## 8) Empolamento

Ao cortar um solo seu volume de vazios aumenta, contudo a massa do solo e o volume dos grãos não se alteram. Esse fenômeno é conhecido como **empolamento**.

$$V_{TS} = V_c \times (1 + E)$$

$V_{TS}$  = volume de terra solta

$V_c$  = volume do solo

E = empolamento

## 9) Permeabilidade

**Lei de Darcy**

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{h}{L}$$

**Vazão**

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q = vazão;

K = coeficiente de permeabilidade (m/s);

A = área do permeâmetro;

h = carga dissipada na percolação (diferença entre os níveis de água);

L = distância na qual a carga é dissipada.



## 10) Tensões no solo

**Tensões normais ( $\sigma$ ):** soma das tensões normais sobre a área.

**Tensões de cisalhamento ( $\tau$ ):** somatório das cargas tangenciais sobre a área.

**Tensão do peso próprio:** basta multiplicar o peso específico do solo pela profundidade.

**Pressão neutra ( $\mu$ ):** basta multiplicar o peso específico da água pela profundidade.

**Tensão efetiva:** ocorre pelo contato entre partículas dos grãos.

$$\sigma = \frac{\sum N}{A}$$

$$\tau = \frac{\sum T}{A}$$

**Tensão tota ( $\sigma_v$ ) = Tensão efetiva ( $\sigma'$ ) + Pressão neutra ( $\mu$ )**

$$\sigma_v = \sigma' + \mu$$

## Fundações e Contenções

### 11) Sondagem à percussão - SPT

**Ensaio de simples reconhecimento SPT (*Standard Penetration Test*):**

- Peso de 65kg cai de uma altura padrão e crava a haste no solo;
- Quantas quedas são necessárias para penetração de 15cm no solo;
- **Nº de golpes** para cravar os **últimos 30cm** é chamado **SPT do solo** ou **N** ou **índice de resistência à penetração**.
  - Quanto maior o SPT, mais resistente é o solo;
  - Quanto maior o SPT, mais compacta é a areia;
  - Quanto maior o SPT, mais consistente é a argila.

Tipo de solo	Índice N	Designação
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	> 19	Dura(o)

**Programação da sondagem:**

- 200 m<sup>2</sup> a 1.200 m<sup>2</sup> → uma para cada 200 m<sup>2</sup>
- 1.200 m<sup>2</sup> a 2.400 m<sup>2</sup> → uma para cada 400 m<sup>2</sup>, que excederem 1.200 m<sup>2</sup>;
- >2.400 m<sup>2</sup>: plano particular da construção;
  - Em qualquer situação, será, **no mínimo**:
  - 200 m<sup>2</sup> → **duas**;
  - 200 m<sup>2</sup> a 400 m<sup>2</sup> → **três**;
  - Não houver disposição em planta → **três**.



## 12) Tipos de Fundações



**FIQUE ATENTO!**

Antes de iniciar, guardem 3 coisas:

$$1 \text{ tf} = 10 \text{ KN}$$

$$1 \text{ Mpa} = 1.000 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{adm} = \frac{P}{A} \text{ tensão admissível é carga sobre área}$$

As fundações se dividem em **rasas** (também chamadas de **diretas** ou **superficiais**) e **profundas** (também chamadas de **indiretas**). Basicamente, a fundação rasa transmite as cargas ao terreno pela **base** e tem **profundidade menor que 2 vezes a menor dimensão**. A fundação profunda transmite as cargas pela **base** (**resistência de ponta**) ou pelo **atrito lateral** (**resistência de fuste**), ou **ambas**. Tem **profundidade superior a 8 vezes sua menor dimensão** em planta **e no mínimo 3 m**.

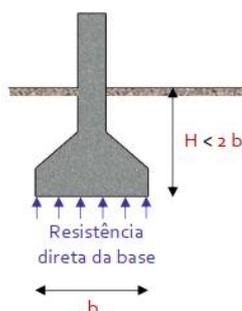
**Atrito negativo:** é o atrito lateral que solicita as estacas ou tubulões quando o **recalque do solo adjacente é maior do que o recalque dos elementos de fundação**. Esse fenômeno ocorre no caso de o solo estar em processo de **adensamento**.

### Fundações rasas:

- Sapata isolada;
- Sapata associada;
- Sapata corrida;
- Bloco;
- Radier;
- Grelha (semelhante ao Radier).

### Fundações rasas:

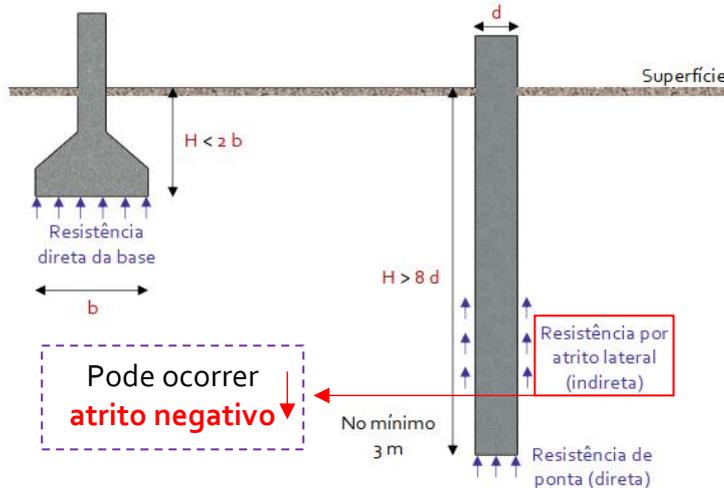
Exemplos: sapata (isolada, associada ou corrida), bloco e radier.



Pode ocorrer **atrito negativo**

### Fundações profundas:

Exemplos: estacas (escavada, broca, hélice contínua, Strauss, Franki, metálicas, de madeira, pré-moldadas de concreto, mega, microestacas, raiz etc.) e tubulões.



**Sapatas:** são feitas de concreto armado, de modo que as **tensões de tração** sejam resistidas pela **armadura**;

**Blocos:** são feitos de concreto simples ou pedras, dimensionado de modo que as **tensões de tração** sejam resistidas pelo **material, sem armadura**;

**Radier:** é como uma "laje", dotada de rigidez para **distribuir mais do que 70% das cargas**;

**Vigas baldrame:** **não** são elementos de fundação. Sua função é transmitir cargas da alvenaria para as fundações;

**Vigas de equilíbrio ou alavanca:** **não** são elementos de fundação. Sua função é transmitir cargas centradas às fundações (muito utilizada em sapatas de divisa).





- Dimensão mínima, em planta, de **sapatas isoladas e blocos: 60 cm;**
- Nas divisas com terrenos vizinhos, salvo apoiado em rocha, **profundidade não pode ser inferior a 1,5 m;**
- Deve haver lastro de concreto não estrutural (concreto magro) de, **no mínimo, 5 cm.**

### Fundações profundas:

**Estaca:** elemento de fundação profunda executado inteiramente por equipamentos. Podem ser executadas "in loco" ou serem pré-moldadas e posteriormente cravadas em obra. Transmitem suas cargas pela ponta e pelo fuste. Podem ser de: madeira, aço, concreto, argamassa, calda de cimento.

**Estaca Hélice contínua:** introdução no terreno, por **rotação**, de um **trado helicoidal**. Após, é feita a injeção de concreto de baixo para cima. A armadura é introduzida após a concretagem. Possui **alta produtividade** e é utilizada quando **não se quer gerar ruídos**.

**Estaca Strauss:** devido à simplicidade, são utilizadas em **espaços confinados** e locais de **difícil acesso**. Executada com perfuração do solo com sonda ou piteira e revestimento total com camisa metálica, realizando-se gradativamente o lançamento e o apiloamento do concreto.

**Estacas Franki:** executada pela cravação, por meio de sucessivos golpes de pilão, de um tubo de ponta fechada e uma bucha seca de brita e areia. Possui base alargada e é armada. Processo **causa muitas vibrações** devido aos golpes do pilão.

**Estacas raiz:** estaca **armada** e preenchida com **argamassa de cimento e areia**, moldada "in loco" executada por **perfuração rotativa** ou **rotopercussiva**, **revestida integralmente**, no trecho em solo, por um conjunto de **tubos metálicos recuperáveis**. Muito utilizada em **reforços de fundações** e em locais de **difícil acesso**, pois seu equipamento é compacto. Além disso, podem ser **executadas** com **inclinação** e possuem **baixo nível de vibrações**.

**Microestacas ou estacas injetadas:** estaca moldada "in loco", **armada**, executada por **perfuração rotativa** ou **rotopercussiva** e injetada com **calda de cimento** por meio de um **tubo** com válvulas (manchete).

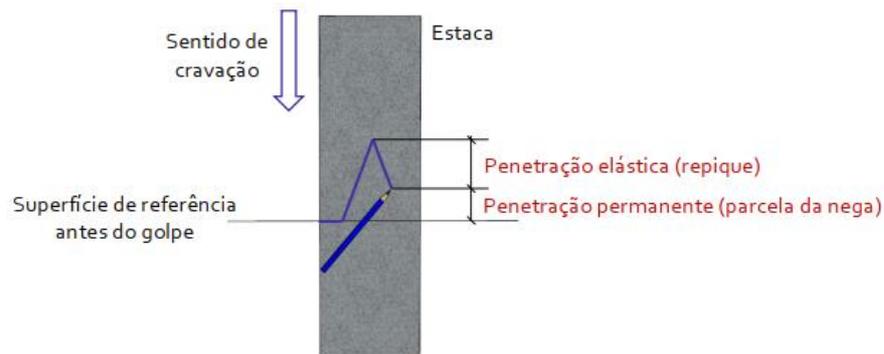
**Brocas:** fundação profunda perfurada com **trado manual**, preenchida com concreto, com comprimento mínimo de 3,0 m, utilizada para **pequenas construções**, com cargas limitadas a 100 kN.

**Estaca escavada:** estaca armada, executada mecanicamente com **trado (estacão - seção circular)** ou **clam-shell (estaca barrete - seção retangular)** com ou sem **fluido estabilizante** (pode ser **lama bentonítica** ou **polímero**). A concretagem é feita de baixo para cima, expulsando o fluido estabilizante, quando for o caso.

**Estaca pré-moldada:** cravação da estaca provoca um deslocamento no solo. Cravação pode ser feita por **percussão** (bate estaca), **prensagem** ou **vibração**. A nega e o repique correspondem a duas importantes medidas realizadas durante a cravação:

- **Nega:** medida da **penetração permanente** de uma estaca, causada pela aplicação de um golpe de martelo ou pilão, sempre **relacionada com a energia de cravação**. É medida para uma série de **10 golpes**.
- **Repique:** corresponde à **parcela elástica da penetração** máxima de uma estaca





**Estaca metálica:** estaca cravada, podendo ser perfis laminados ou soldados. As tensões durante a cravação devem ser limitadas a **90% do limite de escoamento do aço**.

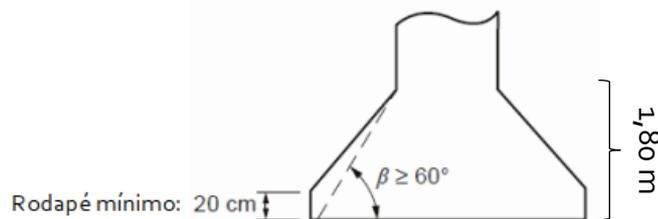
**Estaca pré-moldada de concreto:** estaca constituída de segmentos pré-moldados, introduzidas no terreno por golpes de martelo de gravidade, de explosão, hidráulico ou vibratório. As tensões de compressão durante a cravação devem ser limitadas a **85% da resistência nominal do concreto**.

**Estacas de madeira:** usualmente empregadas em obras provisórias. Se forem obras permanentes, têm que ser protegidas contra ataque de fungos, bactérias, etc. São cravadas com uso de capacete no topo.

**Estacas de reação (mega ou prensada):** estaca de concreto ou metálica introduzida no terreno por meio de **macaco hidráulico** reagindo contra uma estrutura. Muito utilizada em reforços estruturais.

**Tubulão:** elemento de fundação com base alargada manualmente. Transmite sua carga pela ponta.

**Tubulão ao ar livre:** é o tubulão clássico, conforme descrito acima; Sua base tem formato semelhante a um tronco de cone. Deve possuir um **rodapé mínimo de 20 cm de altura, ângulo  $\beta \geq 60^\circ$  e base com altura máxima de 1,8 m**.



**Tubulão a ar comprimido:** tubulão feito com campânulas de ar comprimido para vencer o nível d'água. A base **pode ter altura máxima de 3,0 m**. As demais restrições da base do tubulão a céu aberto se aplicam aqui.

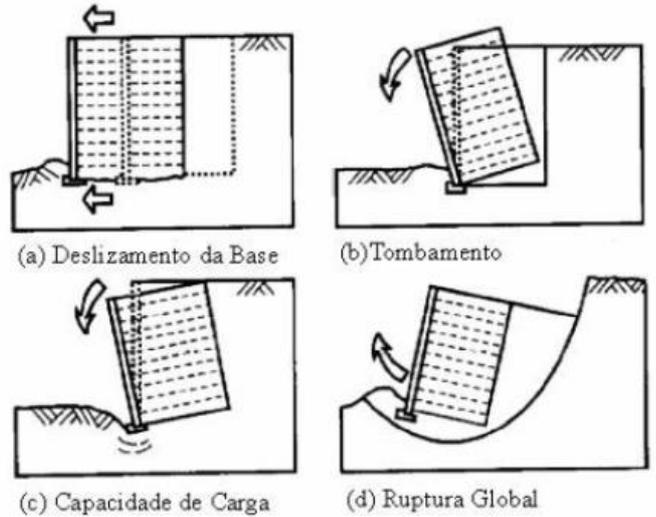
**Bloco de coroamento:** elemento estrutural que distribui as cargas dos pilares para a fundação profunda. É armado. **Não** é elemento de fundação.

### 13) Estruturas de Contenção

**Muro de gravidade:** formam uma estrutura monolítica, cuja estabilidade é garantida através do peso próprio. Podem ser de **concreto simples**, **concreto ciclópico**, **gabiões**, **alvenaria de pedra argamassada** ou de **pedra seca**, **tijolos** ou **elementos especiais**.

**Muro de flexão:** resistem aos esforços por flexão, geralmente utilizando parte do peso próprio do maciço arrimado que se apoia sobre sua base para manter o equilíbrio, sem caracterizar uma estrutura monolítica. Geralmente são de **concreto armado**.

#### Critérios de verificação para estabilidade do muro



Verificação de segurança	Fator de segurança
Deslizamento da base (o menor nº começa pela base)	1,5
Tombamento do muro	2,0
Capacidade de carga da fundação (recalque)	3,0 <sup>1</sup>

Para o muro ser estável, pense sempre que as forças devem estar em equilíbrio. Ou seja:

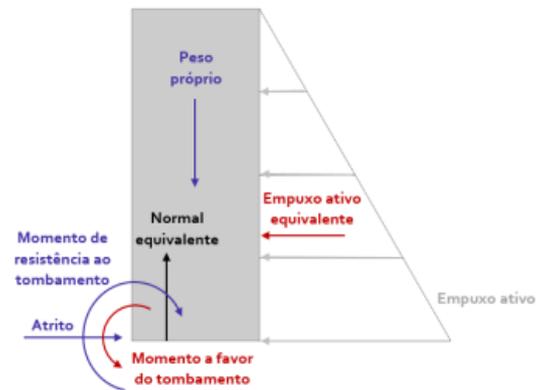
Atrito = Peso próprio (Pp) x Coeficiente de atrito (Ca)

Empuxo ativo = Empuxo (E) x Coeficiente de Segurança (Cs)

$$Pp \times Ca = E \times Cs$$

#### Outras estruturas de contenção:

- Estacas justapostas e Cortinas de contenção;
- Contenção em estacas-prancha;
- Parede Diafragma;
- Cortina atirantada;
- Terra armada;
- Solo grampeado (concreto projetado e grampos); etc.



