Estruturas Isostáticas

Márcia Veloso de Menezes

Copyrigt © 2021 Márcia Veloso de Menezes

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transferida por qualquer modo ou meio, sem autorização prévia e escrita do autor

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Menezes, Marcia Veloso de
Estruturas isostáticas / Marcia Veloso de Menezes.
-- 1. ed. -- Belo Horizonte, MG : Ed. da Autora,
2021.

ISBN 978-65-00-17790-9

1. Arquitetura 2. Engenharia I. Título.

21-57381 CDD-620

Índices para catálogo sistemático:

1. Engenharia 620

Aline Graziele Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Índice

1. Introdução ao estudo das estruturas 1
1.1. Conceituação 1
1.2. Lajes 2
1.3. Vigas 4
1.4. Pilares 4
1.5. Fundações 5

2. Estruturas lineares 7
2.1. Tipos de estruturas 7
2.2. Elementos componentes 9
2.2.1. Apoios 10
2.2.2. Articulações 12
2.2.3. Carregamentos – Esforços 12
2.3. Considerações sobre o cálculo de estruturas 14
2.4. Classificação das estruturas pelo grau de sujeição 15

3. Vigas 18
3.1. Introdução 18
3.2. Reações de apoio 19
3.2.1. Introdução 19
3.2.2. Exemplo 1 20
3.2.3. Exemplo 2 21
3.2.4. Exemplo 3 22
3.2.5. Exemplo 4 23
3.2.6. Exemplo 5 24
3.2.7. Exemplo 6 25
3.2.8. Exemplo 7 26
3.2.9. Exemplo 8 27
3.2.10. Exemplo 9 28
3.2.11. Exemplo 10 29
3.3. Esforços Solicitantes 30
3.3.1. Introdução 30
3.3.2. Convenções de sinais 31
3.3.3. Esforços solicitantes em uma seção genérica 32
3.3.4. Exemplo 11 32
3.3.5. Diagramas de esforços solicitantes 35

3.3.6. Exemplo 12 36
3.3.7. Exemplo 13 41
3.3.8. Exemplo 14 43
3.3.9. Exemplo 15 46
3.3.10. Exemplo 16 48
3.3.11. Exemplo 17 51
3.3.12. Exemplo 18 54
3.3.13. Exemplo 19 57
3.3.14. Exemplo 20 60
3.3.15. Exemplo 21 63
3.3.16. Exemplo 22 67

4. Pórticos 71
4.1. Introdução 71
4.2. Reações de apoio 72
4.2.1. Introdução 72
4.2.2. Exemplo 1 73
4.2.3. Exemplo 2 74
4.2.4. Exemplo 3 75
4.2.5. Exemplo 4 76
4.2.6. Exemplo 5 77
4.2.7. Reações de apoio para pórticos triarticulados 79
4.2.8. Exemplo 6 80
4.3. Esforços solicitantes 81
4.3.1. Introdução 81
4.3.2. Convenções de sinais 81
4.3.3. Esforços solicitantes em uma seção genérica S 84
4.3.4. Exemplo 7 84
4.3.5. Diagramas de esforços solicitantes 87
4.3.6. Exemplo 8 87
4.3.7. Exemplo 9 94
4.3.8. Exemplo 10 98
4.3.9. Exemplo 11 103
4.3.10. Exemplo 12 107
4.3.11. Exemplo 13 112
4.3.12. Esforços solicitantes em pórticos triarticulados Exemplo 14 117

5. Treliças 122
5.1. Introdução 122
5.2. Classificação das treliças 123

5.3. Condição de estaticidade 125
5.4. Processos de resolução de treliças simples isostáticas 126
5.4.1. Introdução 126
5.4.2. Método dos nós 126
5.4.2.1. Introdução 126
5.4.2.2. Exemplo 1 127
5.4.2.3. Exemplo 2 129
5.4.3. Método das seções 131
5.4.3.1. Introdução 131
5.4.3.2. Exemplo 3 131
5.4.3.3. Exemplo 4 133
5.5. Processos de resolução de treliças compostas isostáticas 135
5.5.1. Introdução 135
5.5.2. Exemplo 5 136
5.5.3. Exemplo 6 139
5.5.4. Exemplo 7 141
5.6. Processos de resolução de treliças complexas Isostáticas 145
5.6.1. Introdução 145
5.6.2. Exemplo 8 146

6. Arcos 151
6.1. Introdução 151
6.2. Processo de resolução de arcos com apoios no mesmo nível, sujeitos a cargas verticais 151
6.3. Exemplo 1 152
6.4. Processo de resolução de arcos com apoios 156
6.5. em níveis diferentes, sujeitos a cargas verticais 157
6.6. Exemplo 2 158

