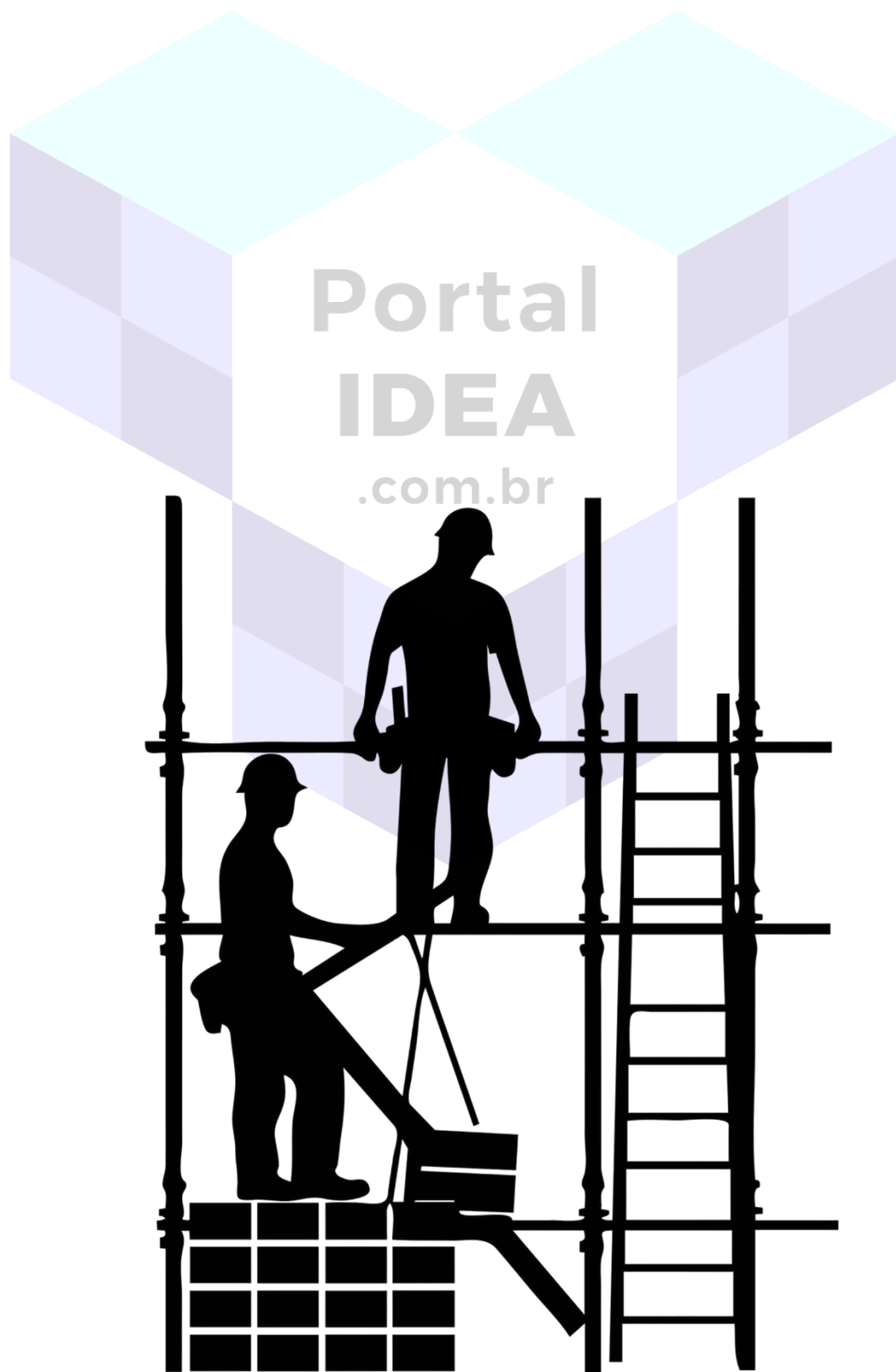


BÁSICO DE NBR 6494



Posicionamento, Fixação e Montagem das Armaduras

Posicionamento das Armaduras nas Estruturas

1. INTRODUÇÃO

O posicionamento correto das armaduras é uma etapa essencial na execução de estruturas de concreto armado. As armaduras não devem apenas estar presentes na quantidade e diâmetro especificados em projeto, mas também na posição exata, respeitando critérios técnicos de segurança, aderência e durabilidade. A NBR 6494, juntamente com a NBR 6118, fornece diretrizes claras sobre como as armaduras devem ser distribuídas, ancoradas e protegidas no interior do elemento estrutural. Este texto apresenta os principais conceitos relacionados ao posicionamento das armaduras longitudinais, transversais, principais e secundárias, além do papel crucial do cobrimento de concreto.

2. ARMADURAS LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS

As **armaduras longitudinais** são aquelas que acompanham o comprimento do elemento estrutural. Elas são responsáveis por resistir principalmente aos esforços de tração e compressão, especialmente em vigas, pilares, lajes e fundações. Essas armaduras são essenciais para garantir a capacidade resistente da estrutura ao longo do seu eixo principal.

Em uma viga, por exemplo, as armaduras longitudinais são posicionadas nas zonas de tração (geralmente na parte inferior do vão) e compressão (na parte superior).

As **armaduras transversais**, por outro lado, são colocadas perpendicularmente ou inclinadas em relação às armaduras longitudinais. Sua função principal é resistir aos esforços de **cisalhamento** e garantir a **confinamento das armaduras longitudinais**, além de **impedir flambagens** e deslocamentos excessivos. Um exemplo típico de armadura transversal é o **estribo**, utilizado em pilares e vigas para amarrar as barras longitudinais e distribuir os esforços internos.

O correto posicionamento das armaduras longitudinais e transversais é crucial para o funcionamento conjunto dos elementos estruturais. Devem ser observadas as indicações de projeto quanto ao número de barras, bitolas, espaçamentos e comprimentos de ancoragem. Erros no posicionamento podem comprometer a aderência, a resistência ou a ductilidade da estrutura, além de dificultar o adensamento do concreto e provocar falhas por desagregação.

