



## **CURSO BÁSICO DE PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO**

Paulo Roberto Carvalho / Gladimir Grigoletti / Alberto Tamagna / Ignacio Iturrioz

2ª. Edição revisada e ampliada - Formato:16 x 23 cm; 374 páginas

ISBN 85-905944-1-6

A comunidade brasileira de estruturas metálicas dispõe de poucas fontes de consulta sobre perfis formados a frio: são pouquíssimas as publicações didáticas, sobretudo com os procedimentos da NBR 14762:2001.

Direcionado a quem se inicia em *PPF* – estudantes e engenheiros estruturais –, essa publicação tem por objetivo apresentar a norma brasileira de *PPF*, NBR 14762:2001, para disseminar o emprego correto de perfis formados a frio. A ilustração do texto com exemplos de aplicação prática, que, sem dúvida, servirão de referência aos leitores, fará com que o objetivo seja alcançado.

Encaminhar pedidos para:

Fone: (51) 3334 70 78 ou

e-mail: [livropff@iron.com.br](mailto:livropff@iron.com.br)

### **Conteúdo do Livro:**

*Prefácio da 2ª. edição*

*Nota dos autores*

*Prefácio da 1ª. edição*

*Referências bibliográficas*

*Nomenclatura*

### **Capítulo 1 - Definições e Generalidades**

- 1.1 Introdução
- 1.2 Definição
- 1.3 Métodos de produção dos perfis
- 1.3.1 Comparativo entre cada método
- 1.4 Emprego dos perfis formados a frio
- 1.5 Histórico dos perfis formados a frio
- 1.6 Comparação Aço x C.A. e *PPF* e perfis laminados
- 1.6.1 Aço *versus* Concreto Armado
- 1.6.2 Vantagens dos *PPF* sobre os perfis laminados
- 1.7 Tipos de perfis
- 1.8 Materiais Utilizados
- 1.8.1 Chapas
- 1.8.2 Parafusos
- 1.8.3 Soldas
- 1.9 Propriedades principais dos aços utilizados
- 1.9.1 Curvas Tensão-Deformação
- 1.9.2 Módulo de Elasticidade
- 1.9.3 Coeficiente de Poisson
- 1.9.4 Peso Específico
- 1.9.5 Coeficiente de dilatação térmica
- 1.9.6 Ductilidade
- 1.10 Influência do trabalho a frio
- 1.11 Definições de Norma
- 1.12 Cálculo das características geométricas
- 1.12.1 Método Linear
  - Aplicação 1.1
- 1.12.2 Método Simplificado
  - Exercícios Propostos
- 1.13 Características geométricas especiais

### **Capítulo 2 - Conceitos e Critérios**

- 2.1 Introdução
- 2.2 Comportamento estrutural de uma placa comprimida
- 2.2.1 Escoamento

- 2.2.2 Flambagem local de uma placa
- 2.3 Resistência Pós-Flambagem e Largura Efetiva
- 2.4 Ações e Combinações de Ações
- 2.4.1 Definições de Norma
- 2.4.2 Classificação das ações
- 2.4.2.1 Ações Permanentes
- 2.4.2.2 Ações Variáveis
  - 2.4.2.2.1 Sobrecarga devida à utilização
  - 2.4.2.2.2 Ação do vento sobre as edificações
  - 2.4.2.3 Ações Excepcionais
- 2.4.3 Combinações de ações para o dimensionamento
- 2.4.3.1 Procedimento de Norma
- 2.4.4 Combinações de ações para determinação de flechas
- 2.4.4.1 Procedimento de Norma
  - Aplicação 2.1

### **Capítulo 3 – Barras Tracionadas**

- 3.1 Introdução
- 3.2 Verificação de Barras Tracionadas
- 3.3 Procedimento de Norma
- 3.3.1 Limite de Esbeltez
  - Aplicação 3.1

### **Capítulo 4 - Barras Comprimidas**

- 4.1 Introdução
- 4.1.1 Por Escoamento
- 4.1.2 Por Flambagem Local
- 4.1.3 Por Flambagem Global
- 4.1.4 Flambagem por Distorção
- 4.2 Flambagem Local
- 4.2.1 Flambagem Local de um perfil
- 4.3 Cálculo da Largura Efetiva: procedimento de norma
- 4.3.1 Valores de *k* (coeficiente de flambagem local)
- 4.4 Enrijecedores Adequados

- 4.4.1 Procedimento da NBR 14762:2001
  - Aplicação 4.1
- 4.5 Flambagem Global
- 4.6 Procedimento da NBR 14762:2001
- 4.7 Flambagem por distorção da seção transversal
- 4.8 Compressão em barras curtas
  - Aplicação 4.2
  - Aplicação 4.3
- 4.9 Perfis Compostos
  - 4.9.1 Placas de travessamento
    - Aplicação 4.4
- 4.10 Tubos Cilíndricos
  - 4.10.1 Flambagem Local em tubos
  - 4.10.2 Flambagem Global em tubos
    - Aplicação 4.5
- 4.11 Excentricidade efetiva
- 4.12 Marcha de cálculo