7. Grelhas 161
7.1. Introdução 161
7.2. Reações de apoio 163
7.2.1. Introdução 163
7.2.2. Exemplo 1 164
7.2.3. Exemplo 2 166
7.3. Esforços solicitantes 167
7.3.1. Introdução 167
7.3.2. Convenções de sinais 169

7.3.3. Esforços solicitantes em uma seção genérica S de uma barra 170
7.3.4. Diagramas de esforços solicitantes 171
7.3.5. Exemplo 3 171
7.3.6. Exemplo 4 176

Aos meus alunos e ex-alunos

que me inspiraram a escrever esse livro

CAPÍTULO 1

INTRODUÇAO AO ESTUDO DAS ESTRUTURAS

1.1. CONCEITUAÇÃO

Estrutura e a parte resistente de um edifício. Nas edificações mais comuns, a estrutura de um edifício é composta por lajes, vigas, pilares, fundações, muros de arrimo, caixa d'água, etc. De uma maneira geral, as lajes recebem as cargas permanentes e as sobrecargas de um edifício e transmitem para as vigas, as vigas transmitem para os pilares e os pilares transmitem as cargas para as fundações. Ver Figura 1.1.

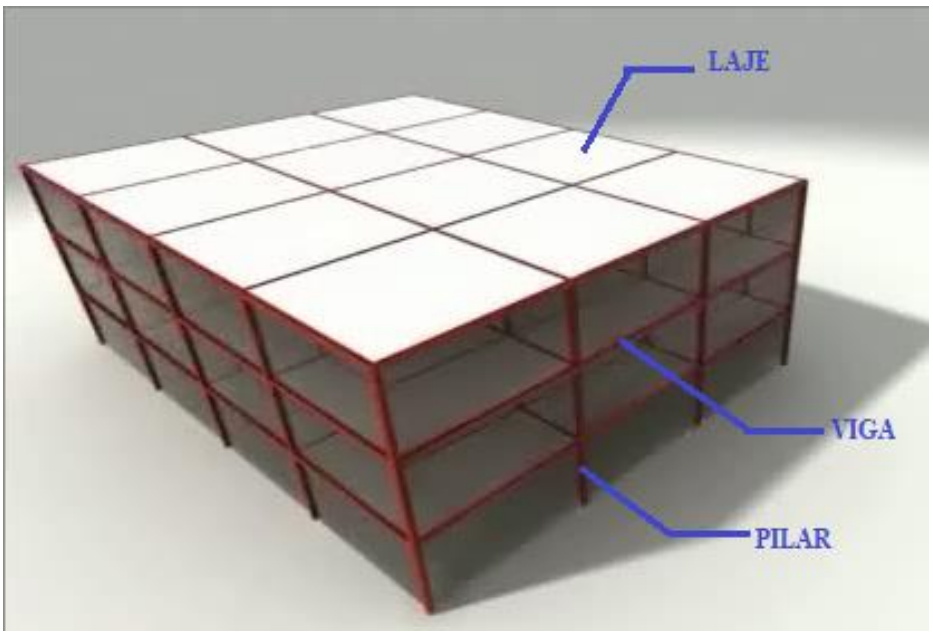


Figura 1.1 – Cargas nos edifícios

1.2. LAJES

As lajes são elementos planos, sujeitos a ações. As ações são transmitidas para as vigas (ou irectamente para os pilares), que servem de apoio para as lajes. As lajes são elementos estruturais bidimensionais, caracterizadas por ter uma dimensão (a espessura) muito menor do que as outras duas dimensões. Outra característica que diferencia as lajes de outros elementos estruturais planos é que o carregamento que nela atua é perpendicular ao seu plano. Existem vários tipos de lajes. Por exemplo: laje maciça (Figura 1.2), pré-fabricadas (Figura 1.3 e Figura 1.4), nervurada (Figura 1.5), de painel alveolar (Figura 1.6), com fôrma incorporada (Figura 1.7).