3. ARMADURAS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIAS

A classificação entre **armaduras principais** e **secundárias** depende do papel que cada uma exerce na estrutura.

As **armaduras principais** são responsáveis pela **resistência estrutural essencial** do elemento. Elas são projetadas para suportar os maiores esforços de tração e compressão que ocorrem devido às cargas permanentes e variáveis da edificação. Em uma laje, por exemplo, as armaduras principais são dispostas no sentido do maior vão ou no sentido das cargas predominantes.

Já as **armaduras secundárias** têm função complementar. Elas auxiliam no **controle da fissuração**, na **distribuição de tensões secundárias** e na **melhoria da ductilidade**. Também ajudam a manter as armaduras principais na posição correta durante a concretagem. Em lajes bidirecionais, por exemplo, as armaduras secundárias são colocadas perpendicularmente às principais, absorvendo esforços menores, mas contribuindo para a integridade geral do sistema estrutural.

Tanto as armaduras principais quanto as secundárias devem seguir critérios de espaçamento, cobrimento e ancoragem estabelecidos em projeto. Mesmo que as armaduras secundárias não sejam as mais solicitadas, sua omissão ou execução incorreta pode afetar o desempenho da estrutura, sobretudo em relação à fissuração e durabilidade.

4. COBRIMENTO DE CONCRETO: IMPORTÂNCIA E DEFINIÇÃO

O **cobrimento de concreto** é a distância entre a superfície da armadura e a face externa do concreto. Trata-se de um dos principais parâmetros para garantir a **proteção das armaduras** contra ações físicas e químicas que podem comprometer sua durabilidade.

O cobrimento mínimo é estabelecido pela **NBR 6118**, considerando a **classe de agressividade ambiental**, o tipo de elemento estrutural e o **diâmetro das barras** utilizadas. Em ambientes urbanos de baixa agressividade, o cobrimento pode ser de 2,0 cm a 2,5 cm. Já em zonas industriais, marítimas ou com elevada umidade, o cobrimento mínimo pode ultrapassar os 5,0 cm.

