



## **E-BOOK**

# **DETALHAMENTO ESTRUTURAL:** DICAS E EXEMPLOS PARA PEÇAS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO



**Byl Farney Jr. Engenheiro Civil**

# Introdução

Os desenhos finais de detalhamento das peças estruturais em concreto armado devem possuir boa qualidade, clareza e riqueza de informações. O correto posicionamento das barras de aço, a quantidade exata de barras, bem como seu diâmetro e espaçamento são informações que não podem estar equivocadas de forma alguma, pois são estes desenhos de detalhamento que servirão de “manual de instruções” para a correta execução da estrutura na obra.

Confira detalhes e informações sobre elaboração de bons detalhamentos estruturais neste e-book, elaborado em parceria com o engenheiro civil Byl Farney Jr.

**Boa leitura!**



# O autor convidado



**Byl Farney Jr.**

Graduado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2004), Mestre em Engenharia Civil (Estruturas) pelo Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (PPG-GECON), da Universidade Federal de Goiás (2012).

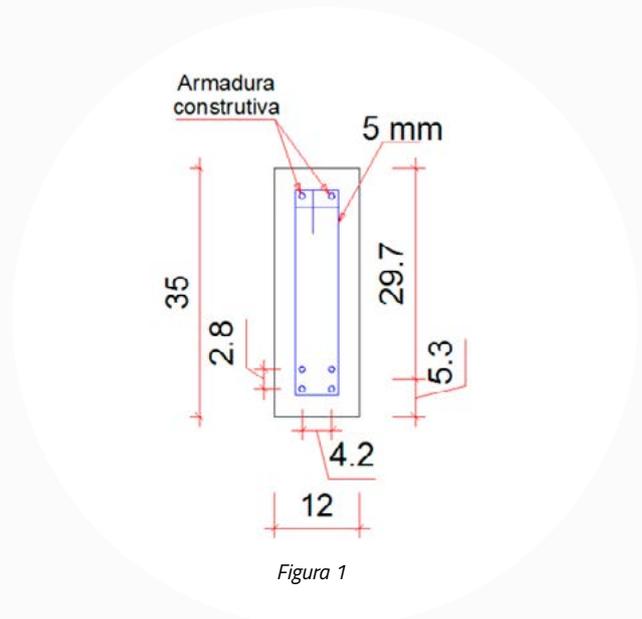
Atualmente, é Engenheiro Civil Sênior (Estruturas/Fundações) na Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO, docente da Escola de engenharia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás e Coordenador de Pós-Graduação em Engenharia no INCURSOS (Instituto Nacional de Cursos).

# 1 Detalhamento de Vigas de Concreto Armado

Para o correto dimensionamento da seção de concreto, da área de aço necessária e seu correto posicionamento, tanto na seção transversal quanto ao longo da viga, é necessário entender quais os esforços solicitantes atuam na viga para identificarmos os possíveis esquemas de fissuração e mecanismos de ruptura da peça.

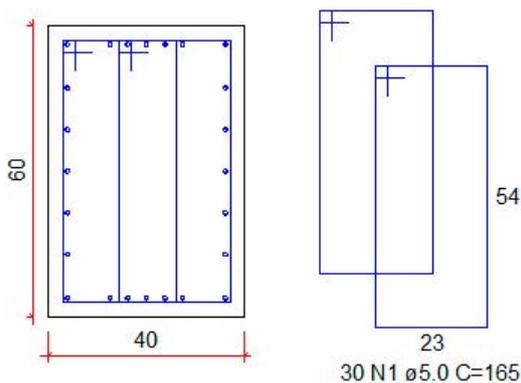
Uma viga de concreto armado pode estar sujeita a tensões oriundas de flexão simples, flexão normal composta, cisalhamento e torção. Em todos os casos, busca-se identificar os locais onde estarão presentes as tensões de tração para o correto posicionamento ali das armaduras.