Figura 1.2 – Laje maciça



Figura 1.3 – Laje pré-fabricada



Figura 1.4 – Laje pré-fabricada

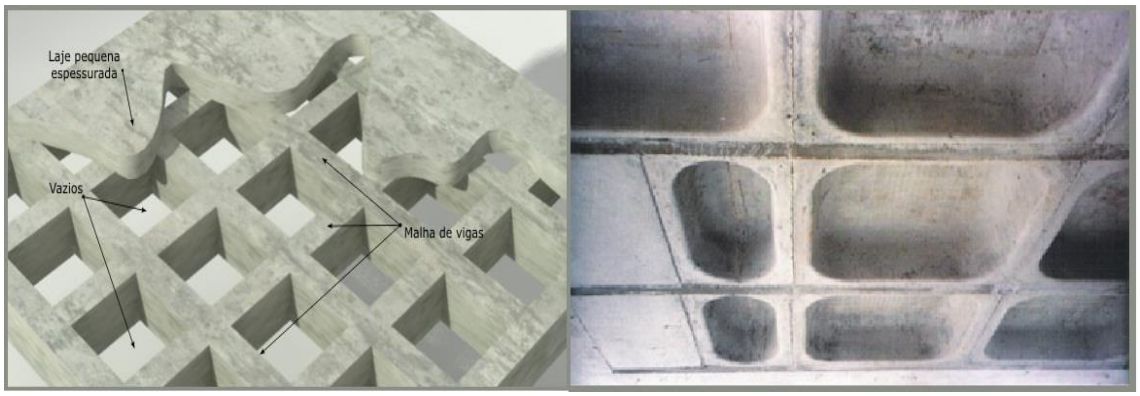


Figura 1.5 – Laje nervurada



Figura 1.6 – Laje de painel alveolar

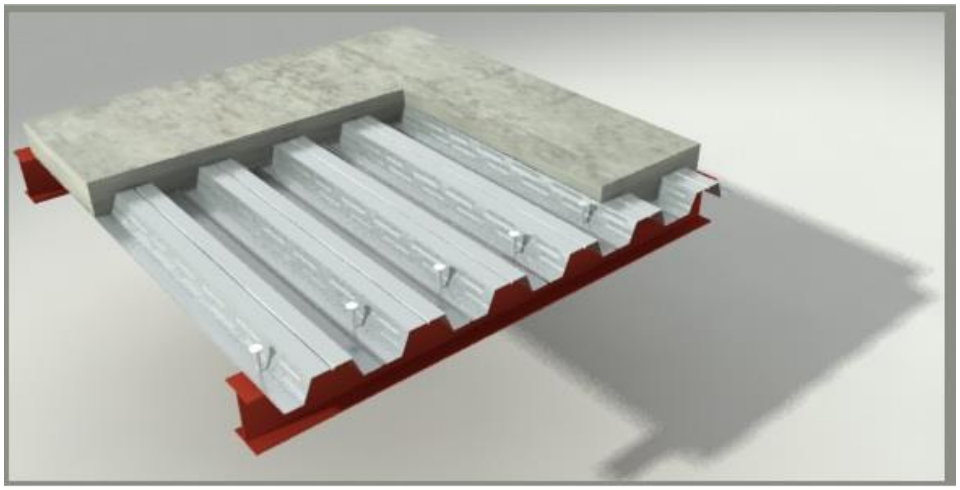


Figura 1.7 – Laje com fôrma incorporada

1.3. VIGAS

As vigas são estruturas lineares e geralmente são usadas no sistema laje-viga-pilar para transferir os esforços verticais oriundos das lajes para os pilares (Figura 1.8 e Figura 1.9).

1.4. PILARES

Um pilar é um elemento estrutural linear usado, geralmente, para receber os esforços verticais de uma edificação e transferi-los para outros elementos, por exemplo, as fundações (Figura 1.7 e Figura 1.8).



Figura 1.8 – Vigas e pilares metálicos



Figura 1.9 – Vigas e pilares de concreto armado

1.5. FUNDAÇOES

São elementos estruturais que recebem as cargas provenientes dos pilares, muros de arrimo, etc. A título de ilustração as Figuras 1.10, 1.11 e 1.12 apresentam alguns tipos de fundações.



Figura 1.10 – Fundação em sapata corrida



Figura 1.11 – Fundação em tubulão



Figura 1.12 – Fundação em estacas

CAPÍTULO 2

ESTRUTURAS LINEARES

2.1. TIPOS DE ESTRUTURAS

As estruturas lineares são compostas por uma ou mais barras. Barra é um elemento estrutural que possui uma das dimensões muito maior que as outras duas. São estruturas lineares: as vigas e pilares (Figura 2.1), os porticos ou quadros (Figura 2.2), as treliças (Figura 2.3), as grelhas (Figura 2.4), os arcos (Figura 2.5)



Figura 2.1 – Vigas e pilares



Figura 2.2 – Pórticos ou quadros



Figura 2.3 – Treliças



Figura 2.4 – Grelhas



Figura 2.5 – Arcos

Geralmente, as barras são representadas pelos seus eixos. Os pontos angulosos e os pontos de encontros de varias barras são chamados nós e os contornos fechados (de barras) são chamados malhas.

As barras de um pórtico estão contidas em um plano e as cargas também estão contidas no mesmo plano. Uma treliça é uma estrutura reticulada que tem todas as ligações entre barras articuladas. Na análise de uma treliça as cargas atuantes, no mesmo plano da treliça, são transferidas para os seus nós. Grelhas são estruturas planas com cargas na direção perpendicular ao plano formado por suas barras.

2.2. ELEMENTOS COMPONENTES

As estruturas lineares planas são compostas por elementos: barras, apoios, articulações, carregamento (Figura 2.6).



Figura 2.6 – Barras, apoios, articulações, carregamento