A importância do cobrimento está relacionada a três fatores principais:

1. **Proteção contra corrosão:** o concreto atua como uma barreira física e química contra a penetração de água, oxigênio e agentes agressivos como cloretos e sulfatos, retardando a corrosão das armaduras;

2. **Resistência ao fogo:** o cobrimento garante o isolamento térmico das armaduras, retardando a perda de resistência do aço em incêndios;
3. **Garantia da aderência:** o cobrimento adequado assegura a transmissão de esforços entre o concreto e a armadura, por meio da aderência superficial.

O cobrimento deve ser respeitado em todas as direções (superior, inferior e laterais) e garantido por meio de **espaçadores ou distanciadores**, que podem ser de plástico, concreto ou cerâmica. A verificação do cobrimento na obra pode ser feita com paquímetros, gabaritos ou equipamentos de ensaio não destrutivo, como esclerômetros e detectores de armaduras.

5. BOAS PRÁTICAS NO POSICIONAMENTO DAS ARMADURAS

Para assegurar o posicionamento adequado das armaduras na estrutura, a NBR 6494 recomenda uma série de boas práticas executivas, dentre as quais destacam-se:

- **Utilização de gabaritos ou moldes** para garantir o alinhamento e o espaçamento correto entre as barras;
- **Amarração das armaduras** com arame recozido, de forma firme, porém sem apertos excessivos que causem deslocamentos;
- **Uso de espaçadores adequados** em quantidade e distribuição suficientes para manter o cobrimento durante a concretagem;
- **Respeito à ordem de montagem**, posicionando inicialmente as armaduras inferiores e longitudinais, e, em seguida, as transversais e superiores;
- **Verificação constante** por parte do responsável técnico, assegurando a conformidade com o projeto e a norma.

Essas práticas evitam que as armaduras se movimentem ou se deformem durante o lançamento e adensamento do concreto, o que comprometeria o cobrimento, a aderência e, em última instância, a segurança da estrutura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O posicionamento adequado das armaduras nas estruturas de concreto armado é essencial para garantir a segurança estrutural, a durabilidade e o bom desempenho funcional da obra. Compreender a função das armaduras longitudinais e transversais, distinguir as armaduras principais das secundárias e aplicar corretamente os critérios de cobrimento são passos indispensáveis na execução de qualquer elemento estrutural.

A observância das normas técnicas, especialmente a NBR 6494 e a NBR 6118, é o que permite transformar o projeto em realidade com fidelidade técnica e garantia de qualidade. A negligência nesse processo pode comprometer a integridade estrutural e gerar patologias onerosas e perigosas a longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6494: Emprego de armações em estruturas de concreto armado.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- HELENE, Paulo; TERZIAN, Paulo. **Manual de Armaduras para Concreto Armado.** São Paulo: PINI, 1993.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** 5. ed. São Paulo: Bookman, 2016.
- FIGUEIREDO FILHO, João R. **Estruturas de Concreto Armado: Conceitos e Aplicações.** Rio de Janeiro: LTC, 2019.

FIXAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE DISTANCIADORES NO CONCRETO ARMADO

1. INTRODUÇÃO

A eficácia estrutural do concreto armado depende não apenas da qualidade dos materiais utilizados, mas também da execução correta da montagem das armaduras. Um dos aspectos cruciais dessa execução é a **fixação adequada das barras de aço** e o uso correto de **distanciadores** (também chamados de espaçadores ou separadores). Esses elementos têm como principal função garantir que as armaduras permaneçam em sua posição de projeto durante as etapas de concretagem, vibração e cura, mantendo o cobrimento de concreto necessário para a proteção contra corrosão, estabilidade estrutural e durabilidade. Este texto apresenta os principais métodos de fixação das armaduras, os tipos mais comuns de distanciadores e práticas recomendadas para evitar deslocamentos durante a concretagem.

