

## Aula 2 – Normas Técnicas e Critérios Básicos

### Objetivos da aula

- Reconhecer o arcabouço normativo essencial (ABNT NBR 6118/6120/6122, DNIT) aplicado a pilares e estruturas.
- Aplicar critérios básicos: dimensões mínimas, cobrimento nominal (CAA), limites de armadura e excentricidade mínima.
- Entender diretrizes de detalhamento (armadura longitudinal/ transversais) e noção de verificação de 2ª ordem.

### Conteúdo da aula (texto base) 1) Panorama normativo (Brasil)

- ABNT NBR 6118 (Estruturas de Concreto – Procedimento):
  - Materiais
  - Estados limites
  - Critérios de dimensionamento e detalhamento de pilares (flexo-compressão, 2ª ordem, armaduras, cobrimentos etc.)
- ABNT NBR 6120 (Ações em edificações) e NBR 6122 (Fundações):
  - Cargas e interações
  - Impactos na definição de esforços em pilares e em ligações com a fundação
- Outras referências:
  - NBR 15575 (Desempenho)
  - NBR 7480 (Aço CA-50/CA-60)
  - Documentos DNIT/Manuais (quando houver integração com pavimentação/infraestrutura)

### 2) Dimensão mínima da seção e cobertura (cobrimento)

- Dimensão mínima:
  - Para pilares em concreto armado de seção retangular/quadrada, adota-se comumente dimensão mínima de 19 cm (conforme prática normativa vigente)
  - Observar limitações de execução e ancoragem
- Cobrimento nominal:
  - Depende da Classe de Agressividade Ambiental (CAA)
  - Exemplo: CAA II (urbana) → cobrimento nominal típico da ordem de 30 mm (ajustar conforme elemento e norma vigente)
  - O cobrimento assegura durabilidade (proteção à armadura contra corrosão e fogo)

### 3) Armadura longitudinal e transversal – limites usuais

- Longitudinal:
  - Relação de armadura  $\rho_l = A_s/A_c$  entre 0,4% e 8% (valores usuais normativos)
  - Diâmetro mínimo típico para barras longitudinais: 10,0 mm

- Recomenda-se boa distribuição e verificação de espaçamentos mínimos entre barras e cobrimento
- Transversal (estribos/amarração):
  - Espaçamentos máximos limitados por norma (associados ao menor entre múltiplos do diâmetro da barra longitudinal, dimensões da seção e limites absolutos)
  - Função: confinamento, ancoragem e prevenção de instabilidade local das barras

#### 4) Excentricidade mínima e flexo-compressão

- Pilares raramente são comprimidos de forma centrada:
  - Sempre adotar excentricidade mínima normativa  $e_{\min}$  (para cobrir imperfeições geométricas e de carregamento) além dos momentos de primeira ordem calculados
  - O dimensionamento é feito em flexo-compressão normal (um plano) ou oblíqua (dois planos)
- Verificação de 2ª ordem:
  - Quando a esbeltez/instabilidade exige, amplificar momentos de 1ª ordem por coeficientes normativos (ex.:  $M_{d,2} = \gamma_z M_{d,1}$ , com  $\gamma_z$  calculado segundo critérios da norma)
  - Ou empregar análise de 2ª ordem

#### 5) Interface com fundações e ligações

- Transferência de esforços no nó pilar–bloco/sapata/estaca:
  - Atenção a punção e tensões de contato
  - Detalhar ancoragens e o arranjo de armaduras
- Ações do solo/fundação podem introduzir excentricidades adicionais:
  - Coordenar com NBR 6122

#### 6) Exemplo numérico – checagem básica

- Pilar 25×40 cm ( $A_c = 0,10 \text{ m}^2$ ), CAA II (urbana), cobrimento nominal adotado: 30 mm
- Supor armadura longitudinal provisória ( $A_s = 6\varphi 16$ ) [área total ( $A_s \approx 1206 \text{ mm}^2$ )]
- Verificar  $\rho_l$ :
  - $\rho_l = A_s/A_c = 1206/100000 \approx 1,21\% \rightarrow$  dentro de 0,4% a 8%
  - Diâmetro de 16 mm atende ao diâmetro mínimo ( $\geq 10 \text{ mm}$ )
  - Cobrimento 30 mm compatível com CAA II (confirmar requisitos específicos por elemento na norma)

#### Atividade prática

- Para um pilar 30×50 cm em CAA III, proponha:
  1. Dimensão mínima verificada
  2. Cobrimento nominal

3. Arranjo preliminar de barras longitudinais (diâmetro e quantidade) para  $\rho_l$  entre 0,6% e 2%
4. Esboce o detalhamento de estribos (diâmetro e espaçamento), justificando com a norma

#### **Links suplementares da Aula 2**

- ABNT (site): <https://www.abnt.org.br/>
- NBR 6118 (referência geral): [https://pt.wikipedia.org/wiki/Concreto\\_armado](https://pt.wikipedia.org/wiki/Concreto_armado)
- Rebar (Wikipedia): <https://en.wikipedia.org/wiki/Rebar>
- Concrete cover (conceito): [https://en.wikipedia.org/wiki/Concrete\\_cover](https://en.wikipedia.org/wiki/Concrete_cover)