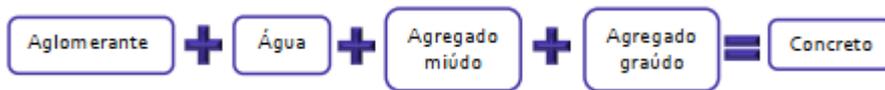
## Concreto

### 14) Materiais de Construção

<sup>1</sup> Alternativamente, podem ser utilizados critérios e fatores de segurança preconizados na NBR 6122.



**Aglomerantes** são materiais pulverulentos cuja principal função é aglutinar os agregados.



### Tipos de aglomerantes:

- Aéreos: endurecem pela reação com o ar (ex.: cal aérea, gesso);
- Hidráulico: endurecem por reações de hidratação (ex.: cal hidráulica, cimento Portland);
- Inerte: não ocorre reações químicas (ex.: argila).

### Produção do Cimento Portland:



Adicionado para **controlar** o tempo de **pega**.  
**Pega** é quando a pasta de concreto começa a endurecer e perde a plasticidade.

### Composição química do Cimento:

**Silicato tricálcico (C<sub>3</sub>S):** Inicia a reação de hidratação em poucas horas; Tem **pega** e **endurecimento rápido**; Desenvolve elevadas resistências iniciais; Libera **grande** quantidade de calor de hidratação.

**Silicato dicálcico (C<sub>2</sub>S):** Inicia a reação de hidratação lentamente após dias; Tem **pega** e **endurecimento lentos**; Desenvolve elevadas resistências a longo prazo; Libera **pouca** quantidade de calor de hidratação.

**Aluminato tricálcico (C<sub>3</sub>A):** Inicia a hidratação em alguns minutos após o amassamento; Tem **pega** e **endurecimento rápido**; Desenvolve pequena resistência inicial; Libera **grande** quantidade de calor;

- Muito sensível à ação agressiva de sulfatos.

**Ferro-aluminato tetracálcico (C<sub>4</sub>AF):** Inicia a hidratação em alguns minutos após o amassamento; Tem **pega** e **endurecimento rápido**; Desenvolve pequena resistência inicial; Libera **pouca** quantidade de calor; Boa resistência ao ataque de águas agressivas.

### Tipos de cimento Portland (nomenclatura CP II 32 = Cimento Portland tipo II 32 MPa):

No Brasil temos 5 tipos básicos (CP I a V) e 3 especiais (CPB, RS, BC):

- **CP I - Cimento Portland Comum:** é o cimento "puro", formado pelo clínquer e gesso;
- **CP II - Cimento Portland Composto:** utilizado em obras comuns, apresenta adição para melhorar trabalhabilidade, diminuir calor de hidratação e/ou aumentar o adensamento do concreto:
  - **CP II - E (escória de alto forno):** confere baixo calor de hidratação e melhora durabilidade;
  - **CP II - F (filler):** melhora trabalhabilidade e adensamento além de baratear o cimento;
  - **CP II - Z (pozolana):** melhorar adensamento e diminuir permeabilidade. Ou seja, melhora a impermeabilidade da pasta.
- **CP III - Cimento Portland Alto-Forno:** apresenta teor de escória granulada de alto-forno. Utilizado em ambientes mais agressivos e em grandes volumes de concreto; Utilizado em condições mais severas do que o CP IV;
- **CP IV - Cimento Portland Pozolânico:** apresenta baixo calor de hidratação o que é adequado para grandes volumes de concretagem ou em ambientes com altas temperaturas. Proporciona menor porosidade;

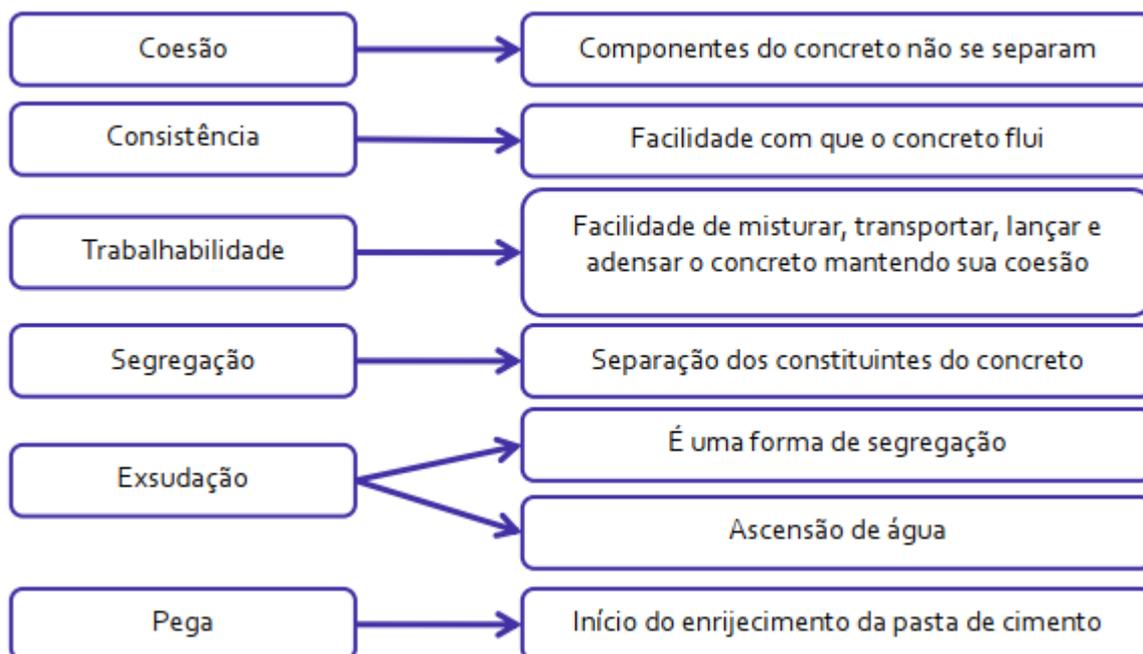


- **CP V ARI - Cimento Portland de Alta Resistência Inicial:** é praticamente um cimento "puro". Adquire resistência mecânica rapidamente;
- **CPB - Cimento Portland Branco:** apresenta ausência de óxidos de ferro e manganês. Utilizado para atender exigências estéticas;
- **RS - Resistente a Sulfatos:** utilizados em ambientes agressivos, como em redes de esgoto e ambientes industriais (ex.: CP II 32 RS);
- **BC - Baixo Calor de Hidratação:** libera menor calor de hidratação, evitando o aparecimento de trincas e fissuras de origem térmica.

**CIMENTOS X CARACTERÍSTICAS**

Propriedade	Comum e Composto	Alto-forno	Pozolânico	Alta Resistência Inicial	Resistente aos Sulfatos	Branco Estrutural	Baixo Calor de Hidratação
Resistência a Compressão	Padrão	Menor nos primeiros dias e maior no final da cura	Menor nos primeiros dias e maior no final da cura	Muito maior nos primeiros dias	Padrão	Padrão	Menor nos primeiros dias e padrão no final da cura
Calor gerado reação do cimento e água	Padrão	Menor	Menor	Maior	Padrão	Maior	Menor
Impermeabilidade	Padrão	Maior	Maior	Padrão	Padrão	Padrão	Padrão
Resistência aos agentes agressivos	Padrão	Maior	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior
Durabilidade	Padrão	Maior	Maior	Padrão	Maior	Padrão	Maior

**15) Propriedades do concreto fresco**



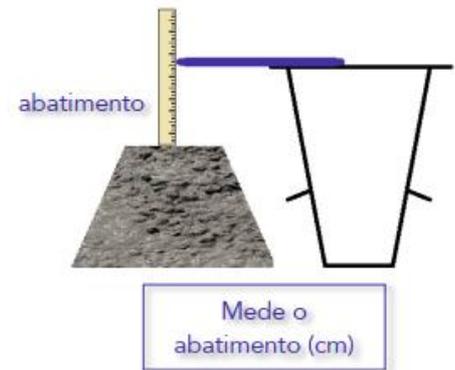
**16) Ensaios**



**Ensaio de abatimento de tronco de cone (*Slump Test*):** Avalia indiretamente a trabalhabilidade do concreto, pois determina a **consistência** do concreto.

Compacta-se o concreto fresco (coleta-se após a saída de 15% de concreto) dentro de um tronco de cone, realizando-se 3 camadas com 10 cm de altura e compactando com 25 golpes cada camada. Após, retira-se o tronco de cone e mede-se o abatimento.

Consistência	Abatimento (cm)
Muito baixa ou seca	0 a 2,0
Baixa ou firme	2,0 a 5,0
Média	5,0 a 12,0
Alta ou mole	12,0 a 18,0
Fluída	18,0 a 25,0



Classe	Abatimento (mm)	Aplicações típicas
S10	$10 \leq A < 50$	Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado
S50	$50 \leq A < 100$	Alguns tipos de pavimentos e elementos de fundação
S100	$100 \leq A < 160$	Elementos estruturais com lançamento convencional do concreto
S160	$160 \leq A < 220$	Elementos estruturais com lançamento bombeável de concreto
S220	$\geq 220$	Elementos estruturais esbeltos ou com alta densidade de armadura

Algumas questões dizem que o *slump test* é obrigatório. Isso não é verdade, pois o que é obrigatório é que sejam realizados ensaios de consistência do concreto, como o *slump test*, o Método do tronco de Abrams ou ensaio de habilidade passante em fluxo livre (Método do anel J).

## 17) Aditivos

### Principais tipos de aditivos:

- **Plastificantes e Superplastificantes:** melhoram a trabalhabilidade do concreto sem precisar adicionar água;
- **Retardadores ou aceleradores de pega:** provocam alterações na velocidade de hidratação;
- **Incorporadores de ar:** incorporam ar durante a mistura e promovem melhor trabalhabilidade. Pode provocar diminuição na resistência mecânica devido ao aumento de vazios do concreto.



Principais aceleradores de pega:

- Trietanolamina
- Formiato de cálcio
- Cloreto de cálcio (**concretos não estruturais**)

## 18) Classes de concreto

### Classes de concreto para fins estruturais:

- Grupo I C20 a C50 →  $f_{ck}$  entre 20 e 50 MPa em 28 dias;
- Grupo II C55 a C100 →  $f_{ck}$  entre 55 e 100 MPa em 28 dias.



A **agressividade do meio ambiente** está relacionada com ações físicas e químicas. A NBR 6.118 traz 4 classes conforme as condições do meio.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura.
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequena
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito Forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingo de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes interno secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviços de apartamentos residências e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).  
<sup>b</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuvas em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.  
<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

A NBR 6.118 traz limitações quanto ao fator a/c e a classe de concreto mínima (CA - concreto armado; CP - concreto protendido) conforme a classe de agressividade do meio ao qual a estrutura está inserida:

Concreto <sup>a</sup>	Tipo <sup>b, c</sup>	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

### 19) Etapas de execução do concreto

#### Dosagem



**Concreto classes C20 ou superior: métodos de dosagem** (laboratorial).

**Concreto classes C10 e C15: método empírico**, consumo mínimo de cimento 300 kg/m<sup>3</sup> (arbitrário).

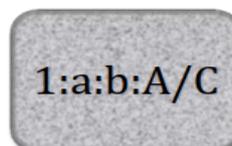
Para calcular a resistência de dosagem, tenha em mente que sempre será a resistência desejada majorada.

$$f_{cmj} = f_{ck} + 1,65 \times S_d$$

$f_{cmj}$  = resistência média à compressão em j dias.

$f_{ck}$  = resistência característica à compressão em j dias.

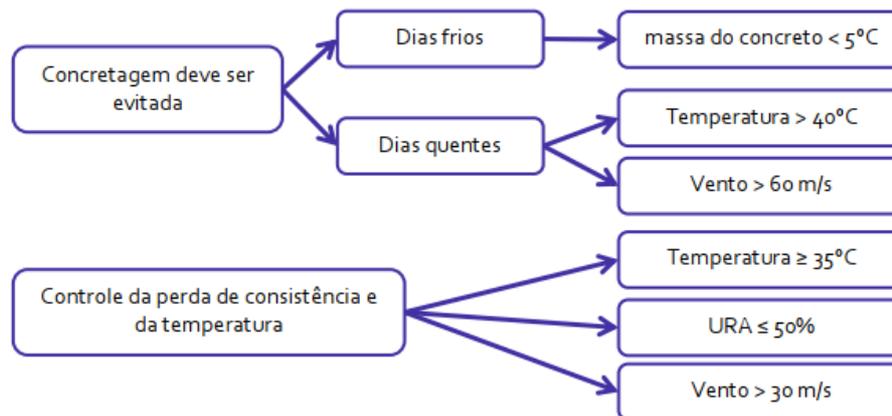
$S_d$  = Desvio padrão



- 1: massa de cimento em relação a massa de cimento:
  - $M_c/M_c=1$
- a: massa de areia em relação a massa de cimento:
  - $M_a/M_c=a$
- b: massa de brita em relação a massa de cimento:
  - $M_b/M_c=b$
- A/C: relação água/cimento:
  - $M_{\text{água}}/M_c$

#### Concretagem





- **Mistura:** mecânica ou manual.
  - Quando o concreto é preparado no próprio canteiro de obras, os **ensaios de consistência** deverão ser realizados **na primeira amassada do dia e toda vez que houver interrupção da concretagem** em um tempo **superior a 2 horas**.
- **Transporte e Lançamento:**
  - Lançamento deve ser realizado em **até 2:30 horas após o contato do cimento com água**;
  - Concreto bombeável, o  $\phi_{\text{interno}}$  do tubo será maior do que **4 vezes** o  $\phi_{\text{máx.}}$  do **agregado**;
  - **Altura máx.<sup>2</sup>** permitida para **lançamento** do concreto: **2 metros**;
  - **Prazo máx.** para **aceitação do concreto** no transporte entre usina e obra: **90 min** (se for caminhão betoneira).
- **Adensamento:**
  - Espessura máx. da camada:
    - **Vibração manual: 20 cm;**
    - **Vibração mecânica: 50 cm.**
  - Vibradores de imersão devem ser colocados na vertical e a espessura da camada de concreto a ser adensada deve ser igual a **3/4 do comprimento da agulha**;
  - Em peças estruturais o mangote deverá penetrar cerca de **10 cm da camada anterior**.
- **Cura:**
  - **Cura úmida:** molhar continuamente a superfície do concreto;
  - **Cura química:** aplicação de produtos químicos.
  - **A retirada da forma só poder ser realizada após o concreto adquirir capacidade de suporte de cargas e não apresentar deformações fora das admissíveis.**

## 20) Patologias do concreto

<sup>2</sup> Se exceder esta altura, devem ser previstos cuidados especiais.





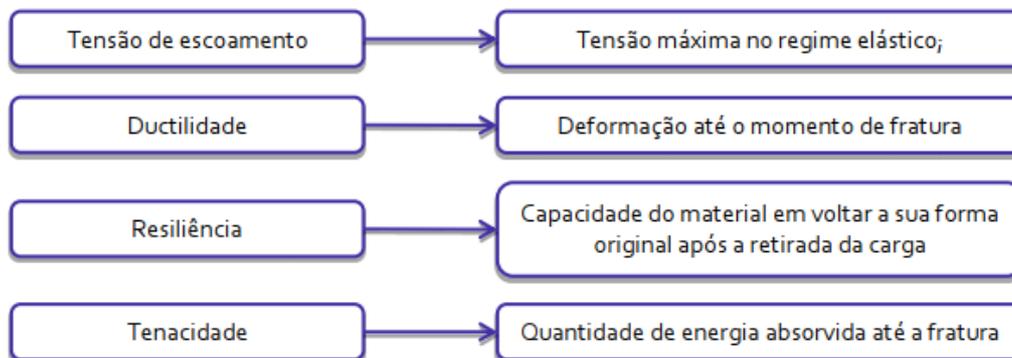
Classe de agressividade ambiental	Limite de abertura de fissura (mm)
I	0,4
II	0,3
III	0,3
IV	0,2

Limite de abertura de fissuras para concreto armado

## 21) Armaduras

A principal função da armadura em uma estrutura de concreto armado é resistir aos esforços de tração, enquanto que o concreto resiste aos esforços de compressão. Os aços são classificados conforme sua **resistência ao escoamento** nas categorias **CA-25 (250 MPa)**, **CA-50 (500 MPa)** e **CA-60 (600 MPa)**. Pode-se adotar **massa específica** de **7.850 kg/m<sup>3</sup>** e **módulo de elasticidade** de **210 GPa**.