2. MÉTODOS DE FIXAÇÃO DAS ARMADURAS

A **fixação das armaduras** visa garantir que as barras mantenham sua posição prevista em projeto estrutural até o final da concretagem. Uma montagem deficiente pode resultar em deslocamentos, perda de cobrimento e falhas na aderência entre aço e concreto.

2.1 Amarração com arame recozido

O método mais comum é a **amarração manual das armaduras** com arame recozido. Esse arame apresenta boa maleabilidade e resistência, permitindo que as intersecções entre barras longitudinais e transversais sejam unidas de maneira firme.

A amarração deve ser suficiente para impedir deslocamentos durante a vibração do concreto, mas sem causar deformações nas barras ou dificultar o posicionamento posterior.

Existem diferentes tipos de nós de amarração (simples, duplo, laçada cruzada), cuja escolha depende da complexidade da armadura e da solicitação do elemento. A amarração deve ser aplicada com atenção para evitar folgas ou excesso de tensão que possam deformar as barras.

2.2 Soldagem

Em estruturas pré-moldadas ou industriais, pode-se empregar a **soldagem elétrica** para fixar armaduras. No entanto, esse método exige controle técnico rigoroso, pois o calor pode alterar as propriedades mecânicas do aço. Além disso, somente é permitida para aços compatíveis com solda, conforme definido pela **NBR 7480**.

2.3 Gabaritos e armações pré-montadas

Outra forma eficiente de fixação é a utilização de **gabaritos de montagem**, geralmente utilizados na pré-fabricação de armações. Os gabaritos são moldes ou suportes que mantêm as barras na posição correta durante a montagem, e são especialmente úteis para vigas e pilares.

Além disso, é comum a utilização de **armações pré-montadas** fora da fôrma, que são depois posicionadas no local exato. Essa prática favorece a padronização, reduz o tempo de execução no canteiro e melhora o controle dimensional da estrutura.

3. TIPOS DE ESPAÇADORES E SEPARADORES

Os **distanciadores** são peças utilizadas para garantir que as armaduras mantenham o **cobrimento mínimo** de concreto durante a concretagem, ou seja, a distância entre o aço e a superfície externa do elemento estrutural. Sua correta escolha e aplicação são fundamentais para evitar exposição do aço ao ambiente, o que comprometeria a durabilidade da estrutura.

3.1 Distanciadores plásticos

São os mais comuns nas obras civis devido ao baixo custo, praticidade e variedade de formas. Apresentam boa resistência e são fabricados em diversos modelos, como “cavaletes”, “roletes” ou “cadeirinhas”, adequados para lajes, vigas e pilares. Devem ser escolhidos com base no cobrimento exigido e na seção das barras.

3.2 Distanciadores de concreto

São utilizados em situações em que há risco de incompatibilidade entre o material do distanciador e o concreto da estrutura. Por serem do mesmo material, garantem boa aderência e evitam pontos de fragilidade ou interrupção na continuidade do concreto. São recomendados para obras de maior responsabilidade técnica ou onde há requisitos elevados de durabilidade, como em ambientes marinhos ou industriais.

3.3 Distanciadores cerâmicos ou metálicos

Utilizados em menor escala, os **distanciadores cerâmicos** apresentam excelente resistência térmica e são usados principalmente em estruturas submetidas a altas temperaturas. Os **distanciadores metálicos**, por sua vez, devem ser evitados em função do risco de corrosão e comprometimento do cobrimento.

3.4 Posicionamento dos distanciadores

A NBR 6118 e a NBR 14931 estabelecem que os distanciadores devem ser **distribuídos uniformemente ao longo da armadura**, com espaçamento suficiente para manter a estabilidade da estrutura de aço. É fundamental que estejam **firmemente fixados à armadura**, para que não se movam durante o lançamento do concreto.