No caso da flexão (simples ou composta), como as tensões normais máximas acontecem nas fibras da seção mais afastadas do centroide, procura-se posicionar as armaduras o mais próximo possível da fibra externa mais tracionada com a finalidade de combater a tração naquela região, como na **Figura 1**, que ilustra a seção de uma viga submetida a um momento fletor positivo (tração máxima na fibra externa inferior).



Deve-se tomar muito cuidado quanto aos espaçamentos mínimos entre as barras longitudinais da viga prescritos na ABNT NBR 6118:2014 para que se colabore para o correto adensamento do concreto durante a etapa de concretagem.

No caso de armadura transversal, também há a necessidade de atender espaçamentos mínimos e máximos prescritos pela ABNT NBR 6118:2014. Uma excelente solução para situações em que o cálculo exija espaçamentos menores que o mínimo é a utilização do estribo duplo conforme **figura 2**.



# Detalhamento de Escadas de Concreto Armado **2**

O detalhamento de peças estruturais de concreto que sofrem ao longo do seu vão alterações de direção é sempre objeto de preocupação, sendo necessária atenção para o posicionamento correto das barras de aço. Este o caso das escadas de concreto armado, por exemplo.

Como ilustração nas **Figuras 3 e 4** está uma escada de 1 lance e 1 patamar, sendo a região de transição lance-patamar sujeita a um fenômeno chamado de "empuxo ao vazio". Com a mudança de direção das barras de aço para acompanhar a geometria da escada, existe uma tendência destas barras de ficarem retilíneas novamente, frente ao carregamento vertical. Caso o detalhamento seja inadequado, haverá uma expulsão do cobrimento inferior de concreto expondo a armadura à corrosão e prejudicando o desempenho deste elemento estrutural.

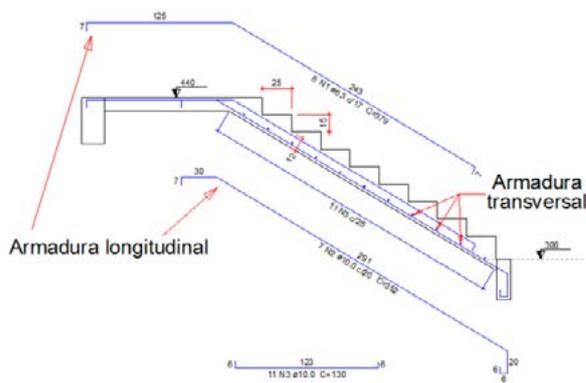


Figura 3

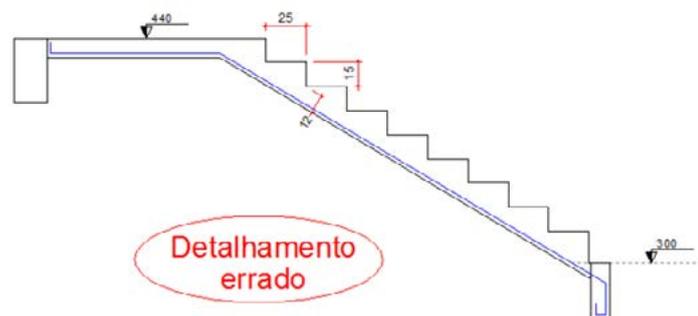
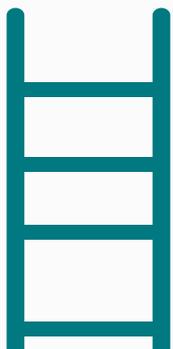