O aço é uma liga de ferro-carbono com baixo teor de carbono e possui as seguintes propriedades:

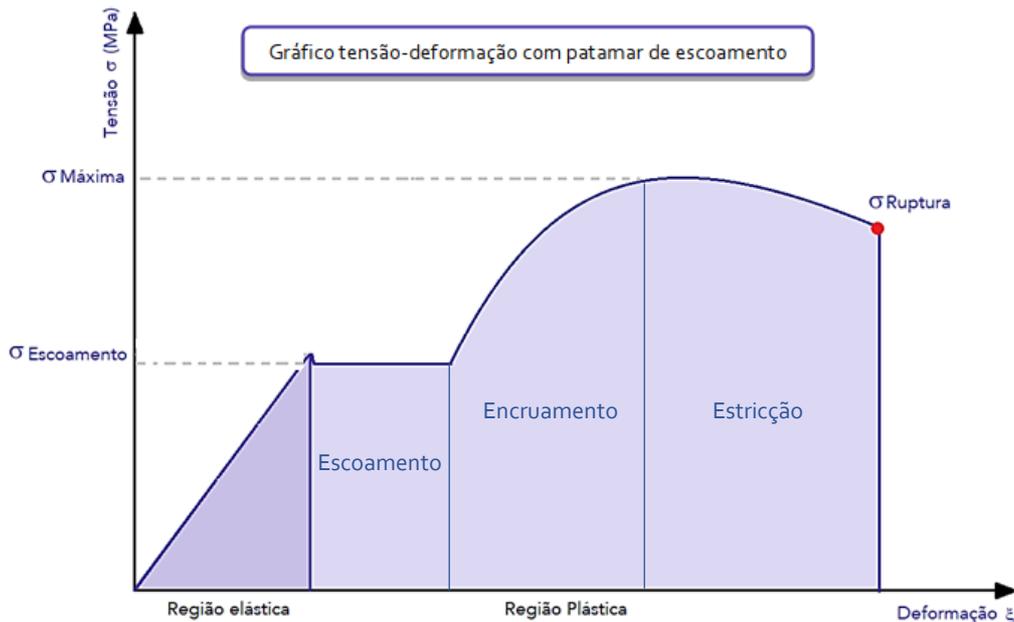


As barras são vergalhões com diâmetro nominal superior a 6,3mm para CA-25 e CA-50. Os fios correspondem ao aço CA-60 com diâmetro nominal inferior a 10mm. CA-50 é dotado de nervuras, CA-60 pode ser liso ou com nervuras e CA-25 é sempre liso.

As barras e fios são fornecidas comercialmente com medida de **12 m** e **tolerância** de **± 1 %**.

A oxidação superficial das barras e fios é admitida, desde que não haja comprometimento de conformação geométrica. Não devem apresentar esfoliação, corrosão, fissuração transversal e redução de seção.





**Escoamento:** região em que há deformação elevada sem que haja aumento da tensão.

**Encruamento:** deformação cresce conforme se aumenta a tensão até atingir um valor limite.

**Estricção:** redução acentuada da seção até gerar ruptura do elemento.

Cobrimentos mínimos conforme classe de agressividade do meio ambiente:

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato como solo <sup>d</sup>	30	30	40	40
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

Os espaçadores utilizados para garantir esse cobrimentos, quando feitos de concreto, devem ter relação **a/c de no máx. 0,5**.

Para realizar a dobra do aço não é permitido usar maçarico, ou seja deve ser dobrado a frio utilizando-se pinos para dobramento com os seguintes diâmetros:

Bitola mm	Tipo de aço		
	CA-25	CA-50	CA-60
< 20	4 φ	5 φ	6 φ
≥ 20	5 φ	8 φ	-

O φ<sub>interno</sub> de curvatura da barra longitudinal dobrada, para resistir à força cortante não pode ser menor:

CA-25 → 10 φ

CA-50 → 15 φ

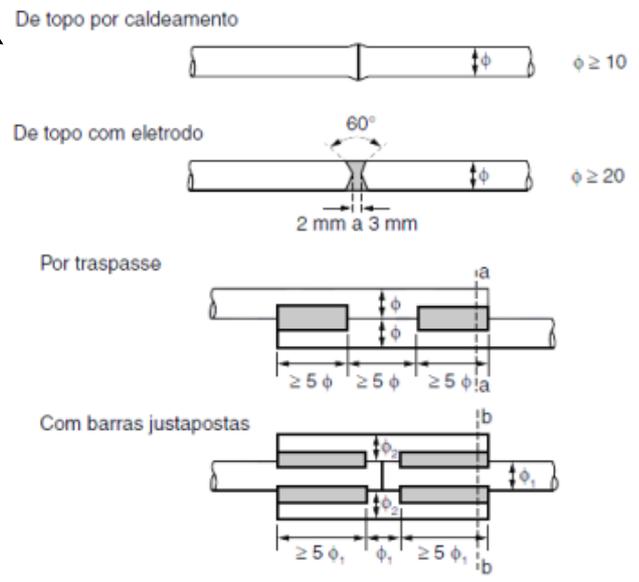
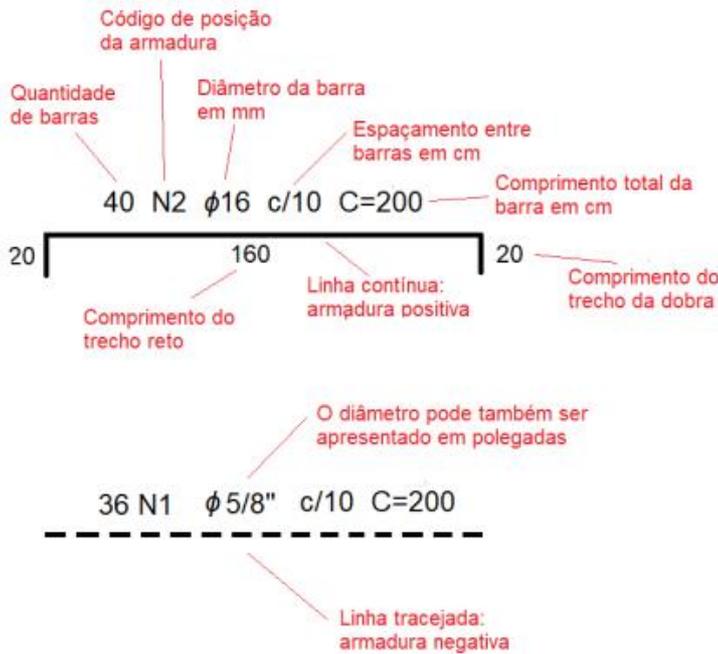
CA-60 → 18 φ

**Emendas:**



- Traspasse (não é permitido para bitolas superiores a 32 mm);
- Luvas;
- Solda (topo por caldeamento, com eletrodo, traspasse com eletrodo, barras justapostas).

**Leitura de projetos de aço**



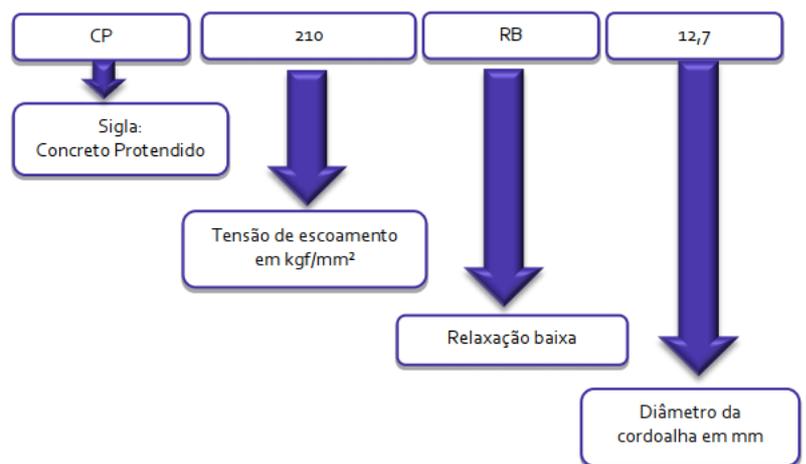
**Concreto Protendido**

Os aços utilizados no concreto protendido são mais resistentes que os utilizados no concreto armado. Possuem **teor de carbono maior** e são utilizados na forma de **cordoalhas**, um conjunto de fios enrolados, classificadas de acordo com o nº de fios e resistência à tração.

Ex.: Cordoalha de 7 fios: CP-210 RB 12,7

Obs: 1 kgf/mm<sup>2</sup> ≈ 10 MPa

**Relaxação** é a perda gradual da resistência mecânica quando um material está em um estado de deformação constante. Por isso, é importante a relaxação do aço ser baixa.

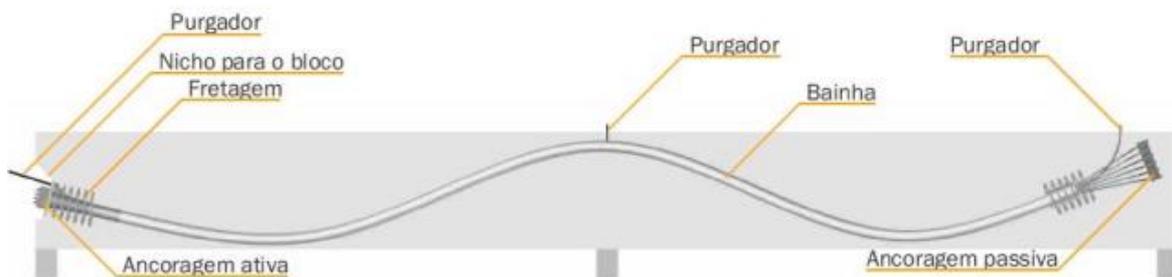


**Tipos de protensão:**

- **Concreto com Armadura Ativa Pré-tracionada (protensão com aderência inicial):** concreto protendido em que o **pré-alongamento** da armadura ativa é feito **utilizando-se apoios independentes** do elemento estrutural, **antes do lançamento do concreto**, sendo a ligação da armadura de protensão com os referidos apoios desfeita após o endurecimento do concreto; a ancoragem no concreto realiza-se só por aderência.



- **Concreto com Armadura Ativa Pós-Tracionada (protensão com aderência posterior):** concreto protendido em que o **pré-alongamento** da armadura ativa é realizado **após o endurecimento do concreto**, sendo utilizadas, como apoios, partes do próprio elemento estrutural, **criando posteriormente aderência com o concreto** de modo permanente, através da injeção das bainhas.
- **Concreto com Armadura Ativa Pós-Tracionada sem Aderência (protensão sem aderência):** concreto protendido em que o **pré-alongamento** da armadura ativa é realizado **após o endurecimento do concreto**, sendo utilizados, como apoios, partes do próprio elemento estrutural, mas não sendo criada aderência com o concreto, ficando a armadura ligada ao concreto apenas em pontos localizados.



## Edificações

### 22) Alvenaria Estrutural

A **alvenaria estrutural** é aquela que **apresenta capacidade de suporte** de solicitações verticais. Em outras palavras, este tipo de alvenaria é utilizado como uma estrutura. A alvenaria estrutural apresenta várias vantagens, como a **eliminação de pilares e vigas**. Após a execução, operações de **reformas** são **difíceis**. Podem ser classificadas em **armadas** e **não armadas**.

A **alvenaria estrutural não armada** é formada por uma **parede com função de suporte**, não havendo armaduras. Esse tipo de alvenaria pode ser utilizado para **obras de até 8 pavimentos**.

A **alvenaria estrutural armada** é um processo construtivo caracterizado por apresentar **cavidades preenchidas** com **graute** envolvendo a **armadura aço**. Esse tipo de estrutura pode ser utilizada para **edificações com até 20 pavimentos**. Note que, o **graute preenche os furos**, solidariza as armaduras e aumenta a resistência mecânica do sistema. No caso de alvenaria armada, a **resistência à compressão** característica do **graute** deverá ser **de pelo menos 15 MPa**.

O **Graute** é um concreto com agregado fino e alta plasticidade. É utilizado para preencher vazios dos blocos em pontos onde se quer aumentar a resistência localizada da alvenaria e também preenchimento das canaletas das vergas e contravergas.

O grauteamento deve ser feito no mínimo após **16 horas** do assentamento das paredes. Os blocos devem ser **molhados antes do lançamento do graute**. As **juntas horizontais** devem ter **espessura de 10 mm +- 3 mm**, exceto as juntas horizontais de primeira fiada, que devem ter de **5 mm a 20 mm**.

**Principais tipos de alvenarias estruturais:**



- Alvenaria de pedra argamassada;
- Alvenaria de tijolos maciços;
- Alvenaria de blocos vazados de concreto;
- Alvenaria de blocos cerâmicos;
- Alvenaria de blocos sílico-calcários.

### 23) Vantagens e desvantagens

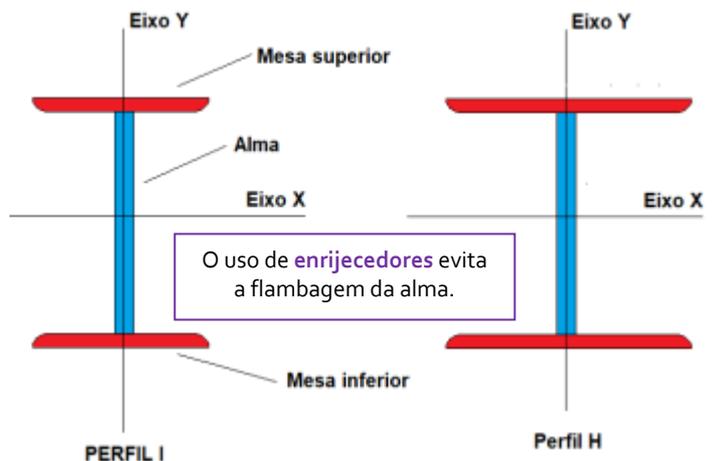
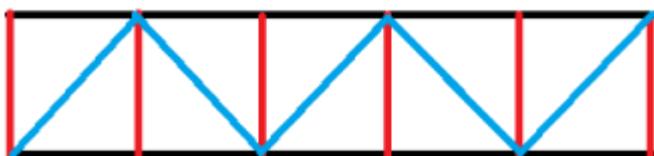


### 24) Elementos estruturais

**Chapas:** são classificadas em grossas e finas.

**Perfil:** os mais comuns possuem seção I ou H.

As treliças são elementos muito comuns nas estruturas metálicas. São compostas pela conexão de barras formando uma estrutura caracterizada pela presença de elementos **diagonais**, **horizontais** e **verticais**. As treliças mais utilizadas são as chamadas **bidimensionais**. Temos também a **espacial (tridimensional)**.



A característica marcante da treliça é o fato de suas barras estarem **tracionadas** ou **comprimidas**, **não existindo momentos nem esforços cortantes**. Muito utilizada para vencer grandes vãos.



### Steel framing

Sistema construtivo que utiliza perfis de aço galvanizado moldados a frio de baixo peso próprio. Utilizado quando se deseja estruturas leves de montagem rápida.

### Contraventamento

O contraventamento é utilizado para estabilizar as estruturas, **evitando deslocamentos laterais**.

