

Sumário

| | |
|---|-----------|
| PREFÁCIO | 11 |
| 1 AÇOS E PRODUTOS DE AÇO PARA ESTRUTURAS | 13 |
| 1.1 Aços estruturais | 13 |
| 1.2 Perfis estruturais | 15 |
| 1.3 Parafusos | 19 |
| 1.4 Material de solda | 19 |
| 1.5 Durabilidade das estruturas de aço | 20 |
| 2 AÇÕES E SEGURANÇA | 21 |
| 2.1 Critérios de projeto | 21 |
| 2.1.1 Verificação para estado limite último (ELU) | 22 |
| 2.1.2 Verificação para estado limite de serviço (ELS) | 22 |
| 2.2 Ações | 23 |
| 2.3 Carregamentos e combinações de ações | 24 |
| 2.3.1 Combinações de ações para estados limites últimos | 25 |
| 2.3.2 Combinações para estados limites de serviço | 27 |
| 2.4 Exemplo de aplicação | 29 |
| 3 ANÁLISE ESTRUTURAL | 33 |
| 3.1 Considerações gerais | 33 |
| 3.1.1 Efeitos de 2ª ordem | 35 |
| 3.1.2 Influência das imperfeições | 37 |
| 3.1.3 Influência do comportamento das ligações | 38 |
| 3.1.4 Estabilidade estrutural | 38 |

| | |
|--|------------|
| 3.2 Análise estrutural segundo a NBR 8800:2008 | 39 |
| 3.2.1 Classificação quanto à deslocabilidade | 40 |
| 3.2.2 Análise de 1ª ordem elástica | 41 |
| 3.2.3 Análise de 2ª ordem | 42 |
| 3.2.4 Consideração das imperfeições iniciais | 44 |
| 3.3 Exemplo de aplicação | 44 |
| 4 DIMENSIONAMENTO A TRAÇÃO | 51 |
| 4.1 Determinação da resistência de cálculo a tração | 52 |
| 4.1.1 Verificação para estado limite de serviço | 54 |
| 4.2 Exemplo de aplicação | 55 |
| 5 DIMENSIONAMENTO A COMPRESSÃO | 59 |
| 5.1 Instabilidade global – aspectos teóricos | 59 |
| 5.1.1 Carga crítica de flambagem elástica por flexão | 59 |
| 5.1.2 Efeito das imperfeições | 66 |
| 5.2 Instabilidade local – aspectos teóricos | 70 |
| 5.3 Resistência à compressão | 74 |
| 5.3.1 Estados limites últimos | 74 |
| 5.3.2 Estados limites de serviço | 80 |
| 5.4 Exercício | 80 |
| 6 DIMENSIONAMENTO A FLEXÃO SIMPLES | 87 |
| 6.1 Mecanismo de colapso plástico | 87 |
| 6.2 Flambagem lateral | 89 |
| 6.3 Instabilidade local na flexão | 94 |
| 6.4 Dimensionamento de elementos submetidos à flexão | 94 |
| 6.5 Resistência à força cortante | 100 |
| 6.6 Estados limites de serviço | 103 |
| 6.7 Exemplo de aplicação | 103 |
| 7 DIMENSIONAMENTO A FLEXÃO COMPOSTA | 111 |
| 7.1 Verificação de elementos submetidos à flexocompressão | 112 |
| 7.2 Exemplos de aplicação | 113 |
| 7.2.1 Exemplo 7.1 | 113 |
| 7.2.2 Exemplo 7.2 | 121 |
| 8 LIGAÇÕES | 129 |
| 8.1 Introdução | 129 |

| | |
|--|------------|
| 8.1.1 Dispositivos e elementos de ligação | 129 |
| 8.2 Parafusos | 130 |
| 8.2.1 Resistência de parafuso em ligações por contato | 135 |
| 8.2.2 Resistência de parafusos em ligações por atrito | 137 |
| 8.2.3 Efeito alavanca em parafusos tracionados | 141 |
| 8.3 Soldas | 144 |
| 8.3.1 Processos de soldagem com eletrodo revestido | 145 |
| 8.3.2 Processo de soldagem a arco submerso | 148 |
| 8.3.3 Processo de soldagem com proteção gasosa – MIG/MAG | 148 |
| 8.3.4 Processo de soldagem com proteção gasosa com eletrodo de tungstênio – TIG | 149 |
| 8.3.5 Processo de soldagem a arco com arame tubular (FCAW – Flux Cored Arc Welding) | 150 |
| 8.3.6 Tipos de solda e juntas soldadas | 151 |
| 8.3.7 Simbologia para indicação de solda | 152 |
| 8.3.8 Resistência de solda | 154 |
| 8.3.9 Limitações construtivas | 157 |
| 8.4 Elementos de ligação | 158 |
| 8.4.1 Resistência dos elementos de ligação | 159 |
| | |
| 9 RESISTÊNCIA DE LIGAÇÕES | 163 |
| 9.1 Ligações parafusadas | 164 |
| 9.1.1 Grupos de parafusos submetidos a cisalhamento centrado | 164 |
| 9.1.2 Grupos de parafusos submetidos à tração | 171 |
| 9.1.3 Grupos de parafusos submetidos a esforços combinados tração + cisalhamento | 174 |
| 9.2 Ligações soldadas | 176 |
| 9.2.1 Soldas submetidas a esforços axiais centrados | 176 |
| 9.2.2 Soldas submetidas a esforços fora de seu plano | 180 |
| 9.2.3 Soldas submetidas a cisalhamento excêntrico | 183 |
| | |
| 10 LIGAÇÕES VIGA-PILAR | 187 |
| 10.1 Ligação viga-pilar flexível | 190 |
| 10.2 Ligação viga-pilar rígida | 198 |
| | |
| 11 BASE DE PILARES | 207 |
| 11.1 Projeto de bases rotuladas | 208 |
| 11.2 Projeto de bases engastadas | 212 |
| 11.3 Chumbadores | 217 |
| 11.4 Exemplos de aplicação | 219 |

12 ANEXO – TABELA DE PERFIS 227

13 REFERÊNCIAS 259