4. EVITANDO DESLOCAMENTOS DURANTE A CONCRETAGEM

Durante o lançamento e adensamento do concreto, há uma série de forças e vibrações que podem provocar o **deslocamento das armaduras** e dos distanciadores, comprometendo o posicionamento adequado das ferragens e o cobrimento. Para evitar isso, algumas práticas são fundamentais:

- **Amarração adequada das armaduras** com arame recozido em todas as interseções principais, garantindo rigidez e travamento da estrutura;
- **Uso correto de distanciadores** compatíveis com o diâmetro das barras e a classe de agressividade ambiental;
- **Fixação firme dos distanciadores** à armadura, evitando peças soltas ou apoiadas precariamente;
- **Lançamento cuidadoso do concreto**, evitando que o jato desloque as armaduras. Deve-se lançar o concreto em camadas e de maneira controlada;
- **Adensamento eficiente com vibradores**, aplicando os equipamentos de forma vertical, sem encostar diretamente nas armaduras, para não causar deslocamentos;

- **Fiscalização constante do responsável técnico**, antes e durante a concretagem, para verificar se o posicionamento das armaduras e distanciadores permanece conforme o projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fixação adequada das armaduras e a correta utilização de distanciadores são práticas fundamentais para garantir a segurança, a durabilidade e o desempenho das estruturas de concreto armado. O descuido com esses detalhes pode resultar em falhas estruturais, redução da vida útil da obra, custos adicionais com reparos e não conformidade com as normas técnicas.

A aplicação dos métodos corretos de fixação, aliada à escolha apropriada dos espaçadores e à fiscalização atenta durante a concretagem, assegura o cumprimento do projeto estrutural e a integridade da estrutura ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6494: Emprego de armações em estruturas de concreto armado.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- HELENE, Paulo. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Armado.** São Paulo: PINI, 1992.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** 5. ed. São Paulo: Bookman, 2016.

CUIDADOS DURANTE A MONTAGEM E A CONCRETAGEM EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

1. INTRODUÇÃO

A etapa de concretagem é decisiva para o sucesso de qualquer estrutura de concreto armado. Porém, para que o lançamento do concreto ocorra de forma segura e eficiente, é imprescindível que todas as verificações sejam feitas previamente, incluindo a inspeção das armaduras, das fôrmas, da compatibilidade com instalações elétricas e hidrossanitárias e das condições do canteiro. A negligência nessa fase pode acarretar erros graves, como perda de cobertura, deslocamento de armaduras, formação de vazios, fissuras ou até mesmo comprometimento estrutural. Este texto aborda os principais cuidados que devem ser tomados durante a montagem e a concretagem, destacando os procedimentos de verificação, compatibilização e prevenção de falhas recorrentes na execução.

2. VERIFICAÇÕES ANTES DA CONCRETAGEM

Antes de iniciar a concretagem, uma série de verificações devem ser conduzidas para assegurar que todos os elementos estejam conforme o projeto e as normas técnicas vigentes, como a **NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento** e a **NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto**.

2.1 Armaduras

As armaduras devem estar posicionadas conforme o projeto estrutural, com amarrações firmes, cobrimento garantido por distanciadores e sem deslocamentos. Deve-se verificar:

- Diâmetros, quantidades e espaçamentos das barras;
- Ausência de ferrugem solta, óleo ou impurezas;
- Presença e distribuição adequada de espaçadores;
- Corretas ancoragens e traspasses;
- Estabilidade das armações durante o lançamento do concreto.

2.2 Fôrmas

As fôrmas devem estar limpas, niveladas, bem escoradas e impermeabilizadas com desmoldante apropriado. Devem suportar o peso do concreto fresco e as vibrações do adensamento, sem deformações. As aberturas para concretagem devem estar desobstruídas.

2.3 Cobrimento

A verificação do cobrimento mínimo é crucial para garantir a durabilidade da estrutura. Deve-se assegurar que os distanciadores estejam bem fixados e em quantidade suficiente, evitando o contato direto do aço com a fôrma.