### 25) Limite de esbeltez

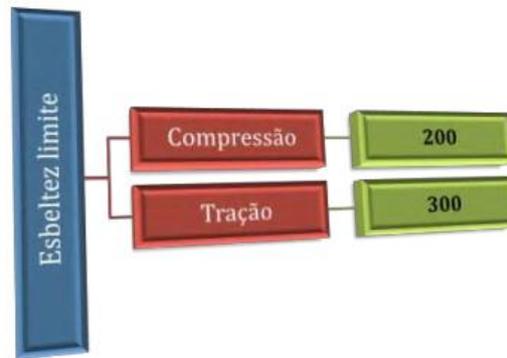
Índice de esbeltez ( $\lambda$ ) de um elemento estrutural é um parâmetro adimensional.

$$\lambda = \frac{L}{r}$$

L = comprimento  
r = raio de giração

$$r = \sqrt{\frac{I}{A_c}}$$

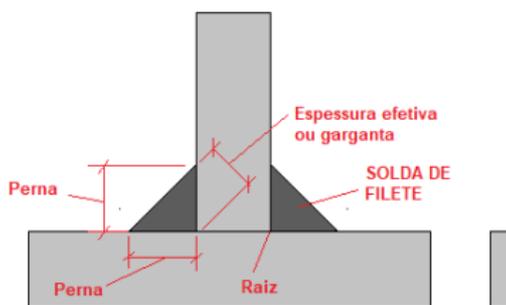
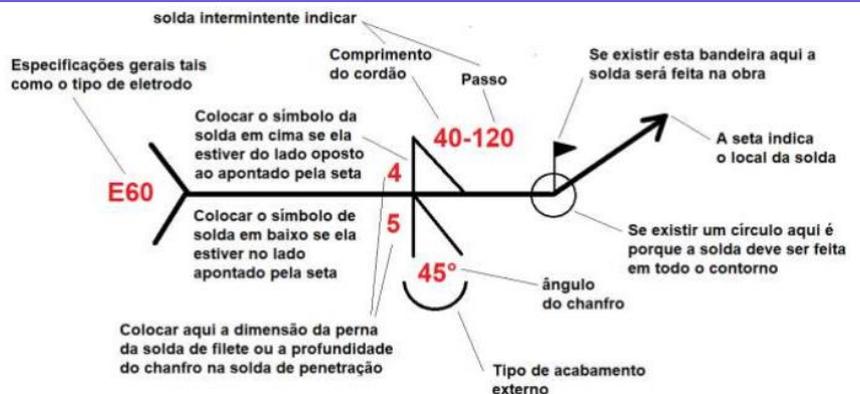
I = momento de inércia  
Ac = área da seção



### 26) Ligações em estruturas metálicas

#### Tipos de ligações:

- Soldadas; [Simbologia das soldas](#)
- Parafusadas;
- Rebites;
- Chumbador (ligação estrutura metálica x fundação).



#### A colocação dos parafusos podem ser executados por 3 processos:

- **Puncionamento:** perfuração por meio da prensagem de um bastão. Só pode ser utilizado quando a espessura do elemento for  $\leq$  ao diâmetro do parafuso acrescido de 3 mm;
- **Perfuração com brocas:** uso de equipamento com broca giratória (furadeira);
- **Maçarico:** furos por meio do aquecimento do local com maçarico.



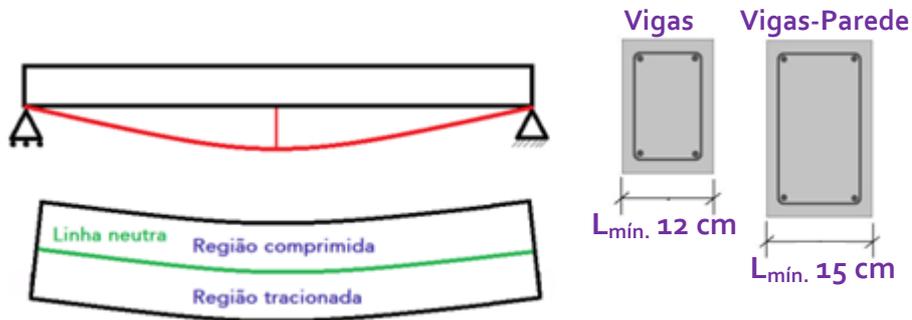
**Limites entre furos:**

- Dist<sub>mín.</sub> entre centro de furos: **2,7 φ parafuso**, mas deve ser de preferência superior a 3 φ parafuso;
- Espaçamento máximo entre furos:
  - Peças sujeitas à corrosão atmosférica, não pintadas: **≤ 14 espessura do elemento ligado menos espesso E menor igual a 180 mm**;
  - Peças pintadas ou não sujeitas a corrosão: **≤ 24 espessura do elemento ligado menos espesso E menor igual a 300 mm**;

**27) Principais elementos estruturais**

**Vigas**

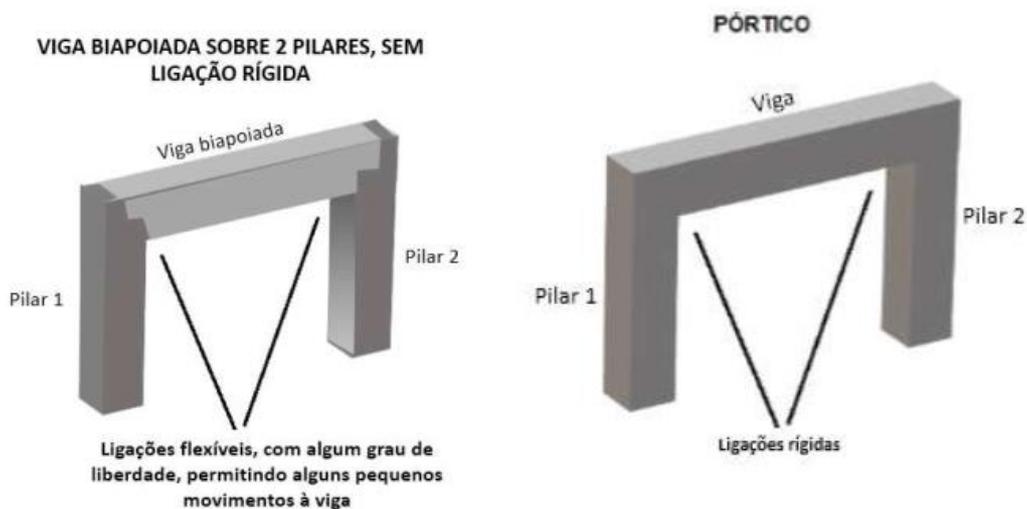
Elemento estrutural que recebe as cargas de lajes, outras vigas, paredes e pilares. Sua função é distribuir essas cargas aos pilares. Predominam **esforços de flexão**.



O concreto resiste aos esforços de compressão da região comprimida, a **armadura longitudinal** resiste aos **esforços de flexão**, os **estribos** (armaduras transversais) resistem **aos esforços cortantes** e a **armadura de pele** (armaduras dispostas nas laterais, conhecidas também como "costelas") tem a função de **reduzir a fissuração por tração** de um elemento de concreto armado. A **armadura de pele é obrigatória** para vigas com altura maior que 60 cm.

**Pórtico**

Elemento estrutural formado pela união de 2 pilares e uma viga, por meio de **ligações rígidas**.



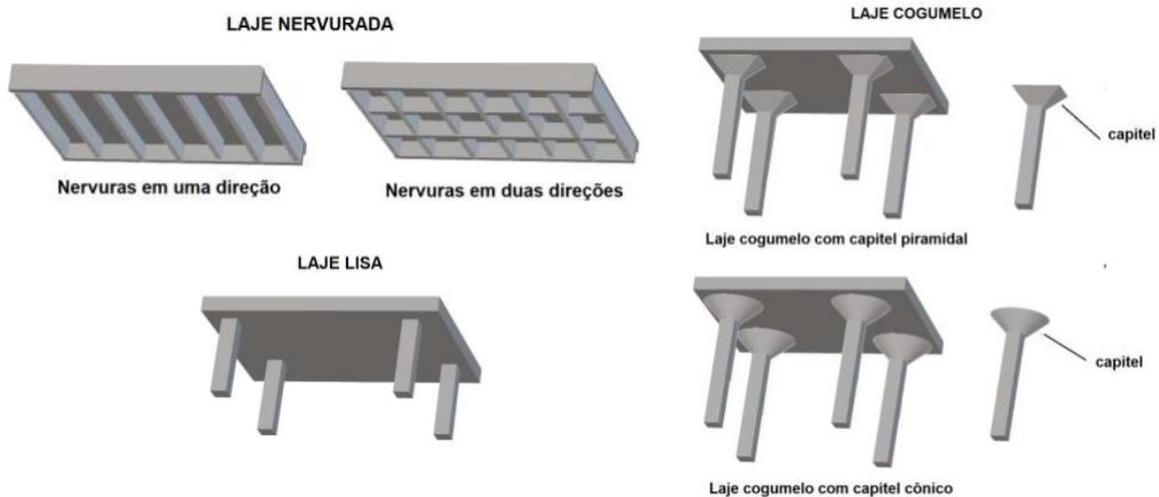
**Lajes**



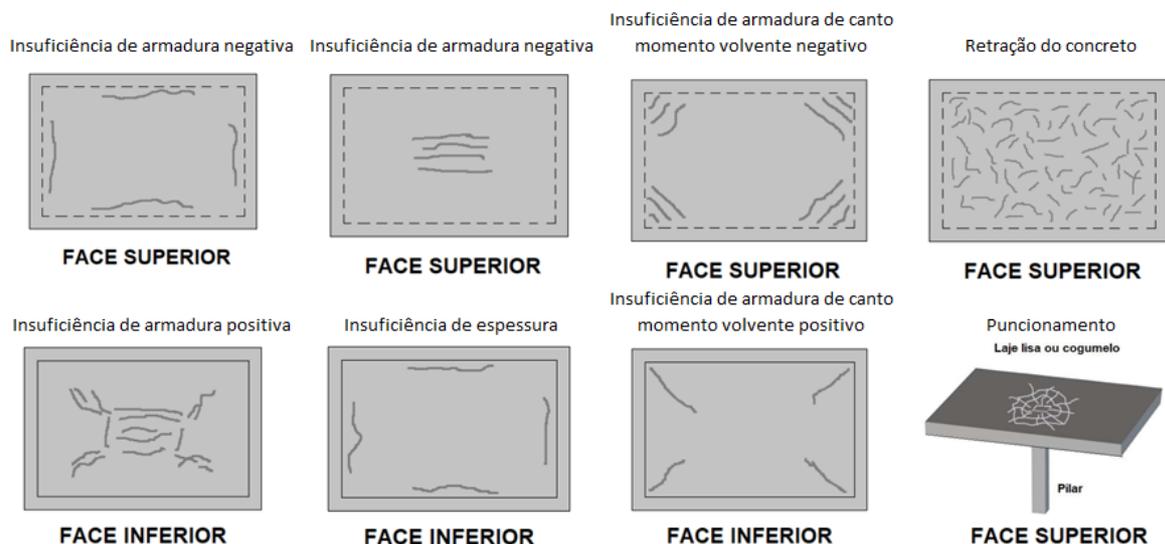
Elemento estrutural no formato de placa, uma dimensão é bem menor do que outra.

**Tipos de lajes:**

- **Lajes maciças:** moldadas "in loco", são formadas por seções de concreto armado maciças. Constituem uma estrutura monolítica e menos suscetível a fissuras;
- **Lajes nervuradas:** moldadas "in loco" e apresentam nervuras pré-moldadas. As regiões de tração ficam localizadas nas nervuras. A ideia para utilização desse tipo de laje foi a de retirar o concreto abaixo da linha neutra (área tracionada), pois nessa região o aço é responsável pelo suporte. São estruturas mais leves.
- **Laje cogumelo:** não apresentam vigas e são apoiadas diretamente sobre os pilares com capitéis. São utilizadas para **vãos de até 12 metros**;
- **Laje lisa:** igual laje cogumelo, porém apoiada sobre pilar sem capitel;
- **Laje alveolar:** são grandes painéis de concreto, geralmente protendidos, que apresentam alvéolos para deixar a peça mais leve. Indicada para vencer grandes vãos ou ganhar produtividade no lançamento das peças.



**Fissuração em lajes:**



Superfície superior	Superfície inferior
Fissuras na borda → Armadura negativa insuficiente	Fissuras na borda → Espessura da laje insuficiente
Fissuras na região central → Espessura da laje insuficiente	Fissuras na região central → Armadura positiva insuficiente
Fissuras no canto perpendiculares a diagonal → Armadura de canto insuficiente (momento volvente negativo)	Fissuras na diagonal → Armadura de canto insuficiente (momento volvente positivo)
Trincas circulares no entorno do pilar → Puncionamento	
Fissuras dispersas → Retração do concreto	

**Limites em lajes:**

Tipo de laje	Espessura da laje (cm)
Laje de cobertura não em balanço	7
Laje de piso não em balanço	8
Lajes em balanço	10
Lajes que suportam veículos de peso total menor ou igual a 30 kN	10
Lajes que suportam veículos de peso total maior do que 30 kN	12
Laje cogumelo	14
Laje lisa	16

**Pilares**

Elemento estrutural que recebe carga das vigas e lajes e as transmite a outros pilares ou para a fundação. Elementos lineares verticais em que as forças **normais de compressão** são preponderantes.

**Limites em pilares:**

- Aseção mín. = 360 cm<sup>2</sup>;
- L<sub>mín.</sub> convencional = 19 cm;
- L<sub>mín.</sub> majorado por coeficiente = 14 cm;
- Índice de esbeltez ( $\lambda$ ):
  - $\lambda < 35$  - curto;
  - $35 < \lambda < 90$  - medianamente esbelto;
  - $90 < \lambda < 140$  - esbelto;
  - $140 < \lambda < 200$  - muito esbelto.

**28) Alvenaria**

A alvenaria é um tipo de sistema construtivo formado por elemento de alvenaria (tijolos, blocos, pedras). Pode ser de vedação ou estrutural. As alvenarias devem apresentar bom desempenho térmico e acústico e serem resistentes à ação do fogo.

**Vergas e Contravergas:**

- As vergas e contravergas são utilizadas para evitar trincas e fissuramento nos cantos das aberturas;
- Apoio mínimo nas laterais recomendado é de 20 cm e altura mínima de 10 cm;
- Recomenda-se a utilização de verga contínua em vãos sucessivos cujas distâncias sejam menores que 60 cm;
- Geralmente, a concretagem é feita com bloco canaleta com armação.

**Encunhamento:**

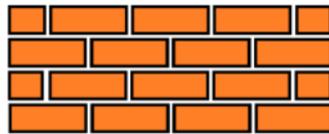
- Consiste no fechamento da alvenaria, fazendo sua fixação com a estrutura;
- **Cunha de concreto pré-fabricado:** recomenda-se espaço entre alvenaria e estrutura de 80 mm;



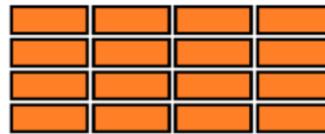
- **Cunha tijolos maciços inclinados:** recomenda-se espaço entre alvenaria e estrutura de 150 mm;
- **Cunha argamassa expansiva:** deve-se deixar abertura para fixação de 2 a 3 cm.

#### Técnicas de execução de alvenaria:

- As paredes devem ser moduladas;
- Nas alvenarias com **juntas a prumo**, é obrigatório a utilização de armaduras longitudinais, situadas na argamassa de assentamento;

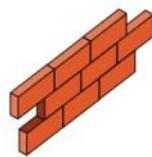


Junta de amarração

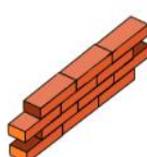


Junta de prumo

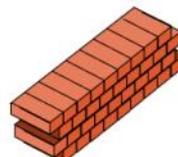
- As juntas de amarração são classificadas também conforme a forma de assentamento:



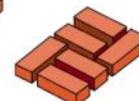
Cutelo



1/2 tijolo



1 tijolo



1 1/2 tijolo

- Espessura da junta horizontal da primeira fiada deverá ser de 1 cm a 3 cm;
- A ligação com pilares pode ser efetuada com o emprego de barras de aço ou telas metálicas;
- Recomenda-se chapiscar a face da estrutura (lajes, vigas e pilares) que fica em contato com a alvenaria;
- Recomenda-se não deixar panos soltos de alvenaria por longos períodos e nem executá-los muito alto de uma só vez;
- As alvenarias apoiadas em alicerces devem ser executadas **no mínimo 24h após a impermeabilização** destes;
- Recomenda-se **molhar** os componentes cerâmicos antes de seu emprego;
- A execução da alvenaria deve ser **iniciada pelos cantos principais** ou pelas ligações com quaisquer outros componentes e elementos da edificação;
- Deve-se utilizar o **escantilhão** como guia nas juntas horizontais;
- O prumo de pedreiro é utilizado para o alinhamento vertical da alvenaria;
- O nível deverá ser analisado regularmente, em cada 3 ou 4 fiadas horizontais.