Figura 4

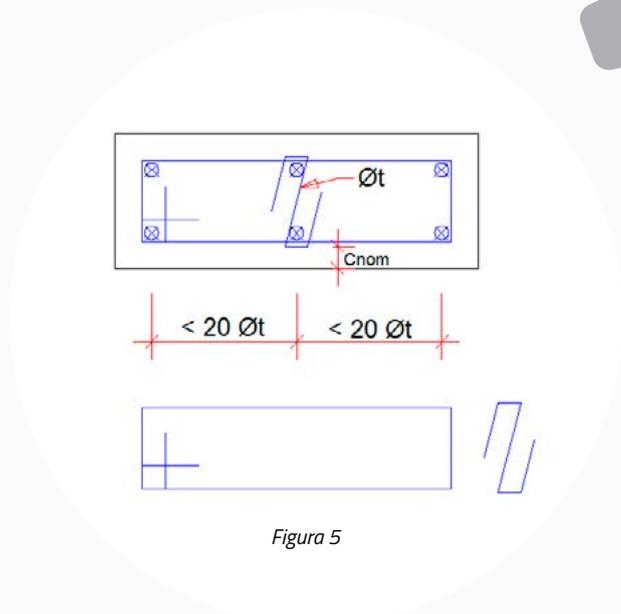


# 3 Detalhamento de Pilares de Concreto Armado

O elemento estrutural pilar normalmente recebe o carregamento vertical proveniente de seu peso próprio e das reações de apoio das vigas que nele se apoiam. No caso de lajes lisas, esta reação é da própria laje já que não existem vigas neste sistema estrutural. Além da carga normal de compressão, os pilares estão sujeitos a momentos fletores dependendo de sua posição em planta. Desta forma, os pilares trabalham à flexo-compressão normal ou oblíqua levando a uma preocupação com a perda de estabilidade provada por uma possível flambagem da coluna.

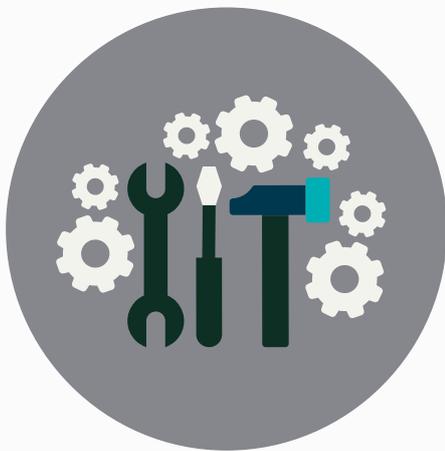
Neste contexto, é necessário verificar a seção do pilar atentando para não trabalhar com pilares esbeltos e muito esbeltos, sendo que o limite para o índice de esbeltez é especificado pela ABNT NBR 6118:2014 é de 200. Além dos cálculos da armadura longitudinal e armadura transversal, é exigida pela referida norma também a verificação da proteção das barras longitudinais que não estão nos cantos dos estribos contra a flambagem. Caso seja identificado que estas barras não estão protegidas contra flambagem, deve-se detalhar os grampos conforme **figura 5**.

Segundo a ABNT NBR6118:2014, o estribo consegue proteger contra flambagem barras longitudinais que estejam a, no máximo, vinte vezes o diâmetro do estribo contando do centro da primeira barra do canto. Barras que estejam fora desta faixa necessitam de uma armadura complementar, grampo, que deve envolver tanto a barra longitudinal quanto ao estribo como na **figura 5**.



# Marquises de Concreto Armado

# 4



As Marquises são lajes de concreto armado em balanço que possuem várias funções estéticas, arquitetônicas e para alojamento de condensadoras de ar condicionado ou outros equipamentos. Compoem as fachadas dos edifícios, podem ser representadas também pelas sacadas em edifícios residenciais de múltiplos pavimentos.

São dois os grandes desafios de se projetar e executar corretamente este tipo de elemento estrutural: garantir sua estabilidade e garantir deformações aceitáveis (incluindo as flechas diferidas no tempo) no ponto mais crítico que é a extremidade do balanço. Por ser o peso específico do concreto armado bem elevado, cerca de  $25 \text{ kN/m}^3$ , a tarefa de se projetar uma laje em balanço sem ajuda de vigas para vencer vãos superiores a 2 metros é um desafio com este material de construção.