2.4 Acessos e equipamentos

Caminhos de acesso, escoramentos e equipamentos como vibradores e betoneiras devem estar prontos para o uso, em boas condições e operados por pessoal treinado. O concreto não deve ser lançado diretamente de grandes alturas, evitando segregação.

3. COMPATIBILIDADE COM FÔRMAS E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS/HIDROSSANITÁRIAS

A integração entre a estrutura de concreto armado e os sistemas prediais (elétricos e hidráulicos) exige coordenação prévia entre os projetos complementares e a execução de obra. Incompatibilidades não resolvidas podem provocar interferências, retrabalho e danos à estrutura.

3.1 Elétrica e hidrossanitária

Tubulações, eletrodutos e caixas de passagem devem estar corretamente posicionados entre as armaduras, sem danificar ou desalinhar as barras.

Recomenda-se:

- Fixar conduítes e mangueiras com arame ou abraçadeiras;
- Não cortar ou deslocar armaduras para acomodar instalações;
- Utilizar modelos e gabaritos para prever passagens e interferências;
- Evitar sobreposição de instalações que prejudiquem a concretagem ou causem obstruções.

3.2 Fôrmas e juntas

As fôrmas devem ser compatíveis com a geometria da estrutura e com os elementos embutidos (caixas, passagens e esperas). Juntas de concretagem devem ser previamente planejadas e tratadas adequadamente, garantindo aderência e continuidade entre os trechos concretados.

4. ERROS COMUNS E COMO EVITÁ-LOS

Diversos erros são recorrentes na fase de montagem e concretagem. A seguir, destacam-se os mais frequentes e formas de evitá-los:

4.1 Deslocamento das armaduras

Causa: Concretagem sem fixação adequada ou sem distanciadores.

Prevenção: Utilizar espaçadores firmes e bem distribuídos; amarrar as barras com arame recozido; inspecionar antes e durante a concretagem.

4.2 Perda do cobrimento

Causa: Armadura encostada na fôrma, ausência ou má colocação de espaçadores.

Prevenção: Utilizar espaçadores compatíveis com a classe de agressividade ambiental; realizar conferência com régua ou paquímetro.

4.3 Obstrução de passagens

Causa: Falta de compatibilização entre armaduras e instalações elétricas/hidráulicas.

Prevenção: Coordenar os projetos; prever janelas técnicas nos elementos estruturais; fixar eletrodutos com segurança antes da concretagem.

4.4 Fissuras e segregações

Causa: Lançamento inadequado do concreto, adensamento deficiente ou forma mal vedada.

Prevenção: Lançar o concreto em camadas de até 50 cm; usar vibradores com cuidado para não deslocar armaduras; aplicar desmoldante uniformemente; vedar bem as formas para evitar vazamentos.

4.5 Falta de controle na concretagem

Causa: Ausência de planejamento e fiscalização técnica.

Prevenção: Elaborar plano de concretagem com equipe treinada; registrar datas, horários, traço do concreto, temperatura e tempo de transporte; realizar ensaios de abatimento e moldagem de corpos de prova.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A etapa de montagem das armaduras e concretagem é crítica e requer atenção rigorosa aos detalhes de projeto, aos procedimentos executivos e à compatibilidade entre os sistemas da edificação. Verificações prévias, uso correto de distanciadores, coordenação com as instalações prediais e fiscalização técnica contínua são medidas indispensáveis para garantir a qualidade da estrutura.

A negligência nesses aspectos pode comprometer não apenas a durabilidade e segurança da obra, mas também gerar custos elevados com retrabalhos e manutenções corretivas. Seguir as orientações da **NBR 6494**, da **NBR 6118** e da **NBR 14931** é fundamental para assegurar que a estrutura atenda aos requisitos técnicos e normativos exigidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6494: Emprego de armações em estruturas de concreto armado.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto — Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- HELENE, Paulo. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Armado.** São Paulo: PINI, 1992.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** 5. ed. São Paulo: Bookman, 2016.
- ISAIA, Geraldo C. **Concreto: Ciência e Tecnologia.** São Paulo: IBRACON, 2011.