#### Materiais para alvenaria:

- Alvenaria de bloco de concreto, bloco silicocalcário, bloco de concreto celular, bloco de vidro, de pedra;
- Divisórias de granilite, divisórias em tela metálica;
- Gesso acartonado (*dry-wall*);

## 29) Revestimentos e Pintura

#### Tipos de juntas dos revestimentos cerâmicos:

- **Assentamento:** potencial de movimentação muito baixo;
- **Movimentação:** potencial de movimentação baixo a muito alto;



- **Estrutural:** potencial de movimentação alto a muito alto.

### Prescrições da NBR 13749/2013:

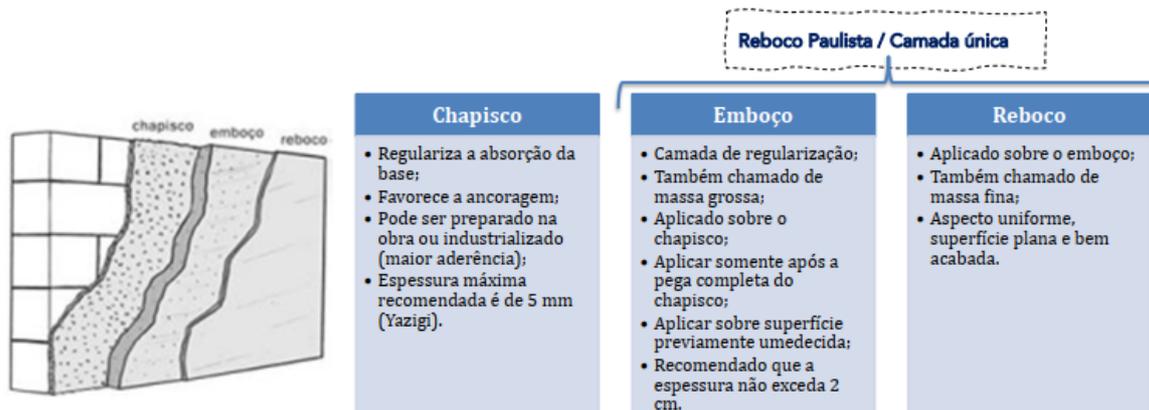
#### Espessuras admissíveis de argamassa

Revestimentos	Espessura (mm)
Paredes internas	Entre 5 e 20
Paredes externas	Entre 20 e 30
Tetos	Menores que 20

- **Prumo:** o desvio do prumo de revestimento de argamassa sobre **paredes internas** não pode exceder  $H/900$ , sendo H a altura da parede em metros.

### Camadas do revestimento:

- **Chapisco:** **espessura máxima 5 mm;**
- **Emboço:** **espessura máxima 2 cm;**
- **Reboco:** massa fina, camada de acabamento;
- **Reboco paulista:** aplicado em camada única.



### Camadas da pintura:

As tintas podem ser produtos líquidos, pastosos ou pó. O veículo (resina) é o responsável pela formação da película sólida. Os pigmentos são partículas sólidas, muito pequenas, insolúveis e que são utilizadas para dar cor. O verniz é um tipo de tinta sem pigmento, assim, ele deixa a superfície transparente.

### Em paredes com reboco devem ser aplicadas as seguintes demãos:

- **Selador:** tem objetivo de reduzir e uniformizar a absorção excessiva da superfície;
- **Massa de nivelamento (massa corrida / acrílica):** para fechar fissuras e pequenos buracos, mudar as condições da superfície, alisando-a ou dando-lhe uma textura especial;
- **Tinta de acabamento:** função de acabamento da pintura.

### Tipos de tintas:



Tipo de tinta	Característica
<b>Antiderrapante</b>	Impedir a derrapagem
<b>Anti-incrustante</b>	Impede ou diminuem da aderência de organismos marinhos
<b>Bicomponente</b>	Formada por dois componentes (resina e agente de cura). Esses componentes devem ser misturados para que aconteça a polimerização
<b>Tinta de acabamento</b>	Oferecer propriedades de cor e/ou resistência ao meio corrosivo
<b>Alta espessura</b>	Capaz de ser aplicada alta espessura por demão
<b>Fundo (primer)</b>	Propriedades anticorrosivas e aplicada diretamente sobre a superfície da base.
<b>Fluorescente</b>	Emite luz quando é incidido feixe luminoso. Esta emissão não continua após a retirada do feixe luminoso.
<b>Fosforescente</b>	Emite luz quando é incidido feixe luminoso. Esta emissão continua após a retirada do feixe luminoso.
<b>Proteção temporária</b>	A tinta de proteção temporária é aplicada após o jateamento abrasivo em chapas, peças ou equipamentos antes da montagem, podendo ou não fazer parte do esquema de pintura definitivo
<b>Indicadora de temperatura</b>	Altera a cor original com uma determinada temperatura.
<b>Intermediária</b>	Aplicada entre as tintas de fundo e acabamento
<b>Retrorefletiva</b>	Maior poder de reflexão de luz.

Tipos de tinta	Características	Indicação
Látex (PVA)	Copolímeros de PVA emulsionados em água	<b>Alvenaria:</b> interiores
Acrílicas	À base de água Excelente lavabilidade, cobertura e resistência às chuvas	<b>Alvenaria:</b> exteriores e interiores
Esmaltes	Resinas alquídicas À base de solventes Resistência às intempéries	Superfícies internas e externas de <b>madeiras e metais</b>
À óleo	Resinas alquídicas À base de solventes Resistência às intempéries	Boa aderência em vários tipos de superfícies, sendo bem utilizada em metais e madeiras
A base de Cal (Caição)	Econômica Boa resistência às intempéries	Ambientes internos com pouca ventilação, como banheiros, cozinhas e garagens Meio fio, muros, calçadas e postes
A base de Epóxi	Alta resistência a abrasão e a agentes químicos	Ambientes quimicamente agressivos
Hidrofugante	Repele a água	Estruturas de concreto em ambientes agressivos

### Defeitos em pinturas:



Defeitos	Descrição	Possíveis Causas	Solução
Eflorescência	Aspereza e depósito de sais brancos que provocam manchas na superfície.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de preparação da superfície;</li> <li>Excesso de umidade;</li> <li>Vapor em cozinhas, banheiros e áreas de serviço.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminar a umidade com selante, por exemplo.</li> <li>Remover as manchas com escova.</li> </ul>
Enrugamento	Formação de rugas e ondulações sobre a superfície.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Camada de tinta muito espessa;</li> <li>Aplicação da tinta em condições extremas de calor ou frio;</li> <li>Aplicação da tinta sem que o selador esteja totalmente seco;</li> <li>Superfície suja ou engordurada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raspar ou lixar a superfície para remover o enrugamento.</li> </ul>
Bolhas	Perda localizada da adesão e levantamento do filme da superfície.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Superfície úmida ou molhada;</li> <li>Infiltração de umidade;</li> <li>Exposição à umidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remoção das bolhas raspando e lixando a superfície.</li> <li>Eliminar a fonte de umidade e aplicar selador.</li> </ul>
Bolor	Manchas ou pontos pretos, acinzentados ou amarronzados sobre a superfície.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas úmidas ou com pouca insolação (banheiros, cozinhas ou lavanderias).</li> <li>Selagem inadequada da superfície de madeira antes da aplicação da tinta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remover o bolor com solução de alvejante e água.</li> </ul>
Descamação / Destacamento	Ruptura na pintura. Inicia como uma fissura e em seguida ocorre a descamação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diluição exagerada da tinta;</li> <li>Preparação inadequada da superfície (falta de selador);</li> <li>Excessiva fragilização da tinta envelhecida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remover os fragmentos de tinta com raspadeira ou escova de aço e lixar a superfície. Rupturas profundas devem ser tratadas com massa corrida.</li> </ul>

### 30) Impermeabilização

A impermeabilização é realizada para proteger os outros sistemas da edificação contra a ação da umidade e de agentes agressivos. São classificadas em **rígidas** e **flexíveis**.

#### Impermeabilização flexível:

- Moldada no local (membranas)
  - Emulsões asfálticas
- Pré-fabricadas (mantas)

#### Impermeabilização rígida:

- Argamassa polimérica;
- Argamassa impermeável (aditivos hidrófugos);
- Resina epóxi;
- Concreto impermeável.

#### Quanto ao tipo de material empregado:

- Cimentícia:** argamassa com aditivo impermeabilizante, argamassa polimérica;
- Asfáltica:** membrana de asfalto modificado sem polímero, membrana de asfalto elastomérico, membrana de emulsão asfáltica e manta asfáltica;
- Poliméricos:** membrana de poliuretano, membrana de poliuréia, membrana acrílica, manta PEAD, manta EPDM, etc.

#### Camadas do sistema de impermeabilização:



**Camada de amortecimento:** absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes sobre a camada impermeável.

**Camada de berço:** apoio e proteção da camada impermeável contra agressões provenientes do substrato.

**Camada de imprimação:** favorecer a aderência da camada impermeável, aplicado ao substrato a ser impermeabilizado.

**Camada de proteção mecânica:** absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes por sobre a camada impermeável. Pode ser: argamassa, concreto, geotêxtil, metal, solo ou agregado.

**Camada de proteção térmica:** reduzir o gradiente de temperatura atuante sobre a camada impermeável.

**Camada de regularização horizontal ou contrapiso:** regularizar o substrato e fornecer a ele um certo caimento ou declividade.

**Camada de regularização vertical:** regularizar o substrato, proporcionando uma superfície uniforme.

**Camada drenante:** facilitar o escoamento de fluidos.

**Camada impermeável:** prover uma barreira contra a passagem de fluidos.

**Camada separadora:** evitar a aderência de outros materiais sobre a camada impermeável.

#### Detalhes construtivos importantes:

- A inclinação do substrato das áreas horizontais deve ser definida após estudos de escoamento, sendo no **mínimo de 1%** em direção aos coletores de água. **Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0,5%;**
- Os coletores devem ter diâmetro (D) que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos após a execução da impermeabilização, sendo o **D<sub>mín.</sub> 75 mm**. **Os coletores devem ser rigidamente fixados à estrutura.**
- Deve ser previsto nos planos verticais encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma **altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir;**
- Nos locais limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas, deve haver diferença de cota de no mínimo 6 cm e ser prevista a execução de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, para a perfeita ancoragem da impermeabilização, com declividade para a área externa.
- As tubulações hidráulica, elétrica, de gás e outras que passam paralelamente sobre a laje devem ser executadas **sobre a impermeabilização e nunca sob ela**. Estas tubulações, quando aparentes, devem ser executadas no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado, depois de terminada a impermeabilização e seus complementos.
- As proteções mecânicas, bem como os pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidos com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;
- A parte superior do ralo terá de facear a superfície de regularização do piso e nunca facear o piso acabado. A camada impermeabilizante aplicada sobre a regularização deverá penetrar alguns centímetros no ralo. O **Manual de impermeabilização da VEDACIT** recomenda que a manta penetre **10 cm no ralo**.

## 31) Pisos



**Tipos de pisos:**

- **Pisos cimentados/pisos acabados em concreto:** São superfícies, especialmente preparadas, destinadas a dar acabamento final a pisos ou servir de base para assentamento de revestimentos como carpete, piso laminado e outras;
- **Porcelanato:** piso cerâmico não vidrado composto por pigmentos misturados à argila durante o processo de prensagem. Quando queimados, os ladrilhos apresentam aspecto de pedra natural, em que camadas de pigmentação permeiam a base de argila;
- **Ladrilhos hidráulicos:** são fabricados com cimento e areia, isentos de cal, prensados, perfeitamente planos, com arestas vivas, cores firmes e uniformes, desempenados e isentos de umidade. Apresentam acabamento liso, para uso em área coberta, e com relevo, para áreas descobertas. São resistentes ao desgaste à abrasão;
- **Granilite:** chamado de marmorite, trata-se de piso rígido e geralmente polido, com juntas de dilatação, moldado "in loco", à base de cimento com agregado de mármore triturado e areia.

**Informações importantes sobre pisos:**

Juntas de movimentação	
Interiores	Exteriores <sup>3</sup>
A piso $\geq 32 \text{ m}^2$ ou uma das dimensões do piso for $> 8 \text{ m}$	A piso $\geq 20 \text{ m}^2$ ou uma das dimensões do piso for $> 4 \text{ m}$

- Em ambientes fechados recomenda-se rodapé com altura mínima de 7 cm;
- Deve ser aplicada camada de separação sempre que a base estiver sujeita a deflexões próximas aos limites estabelecidos na NBR 6118.

**Prazo para assentamento de placas cerâmicas (quando não há cura):**

- 28 dias após a concretagem da base; ou
- 14 dias após a execução do contrapiso.

**32) Coberturas e Esquadrias****Tipo de janelas (saiba diferenciá-las):**

- Janela de folha fixa;
- Janela de giro, de eixo vertical;
- Janela projetante
- Janela de tombar
- Janela pivotante;
- Janela basculante: **permitida exclusivamente ao uso interno;**
- Janela de correr;
- Janela guilhotina;
- Janela projetante-deslizante (maxim-air);
- Janela sanfona (camarão).

**Critérios de desempenho das esquadrias:**

<sup>3</sup> Ou pisos expostos diretamente à insolação e/ou umidade



- Desempenho quando ao uso de portas;
- Estanqueidade;
- Resistência às cargas uniformemente distribuídas;
- Resistência às operações de manuseio;
- Durabilidade das esquadrias de aço;
- Durabilidade das esquadrias de alumínio.

#### Componentes das portas:

- Folha;
- Marco, Batente ou Aduela;
- Guarnição ou alisar (parte superior do batente).

#### Componentes das coberturas:

- No encontro entre 2 águas, temos:
  - **Cumeeira:** aresta horizontal delimitada pelo encontro entre 2 águas, geralmente localizada na parte mais alta do telhado;
  - **Rincão:** aresta inclinada delimitada pelo encontro entre duas águas que formam um ângulo **reentrante**, sendo conseqüentemente um **captor de águas**;
  - **Espigão:** aresta inclinada delimitada pelo encontro entre duas águas que formam um ângulo **saliente**, sendo conseqüentemente um **divisor de águas**;

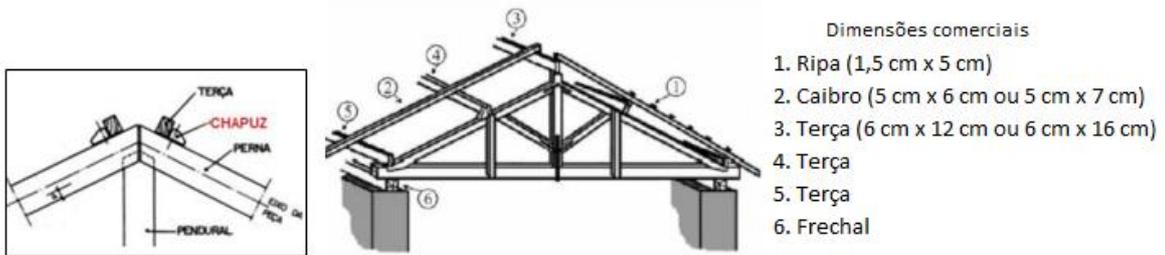


- Componentes da estrutura:

Trama

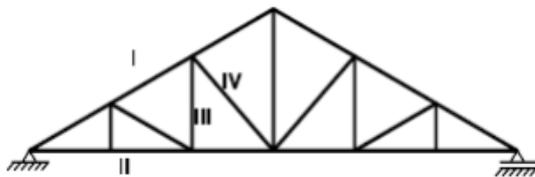
- **Ripas:** peças de madeira cuja seção transversal apresenta largura normalmente maior do que a altura. Fica apoiada sobre os caibros e apoia as telhas diretamente;
- **Caibros:** peças de seção aproximadamente quadrada que apoiam as ripas e são apoiadas sobre as terças;
- **Terças:** são vigas de madeira, solicitadas à flexão oblíqua, apoiadas sobre paredes ou sobre a estrutura principal da cobertura, com finalidade de apoiar os caibros, quando existirem, ou para apoiar as telhas;
- **Frechal:** viga de madeira colocada no respaldo da parede com a função de distribuir as cargas concentradas provenientes das tesouras;
- **Sambladura:** junção entre 2 peças de madeira;
- **Chapuz:** calço de madeira de forma triangular para apoio lateral da terça;
- **Rufos:** peça complementar de arremate entre o telhado e uma parede.