Normalmente para vãos maiores a espessura da marquise fica muito grande, de modo que o principal carregamento a ser resistido é o seu próprio peso, contrariando assim o conceito fundamental de eficiência estrutural que tanto buscamos em projetos. Vamos exemplificar com uma marquise que se projeta para fora de uma edificação sem auxílio de vigas. Em termos de mecânica estrutural, este elemento trabalha com momentos negativos, ou seja, a tração existe nas fibras superiores e, portanto, na face superior da laje devem ser posicionadas as barras da armadura principal, como ilustrado na figura 6.

É importantíssimo lembrar que estas peças são isostáticas e seu único apoio é um engaste (que pode ser a laje interna ou a viga da fachada). Para garantir o equilíbrio do sistema, o elemento estrutural de apoio deve possuir rigidez suficiente para garantir um engastamento de forma que a marquise trabalhe da forma que foi projetada, ou seja, para resistir a momento negativo.

Outro fator crucial para uma marquise de concreto é que sua armadura negativa esteja bem posicionada e que ali permaneça durante a concretagem. Normalmente, não há um controle rigoroso quanto ao trânsito de operário e maquinários sobre esta ferragem no decorrer da operação de concretagem, o que faz com que esta armadura “desça”, seja “amassada” para baixo. Sem sombra de dúvida haverá problemas futuros nesta marquise, que podem até acarretar no colapso deste elemento estrutural.

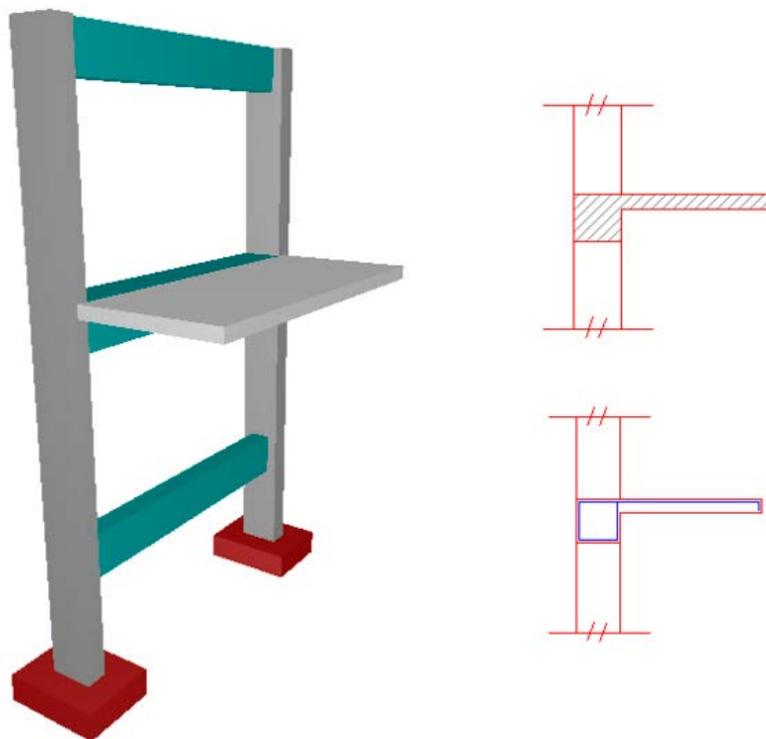


Figura 6

A AltoQi pode ajudar você a encontrar um software adequado para elaboração dos seus projetos estruturais. **Saiba mais!**

## Conclusão

Como vimos neste e-book, é muito importante prescrever nos projetos estruturais os cuidados, as exigências, os lembretes que forem necessários para guiar a equipe de execução durante este processo para que o sucesso de uma estrutura estável, que atenda a todos os requisitos de desempenho seja alcançado com economia.

Conecte-se a minha conta no linkedin 