## Capítulo 5 - Barras Fletidas

- 5.1 Introdução
- 5.2 Critério da Resistência
  - 5.2.1 Início de escoamento da seção efetiva
    - Aplicação 5.1
    - Aplicação 5.2
  - 5.2.1.1 Influência da posição da linha neutra
  - 5.2.2 Flambagem lateral com torção
    - 5.2.2.1 Procedimento de norma
    - 5.2.2.2 Coeficiente  $C_b$ 
      - Aplicação 5.3
      - Aplicação 5.4
  - 5.2.3. Flexão em torno do eixo perp. ao eixo de simetria
- 5.3 Critério da Flecha Máxima
  - Aplicação 5.5
- 5.4 Marcha de cálculo

## Capítulo 6 - Projeto de Almas

- 6.1 Introdução
- 6.2 Escoamento por Corte
- 6.3 Flambagem por Corte
- 6.4 Flexão de almas
- 6.5 Almas com combinação de Flexão e Corte
- 6.6 Procedimento da NBR 14762:2001
  - 6.6.1 Força cortante
  - 6.6.2 Momento fletor e força cortante combinados
    - Aplicação 6.1
    - Aplicação 6.2

## Capítulo 7 - Vigas-Colunas

- 7.1 Introdução
- 7.2 Tipos de vigas-colunas
- 7.3 Equações de interação
- 7.4 Procedimento de Norma
  - Aplicação 7.1
  - Aplicação 7.2
- 7.5 Análise estrutural e efeitos de segunda ordem
  - 7.5.1. Análise Elástica de primeira ordem
  - 7.5.2. Análise Elástica de segunda ordem
  - 7.5.3. Métodos para determinação de  $P-\Delta$  global
    - 7.5.3.1 Método das forças laterais equivalentes
    - 7.5.3.2 Método da amplificação dos esforços solicitantes
  - 7.5.4 Imperfeições iniciais de uma estrutura
    - 7.5.4.1 Método da imperfeição geométrica equivalente
    - 7.5.4.2 Método das forças nocionais
      - Aplicações 7.3, 7.4 e 7.5

## Capítulo 8 – Meios de Ligação

- 8.1 Introdução
- 8.2 Ligações Soldadas
  - 8.2.1 Solda de topo
  - 8.2.2 Soldas de filete

- 8.2.2.1 Ligação entre duas superfícies planas
- 8.2.2.2 Ligação onde uma das superfícies é curva
  - Aplicação 8.1
  - Aplicação 8.2
  - Aplicação 8.3
- 8.3 Ligações Parafusadas
  - 8.3.1 Disposições construtivas
    - 8.3.1.1 Dimensões máximas dos furos
    - 8.3.1.2 Espaçamentos mínimos
    - 8.3.1.3 Espaçamentos máximos
  - 8.3.1.2 Espaçamentos mínimos
  - 8.3.2 Modos de falhas em ligações parafusadas
    - 8.3.2.1 Rasgamento Longitudinal da chapa
    - 8.3.2.2 Esmagamento da borda apoiada
    - 8.3.2.3 Rasgamento transversal da chapa
    - 8.3.2.4 Cisalhamento do parafuso
    - 8.3.2.5 Outros tipos de conexões parafusadas
      - 8.3.2.5.1 Ligações à tração
      - 8.3.2.5.2 Parafuso à tração e corte
    - 8.3.2.6 Ruptura do bloco conectado
      - Aplicação 8.4
      - Aplicação 8.5

## Capítulo 9 - Método da Resistência Direta

- 9.1 Introdução
- 9.2 Método da Resistência Direta
- 9.3 Marcha de Cálculo
  - 9.3.1 Determinação da cargas críticas local e distorcional
  - 9.3.2 Análise dos resultados fornecidos pelo CU-FSM
  - 9.3.3 Análise da flambagem global
    - 9.3.3.1 Observações
  - 9.3.4 Resistência de cálculo da barras comprimidas
    - 9.3.4.1 Colunas pré-qualificadas
    - 9.3.4.2 Flambagem por flexão torção e flexo-torção
      - 9.3.4.2.1 Flambagem local
      - 9.3.4.2.2 Flambagem distorcional
        - Aplicação 9.1
  - 9.3.5 Resistência de cálculo da barras fletidas
    - Aplicação 9.2

## Capítulo 10 - Vigas Mistas

- 10.1 Introdução
- 10.2 Vigas Mistas
  - 10.2.1 Tipos de construção
    - 10.2.1.1 Vigas mistas escoradas
    - 10.2.1.2 Vigas mistas não-escoradas
  - 10.2.2 Vigas bi-apoiadas
- 10.3 Largura efetiva da laje
  - 10.3.1 Largura efetiva – procedimento de norma
- 10.4 Propriedades elásticas da seção
  - 10.4.1 Linha Neutra na viga de aço
    - 10.4.2 Linha Neutra na laje de concreto
      - Aplicação 10.1
- 10.5 Verificação de vigas mistas
  - 10.5.1 Resistência última – construção escorada
    - 10.5.1.1 Interação completa
    - 10.5.1.2 Interação parcial
      - 10.5.1.2.1 Inércia de vigas - Interação parcial
  - 10.5.2 Resistência última – construção não-escorada
  - 10.5.3 Conectores de cisalhamento
    - 10.5.3.1 Conectores tipo pino com cabeça
    - 10.5.3.2 Conectores tipo perfil U
  - 10.5.4 Avaliação da flecha máxima
    - Aplicação 10.2
- 10.6 Cuidados a serem observados

## Anexos

- Anexo A
  - Características Geométricas Especiais
- Anexo B
  - Tabelas de perfil