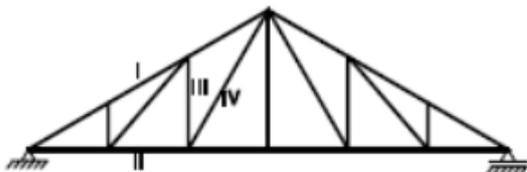
**Tipos de tesouras:**

As tesouras são treliças de banzos inclinados. A tesoura tipo *Howe* é a mais empregada no Brasil e pode vencer vãos de até 18 metros.



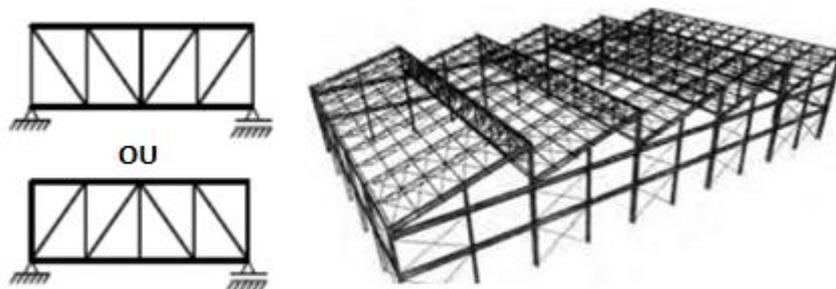
- I. Banzo superior ou empena - predominantemente comprimido
- II. Banzo inferior ou tirante - predominantemente tracionado;
- III. Montante ou pendural - predominantemente tracionado;
- IV. Diagonal ou escora - predominantemente comprimida.

A treliça tipo *Pratt*, também chamada de diagonais invertidas (diagonais tracionadas e não comprimidas), possuem direção contrária à treliça tipo *Howe*. A tesoura tipo *Pratt* costuma vencer vãos grandes.



- I. Banzo superior ou empena - predominantemente comprimido
- II. Banzo inferior ou tirante - predominantemente tracionado;
- III. Montante ou pendural - predominantemente comprimida;
- IV. Diagonal ou escora - predominantemente tracionada.

As treliças de contorno retangular (vigas treliçadas), possuem banzos paralelos e são muito utilizadas em telhados tipo *Shed* em galpões, pois podem ser utilizadas com objetivos de iluminação e ventilação.



**33) Instalações Elétricas**

**Seções mínimas dos condutores:**

Condutores fase isolados			Condutores fases nus	
Circuito de iluminação	Circuito de força	Circuito de sinalização e controle	Circuito de força	Circuito de sinalização e controle
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobre = 1,5 mm<sup>2</sup></li> <li>• Alumínio = 16 mm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobre = 2,5 mm<sup>2</sup></li> <li>• Alumínio = 16 mm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobre = 0,5 mm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobre = 10 mm<sup>2</sup></li> <li>• Alumínio = 16 mm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 mm<sup>2</sup></li> </ul>

Nos casos de circuito de sinalização e controle isolados →  $A_{seção\ mín.} = 0,1\ mm^2$ .

Além das seções mínimas, a o dimensionamento do condutor deverá atender:

- **Capacidade de condução de corrente** dos condutores deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito, incluindo as componentes harmônicas, afetada dos fatores de correção aplicáveis;



- Proteção contra **sobrecargas**, proteção contra **curtos-circuitos** e **solicitações térmicas**, proteção contra **choques elétricos** por seccionamento automático da alimentação em esquemas TN e IT;
- Limites de **queda de tensão**;
- **Em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%.**

### Eletrodutos:

#### Pontos importantes:

- As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após a montagem, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto:
  - A **taxa de ocupação** do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:
    - ✓ 53% no caso de um condutor;
    - ✓ 31% no caso de dois condutores;
    - ✓ 40% no caso de três condutores.
- Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder **15 m de comprimento para linhas internas às edificações e 30 m para as linhas em áreas externas às edificações**, se os trechos forem **retilíneos** (se os trechos incluírem curvas, devem ser reduzidos 3 m para cada curva de 90°);
- **Não poderão** ser empregadas **curvas com deflexão maior que 90°**;
- Em cada trecho de tubulação delimitado, de um lado e de outro, por caixa ou extremidade de linha, qualquer que seja a combinação, podem ser instaladas **no máximo 3 curvas de 90° ou seu equivalente até no máximo 270°**;



- Trechos embutidos ou expostos, **não poderão** ser empregados eletrodutos com **diâmetro nominal < que 15 mm (1/2")**.
- Quando **embutidos em lajes**, somente deverão ser utilizados **eletrodutos rígidos** e com **até Ø 25mm (1")**.
- Eletrodutos flexíveis **somente** serão usados **embutidos em paredes**, sendo **vedado** o seu emprego com **emendas**.
- **Curvas** nos eletrodutos flexíveis **não poderão** ter **raio < que 12 vezes o seu diâmetro**.

### Previsão de carga de locais de habitação:

- Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo **600 VA por ponto de tomada, até 3 pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes**, considerando-se cada um desses ambientes separadamente.
  - Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a 6 pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de **no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até 2 pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes**, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;
- Nos demais cômodos ou dependências, no mínimo **100 VA por ponto de tomada**.



### Iluminação

- Em regra, em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor.
- Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a  $6 \text{ m}^2$ , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA.
- Em cômodo ou dependências com área superior a  $6 \text{ m}^2$ , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros  $6 \text{ m}^2$ , acrescida de 60 VA para cada aumento de  $4 \text{ m}^2$  inteiros.

### Pontos de Tomada

- Em banheiros deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada próximo ao lavatório.
- Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos.
- Em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada.
- Em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.
- Nos demais cômodos e dependências, deve ser previsto:
  - um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a  $2,25 \text{ m}^2$ . Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;
  - um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a  $2,25 \text{ m}^2$  e igual ou inferior a  $6 \text{ m}^2$ ;
  - um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a  $6 \text{ m}^2$ , devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

### Aterramento e condutores de proteção:

Toda edificação deve dispor de aterramento. Pode ser obtido através:

- Das próprias armaduras das fundações;
- Fitas, barras ou cabos metálicos imersos no concreto das fundações (normalmente: aço ou cobre);
- Malha metálica enterrada;
- No mínimo, uso de anel metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação e complementado, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente;
- **É vedada** a utilização de tubos metálicos condutores de água como aterramento;
- **Um condutor de proteção pode ser comum a 2 ou mais circuitos;**
- A seção de qualquer condutor de proteção que não faça parte do mesmo cabo ou não esteja contido no mesmo conduto fechado que os condutores fase, não deverá ser inferior a:
  - Se for provida proteção contra danos mecânicos:
    - ✓  $2,5 \text{ mm}^2$  em cobre;
    - ✓  $16 \text{ mm}^2$  em alumínio.
  - Se **não** for provida proteção contra danos mecânicos:
    - ✓  $4 \text{ mm}^2$  em cobre;
    - ✓  $16 \text{ mm}^2$  em alumínio.



**Sistemas de aterramento de um condutor:**

- **Esquema TN:** possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção.
- **Esquema TT:** possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodo(s) de aterramento eletricamente distinto(s) do eletrodo de aterramento da alimentação.
- **Esquema IT:** todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de impedância.

**Simbologia:**

	Condutor fase no interior de eletroduto		Interruptor paralelo ou <i>three-way</i>
	Condutor neutro no interior de eletroduto		Interruptor intermediário ou <i>four-way</i>
	Condutor retorno no interior de eletroduto		Tomada de luz na parede, baixo
	Quadro parcial de luz e força aparente		Tomada de luz na parede a meio altura
	Quadro geral de luz e força embutido		Tomada de luz na parede, alta
	Interruptor de uma seção		
	Interruptor de duas seções		
	Interruptor de três seções		

**Dispositivos de proteção:**

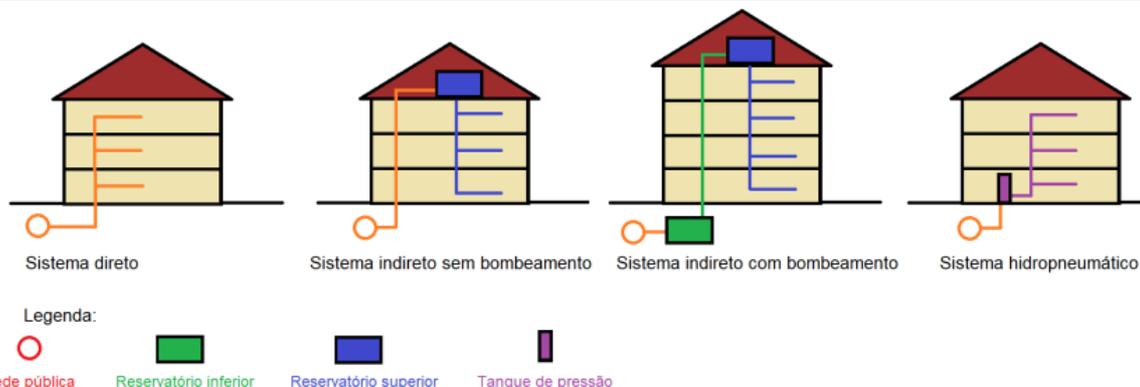
**Disjuntor Termomagnético (DT):** tem como função proteger as instalações contra **sobrecargas** de corrente **ou curto-circuito**. A proteção contra sobrecargas de corrente é realizada por meio de efeito térmico e a proteção contra curto-circuito, por efeito magnético.

**Dispositivo Diferencial Residual (DR):** designação geral de dispositivos que protegem pessoas contra **choques elétricos**, desligando o circuito ao detectar **correntes de fuga**. O DR pode ser **Disjuntor Diferencial Residual**, **Interruptor Diferencial Residual**, **Tomada Diferencial Residual**.

**Dispositivo de Proteção contra Surto (DPS):** sua função é impedir que **descargas atmosféricas afetem** a instalação predial, a edificação e as pessoas.

**34) Instalações Hidrossanitárias**

**Sistemas de distribuição:**



**Partes de uma instalação predial de água fria:**



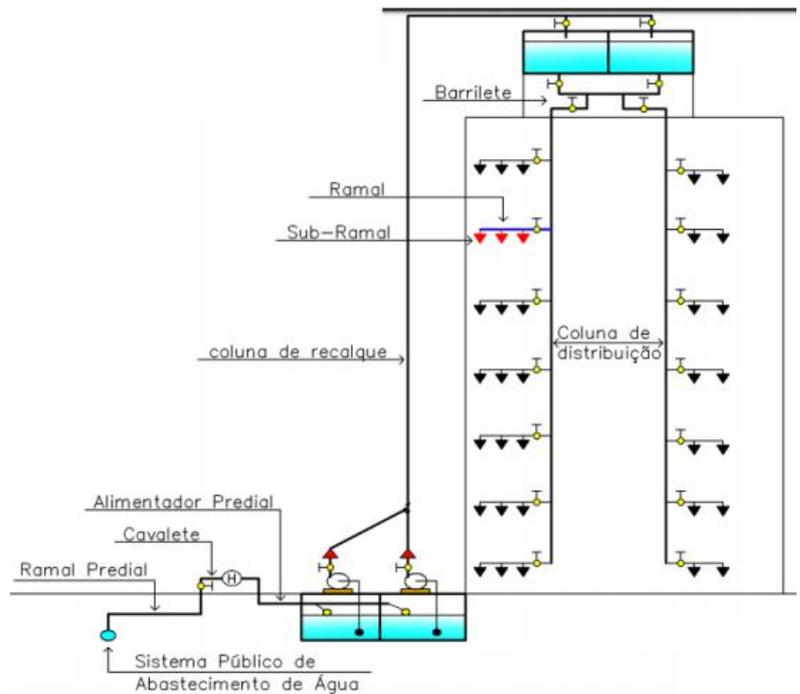
**Alimentador predial** pode ser aparente, enterrado, embutido ou encoberto. Caso enterrado, deve manter **distância mínima horizontal de 3 m** de qualquer fonte potencialmente poluidora.

O volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para **24 h** de consumo normal, sem considerar o volume de água para combate a incêndio.

Deve-se evitar **reservatório de água potável** apoiado no solo ou enterrado. Caso não seja possível, o reservatório deve ser executado dentro de compartimento próprio e possuir **paredes e laje com espessura de 60 cm, no mínimo**.

As instalações elevatórias devem possuir no mínimo 2 unidades de elevação de pressão.

Quando a instalação predial prevê água fria e quente, **a instalação de água fria deve ser protegida contra a entrada de água quente**.



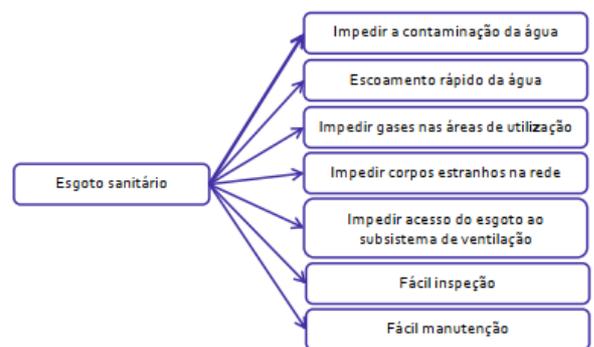
**ATENÇÃO!** As tubulações devem ser dimensionadas de modo que a **velocidade da água**, em qualquer trecho de tubulação, **não atinja valores superiores a 3 m/s**.

**Esgoto sanitário:**

Os esgotos prediais são classificados de acordo com o tipo de rejeitos que eles recebem e com os dispositivos do sistema. São classificados em **primário** e **secundário**. O esgoto secundário não entra em contato com os gases provenientes do coletor público ou da fossa séptica.

**Esgoto primário** → entra em contato com gases

**Esgoto secundário** → não entra em contato com gases



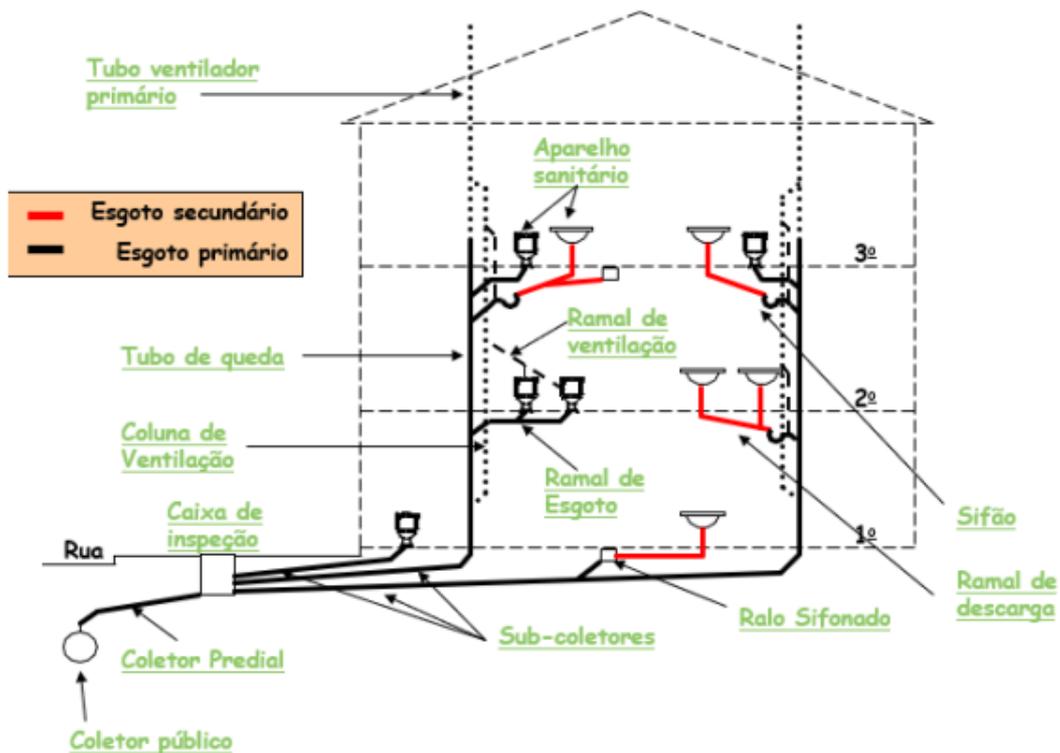
**Diâmetro mínimo de tubos para ramais de esgoto:**

Diâmetro nominal mínimo do tubo (mm)	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição (UHC)
40	3
50	6
75	20
100	160



### Principais componentes do sistema:

- **Altura do fecho hídrico:** profundidade da camada líquida, medida entre o nível de saída e o ponto mais baixo da parede ou colo inferior do desconector;  $h_{\text{mín.}} = 5 \text{ cm}$ .
- **Caixa sifonada:** caixa provida de **desconector**, destinada a receber efluentes da instalação secundária de esgoto;  $h_{\text{mín. fecho hídrico}} = 20\text{cm}$ ;  $D_{\text{mín. saída}} = 75\text{mm}$ .
- **Desconector:** dispositivo provido de fecho hídrico, destinado a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto;
- **Fecho hídrico:** camada líquida, de nível constante, que em um desconector **veda a passagem dos gases**;
- **Ralo seco:** recipiente **sem proteção hídrica**, dotado de grelha na parte superior, destinado a receber águas de lavagem de piso ou chuveiro;
- **Ralo sifonado:** recipiente **dotado de desconector**, com grelha na parte superior, destinado a receber águas de lavagem de pisos ou de chuveiro;
- **Ventilação primária:** proporcionada pelo ar que escoa pelo núcleo do tubo de queda, o qual é prolongado até a atmosfera, constituindo a tubulação de ventilação primária;
- **Ventilação secundária:** proporcionada pelo ar que escoa pelo interior de colunas, ramais, ou barriletes de ventilação, constituindo a tubulação de ventilação secundária.



## Planejamento e controle de obras

### 35) Conceitos gerais





O **CUB** (Custo Unitário Básico) é um índice composto por diferentes **custos por m<sup>2</sup>** de construção de **projetos padrão** divulgados mensalmente pelos **Sindicatos da Indústria da Construção Civil** de cada estado. Sua utilização se dá através da **multiplicação** do índice **CUB** pela **área de construção**, estimando-se o custo total de uma **edificação padrão**.

Existem também tabelas de custos unitários que servem de subsídio para elaboração de orçamentos. Como exemplos, temos o **SINAPI** (Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil) e o **SICRO** (Sistema de Custos Referenciais de Obras).

O SINAPI é mantido pela CAIXA, quanto às definições de engenharia, e pelo IBGE, nas pesquisas de preço. O SICRO é utilizado para obras rodoviárias e é mantido pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes).

**Lucro ou bonificação:** é a remuneração pela empresa desenvolver sua atividade econômica.

- Custo Total = Custo indireto + Custo direto;
- BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) = Despesas indiretas + Lucro;
- Preço de venda = Custo Total x (1 + BDI).

$$BDI = \left( \frac{(1 + Ac + R + S + G) \cdot (1 + Cf)(1 + L)}{1 - T} - 1 \right) \times 100$$

Ac - administração central  
 R - risco;  
 S - seguro;  
 G - garantia;  
 Cf - custo financeiro;  
 L - lucro;  
 T - imposto.

O % de administração central, custos financeiros, imprevistos e contingências é feito sobre a soma do custo direto + custo indireto.

A **administração local** é considerada **custo direto** e por causa disso **não faz parte do BDI**.

A **administração central** é uma **despesa indireta**.



**Curva ABC:** serve para identificar quais insumos têm maior incidência no custo da obra. Os insumos devem ser classificados em ordem decrescente e com seus percentuais acumulados.

- Faixa A > 50% do custo total
- Faixa B > 80% do custo total
- Faixa C > 80% do custo total

**Exemplo de uma composição de serviço:**

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.PARE.ALVE.001/01	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 9X19X39CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M2 SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	M²
87447		
Vigência: 06/2014		Última atualização: 02/2015

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,7200
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3600
I	650	BLOCO VEDAÇÃO CONCRETO 9 X 19 X 39CM (CLASSE C – NBR 6136)	UN	13,5000
C	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	0,0088
I	34557	TELA DE AÇO SÓLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	0,7850
I	37395	PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇÃO DIRETA)	CENTO	0,0094

É necessário 0,72 h de pedreiro para executar 1 m² de alvenaria. No mesmo raciocínio, é necessário 13,5 un de bloco de vedação para executar 1 m² do serviço.

A produtividade é dada por:

$$Produtividade = \frac{1}{coeficiente}$$

$$Produtividade_{pedreiro} = \frac{1}{coeficiente} = \frac{1}{0,72} = 1,39 \text{ m}^2/h$$

No caso do pedreiro, temos:

**Exemplo de uma composição de custo unitário (execução de 1m² de alvenaria):**

Insumo	Unidade	Índice	Custo unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Tijolo maciço	Unidade	140	0,20	28,00
Areia	m³	0,08	80,00	6,40
Cal hidratada	Kg	14	0,35	4,90
Cimento	Kg	7	0,40	2,80
Pedreiro	h	2,4	5,0	12,00
Servente	h	3,2	4,0	12,8
<b>Custo Unitário do Serviço</b>				<b>R\$ 66,90</b>

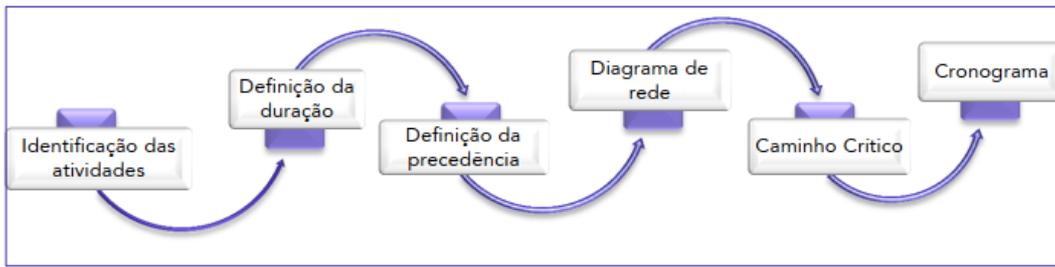
Para a execução de 1m² de alvenaria, serão necessários: 140 unidades de tijolo; 0,08m³ de areia; 14 kg de cal hidratada; 7 kg de cimento; 2,4 horas de pedreiro e 3,2 horas de servente. Além disso, o custo total para a execução de cada m² de alvenaria é de R\$ 66,90.

**Preço FOB** ("free on board" = "livre a bordo") é aquele que disponibiliza a mercadoria no local de fabricação ou armazenamento (é o popular preço "posto na fábrica"). O comprador deverá arcar com as despesas adicionais de carga, transporte, seguro, etc.

**Preço CIF** ("cost, insurance and freight" = "custo, seguro e frete") é aquele que inclui a mercadoria e os custos de seguro e frete. Esta é a modalidade popularmente conhecida como "posto na obra".



### 36) Planejamento



#### Identificação das atividades

A metodologia mais comum utilizada é a Estrutura Analítica de Projeto (EAP). Hierarquia em níveis.

#### Duração das atividades

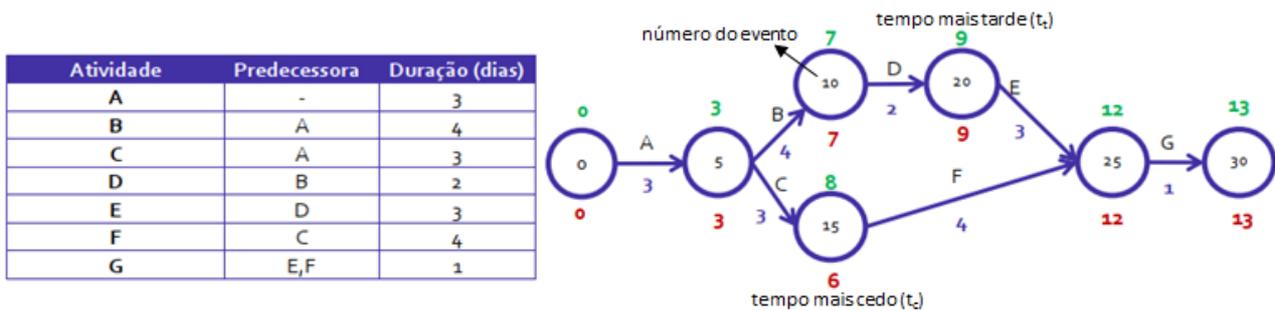
Depende do tipo de serviço, da quantidade, da produtividade e dos recursos alocados.

#### Identificação das predecessoras

Atividades que precisam ser finalizadas para iniciar a subsequente.

#### Diagrama de rede

Após identificação das atividades elabora-se o diagrama de rede construído pela técnica do PERT/CPM (*Critical Path Method*). Exemplo:



Dependendo da ordem das atividades e eventos, é necessário utilizar atividades fantasmas.

**Primeira data de início (PDI):** data mínima para início de uma atividade. Basta pegar o tempo mais cedo ( $t_c$ ) do evento de início da atividade.

**Última data de término (UDT):** prazo máximo que uma atividade pode terminar. Basta pegar o tempo mais tarde ( $t_t$ ) do evento de término da atividade

#### Caminho crítico

Corresponde à sequência de atividades que produz o caminho com maior tempo de duração. Para identificá-lo, basta achar o caminho em que eventos **apresentam tempo mais cedo e tempo mais tarde iguais**. Pode existir mais de um caminho crítico, porém, ambos terão mesmo tempo de duração.

**Folga:** quantidade de tempo que uma atividade pode atrasar sem atrasar o prazo do projeto. Basta subtrair o UDT do PDI.

**Folga livre ( $F_L$ ):** tempo permitido para o atraso de uma atividade **sem atrasar o tempo mais cedo de qualquer outra atividade**. É a diferença do tempo mais cedo do evento subsequente ( $t_{cf}$ ) pela soma do tempo mais cedo do evento anterior ( $t_{ci}$ ) e o tempo de duração ( $D$ ).

$$F_L = t_{cf} - (t_{ci} + D)$$

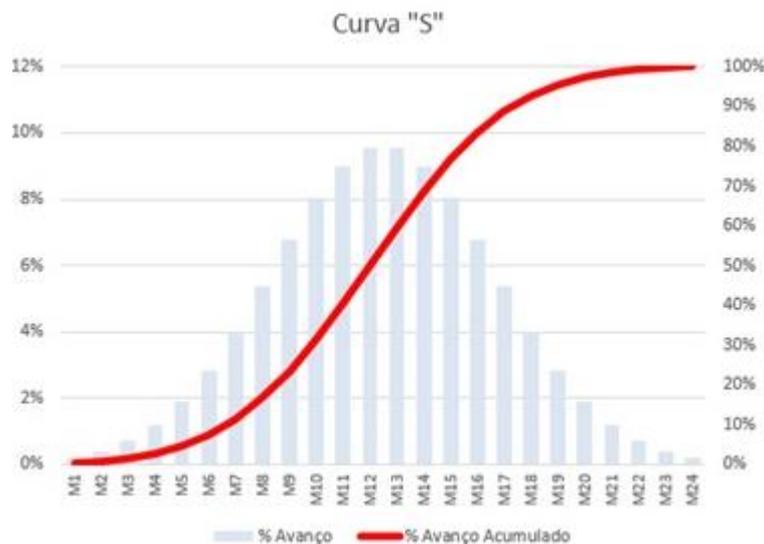
#### Cronograma

Além do diagrama de redes, pode-se criar o cronograma de barras (Gráfico de Gantt).



## Curva S

Formada pelos recursos utilizados no empreendimento, com valores acumulados. Representa o projeto como um todo em relação a mão-de-obra, homem-hora, quantidades produzidas, materiais ou unidade monetária necessária à sua execução. Permite verificar o ritmo do projeto, a projeção dos custos e prazos. O ritmo é o coeficiente angular da curva.



## Controle

Consiste no acompanhamento diário da execução dos serviços de engenharia e arquitetura, através de apropriação de custos e utilização de outros instrumentos como o diário de obra ou livro de ordem. Seu objetivo é acompanhar a produtividade, custos e prazos e compará-los com os previstos. Serve também para subsidiar a tomada de decisões.

## Hidrologia

### 37) Conceitos importantes

**Área de drenagem:** corresponde à **área plana (projeção horizontal)** situada entre os divisores topográfico da bacia.

**Sistema de drenagem:** formado por um rio principal e seus afluentes. A identificação da ordem desses rios fornece informações sobre a ramificação. A categorização é realizada de acordo com o nº de afluentes. Rios de **1ª ordem não possuem nenhum rio desaguando neles**. Rios de **2ª ordem** são formados pela **união de 2 rios de 1ª ordem**. Rios de **3ª ordem** recebem **2 afluentes de 2ª ordem** e assim por diante.

**Densidade de drenagem:** indica a **eficiência de drenagem de uma bacia**. Para calcular a densidade de drenagem ( $D_D$ ), basta dividir o comprimento total de todos os cursos d'água ( $\sum L$ ) pela área da bacia ( $A$ ).

$$D_D = \frac{\sum L}{A}$$

**Tempo de concentração ( $T_c$ ):** tempo necessário para que toda a água proveniente do início de uma precipitação contribua para o escoamento superficial da seção estudada. O comprimento da bacia, a declividade e a vegetação são **fatores que influenciam o tempo de concentração**.



**Período de retorno:** número médio de anos em que, para uma mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada.

**Intensidade pluviométrica:** relação entre a altura da precipitação (P) em (mm) pelo tempo de duração da chuva (T<sub>c</sub>) em (h).

$$I = \frac{P}{T_c}$$



**Coefficiente de escoamento superficial (C) ou de Runoff ou de deflúvio:**

$$C = \frac{V_{esc}}{V_{prec}}$$

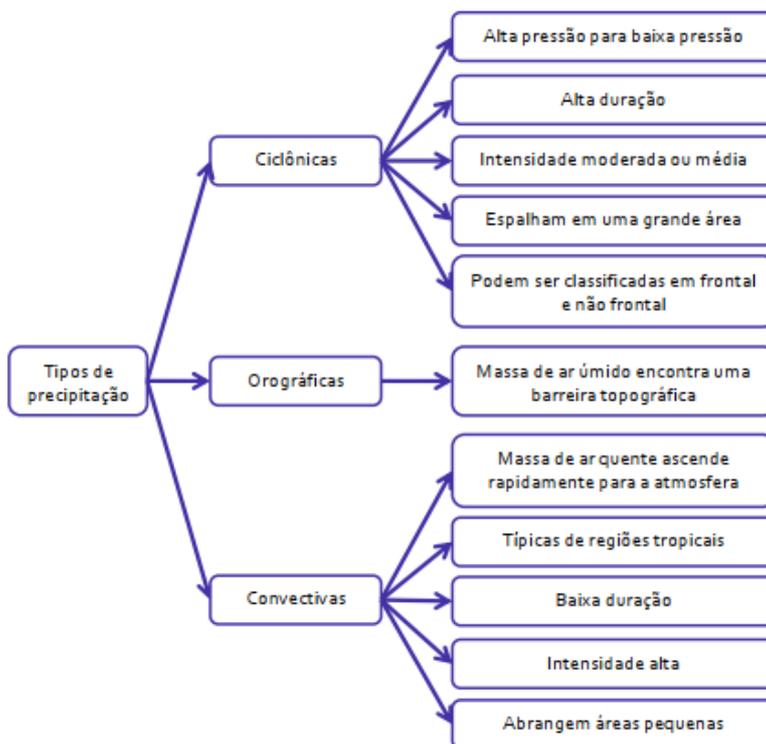
V<sub>esc</sub> = Volume escoado na superfície  
V<sub>prec</sub> = Volume de água precipitado

**Cálculo da vazão pelo Método Racional:**

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Q - vazão que esco [m<sup>3</sup>/s]  
C - coeficiente de escoamento superficial  
I - intensidade pluviométrica [mm/h]  
A - área de drenagem [km<sup>2</sup>]  
100 ha = 1.000.000 m<sup>2</sup> = 1 km<sup>2</sup>

### 38) Tipos de precipitação



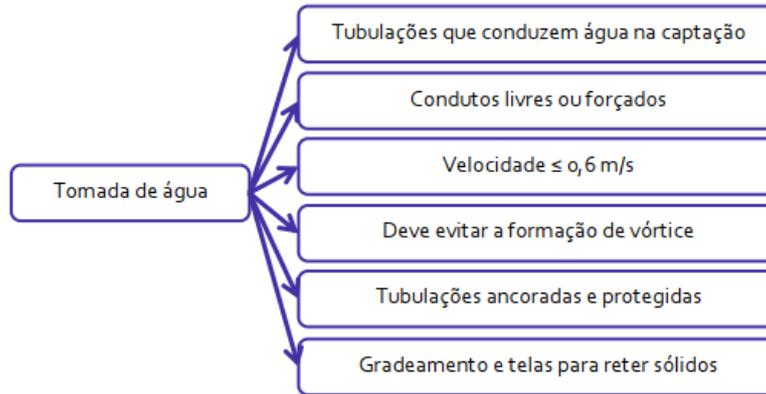
## Saneamento

### 39) Sistema de abastecimento de água

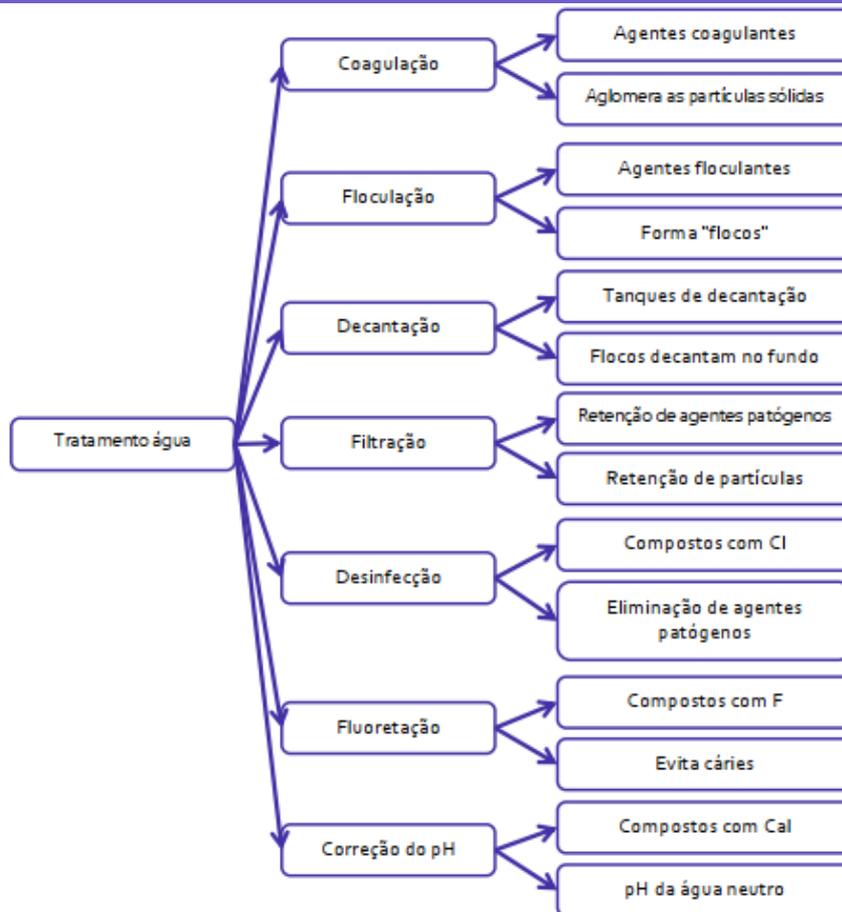
O sistema de captação é formado por um conjunto de estruturas e dispositivos responsáveis pela **tomada de água**.

As **adutoras** são tubulações responsáveis por conduzir as águas do manancial até o tratamento de água (ETA) e da ETA para a distribuição. O transporte de água poderá ser por **gravidade, recalque ou mista**.





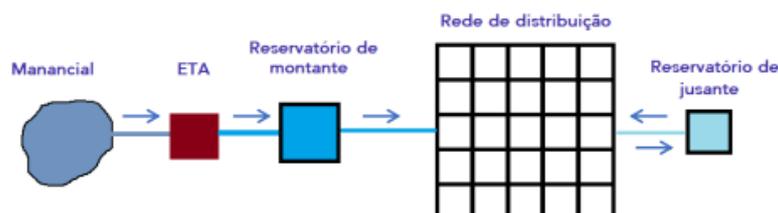
#### 40) Estação de Tratamento de Água - ETA



#### 41) Armazenamento

Os reservatórios são utilizados de forma a permitir o fornecimento de água de maneira contínua. Conforme sua localização podem ser:

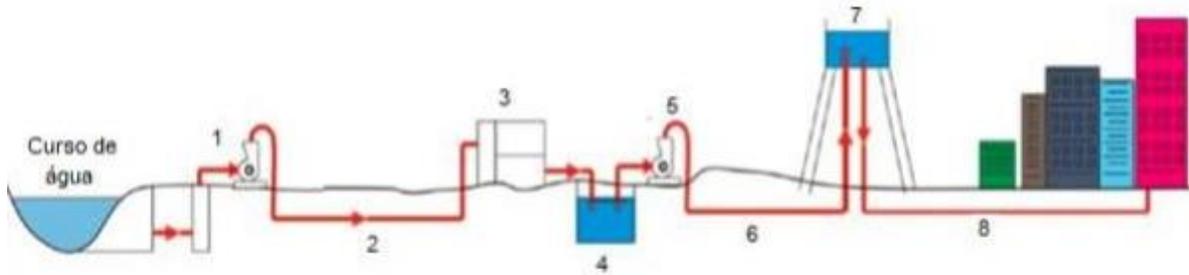
- Reservatório de montante;
- Reservatório de jusante.



## 42) Distribuição

As redes de distribuição se dividem em **ramificada**, **rede de malha sem anel**, **rede de malha com anel**.

Exemplo de um sistema de distribuição:



- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 - Estação elevatória de água; | 5 - Estação elevatória de água; |
| 2 - Adutora;                    | 6 - Adutora;                    |
| 3 - ETA;                        | 7 - Reservatório elevado;       |
| 4 - Reservatório enterrado;     | 8 - Rede de distribuição.       |

## 43) Esgoto Sanitário

### Tipos de sistema de esgotamento sanitário:

- **Sistema misto, unitário ou combinado:** 1 rede de tubulação que coleta esgoto e águas pluviais;
- **Sistema separador parcial:** 2 redes de tubulação separadas, sendo que uma recebe esgoto e águas pluviais captadas de telhados, coberturas e sacadas e a outra rede capta as águas pluviais das vias públicas;
- **Sistema separador absoluto:** 2 redes de tubulação, sendo que uma recebe apenas o esgoto e a outra as águas pluviais; Esse é o sistema predominante no Brasil.
- **Sistema individualizado:** não há rede de esgoto, cada edificação possui seu próprio sistema (normalmente realizado por meio de fossas sépticas);
- **Sistema coletivo:** há rede de esgoto que coleta o efluente das edificações e encaminha para uma ETE.

### Componentes do esgoto sanitário:

- **Rede coletora:** recebe os esgotos dos coletores prediais e os transporta até os interceptores;
- **Interceptores:** recebe o esgoto da rede coletora e os transporta até um emissário ou até a ETE;
- **Estação de tratamento de esgoto (ETE):** recebe o esgoto de interceptores ou de emissários e realiza o tratamento do esgoto, reduzindo sua **concentração de poluentes**;
- **Emissários:** recebe esgotos dos interceptores e os envia a ETE ou recebe os esgotos tratados da ETE e os conduz até o corpo hídrico receptor. O emissário tem como característica principal o fato de **receber esgoto apenas em sua extremidade de montante**;
- **Corpo hídrico receptor:** curso d'água que irá receber o esgoto tratado.

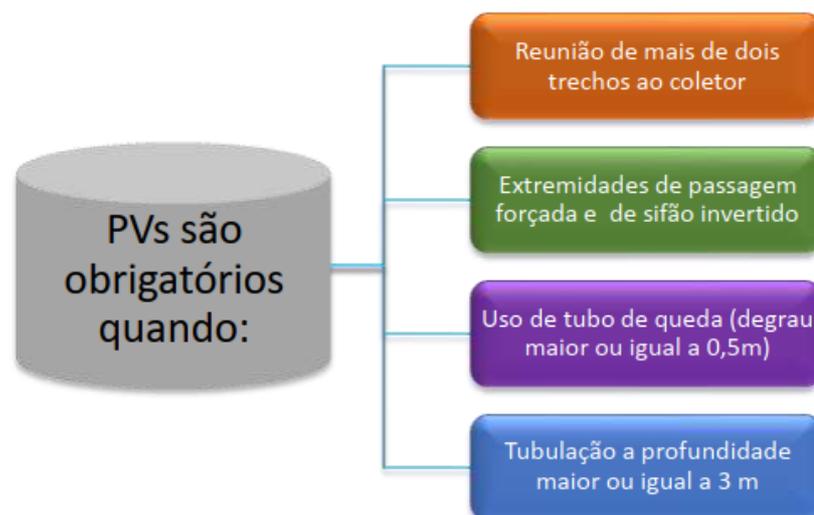


### Rede coletora:

- **Coletor predial de esgoto:** é a tubulação da **instalação predial** que conduz o esgoto da edificação até o coletor de esgoto da rede pública;
- **Coletor de esgoto:** é uma tubulação que **recebe esgoto dos coletores prediais** ao longo de sua extensão;
- **Coletor tronco:** são tubulações que **recebem esgoto de outros coletores**;
- **Coletor principal:** trata-se do coletor de esgoto **mais longo** de uma bacia, ou seja, aquele que possui a maior extensão.

### Elementos acessórios em redes de esgoto:

- **Poço de visita:** estrutura que consiste em uma câmara que possibilita a **entrada de pessoas (visitação)** em seu interior para realizar manutenções;
- **Terminal de inspeção (TL):** elemento **localizado no início da rede** coletora (cabeceira) que não é visitável, mas que permite a introdução de equipamentos para realizar a limpeza e desobstrução da rede;
- **Tubo de inspeção e limpeza (TIL):** Elemento que **não é visitável**, mas que permite a **inspeção visual** e **introdução de equipamentos** para limpeza e desobstrução da rede coletora;
- **Caixa de passagem (CP):** É um dispositivo subterrâneo que **não pode ser acessado pela superfície**.
- **Tubo de queda:** é um tubo que permite fazer a ligação direta entre uma **tubulação** localizada a **montante de um PV** e o **fundo** deste dispositivo;
- **Sifão invertido:** Trecho de tubulação que é **rebaixado** para permitir **atravessar obstáculos** passando por baixo deles, tais como cursos d'água ou depressões no terreno. O sifão invertido funciona **sob pressão**, ou seja, como conduto forçado.



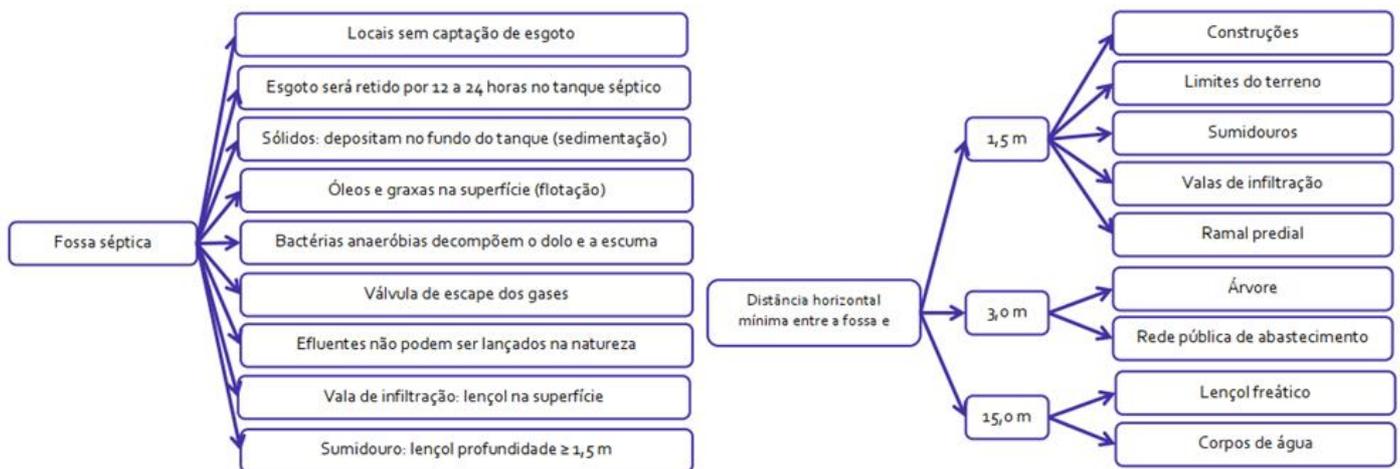
### As etapas do tratamento de esgoto são:

- **Preliminar;**
  - Reter resíduos sólidos grandes;
  - Reter materiais particulados como areia;



- Esgoto passa primeiro pelo gradeamento e depois pelo desanador;
- **Primário** (remoção de sólidos em suspensão);
  - Remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis, materiais flutuantes, matéria orgânica, etc.;
  - Decantação: processo físico;
  - Floculação: processo físico-químico (formação de bolhas e espuma - graxas e gorduras superficiais);
  - Essa etapa visa à redução da DBO (Demanda Biológica de Oxigênio);
  - Lodo misto é produzido no tratamento primário com o lodo produzido no processo biológico;
  - Lodo estabilizado não tem odores, não atrai vetores e não está sujeito a putrefação;
  - Lodo biológico ou secundário é produzido no tratamento secundário.
- **Secundário**;
  - Realizado em tanques de aeração e decantadores secundários
  - Remoção de matéria sólida e orgânica que não foram eliminadas no tratamento primário;
- **Terciário** (polimento da água);
  - Destinado ao tratamento de efluentes para a retirada de poluentes específicos;
  - Remoção de metais pesados, matérias orgânicas, compostos não biodegradáveis.

As **fossas sépticas** são utilizadas em locais que não possuem concessionária de captação de esgoto. Os **tanques sépticos** devem apresentar válvula de escape para permitir a saída dos gases.



As **lagoas de estabilização** ou **lagoas oxidantes** são a forma mais simples para o tratamento de esgoto e fazem a **estabilização da matéria orgânica**.

As **lagoas facultativas** representam o processo de tratamento **mais simples** de todos, utilizando apenas processos naturais.



# ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



**1** Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



**2** Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



**3** Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



**4** Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



**5** Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



**6** Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



**7** Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



**8** O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.