

PFF – ESTRUTURAS DE AÇO EM PERFIS FORMADOS A FRIO

O MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA

(NOTAS DE AULA)

Luciano Barbosa dos Santos
Professor CTEC/UFAL

(2020)

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

MRD

SCHAFFER & PEKOZ (1998)

Permite a determinação direta do esforço resistente da barra

Curvas de resistência ajustadas experimentalmente

Considera a interação entre as instabilidades local e global



Requer a determinação das forças axiais e momentos fletores de flambagem elástica

Global, Local e Distorcional

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

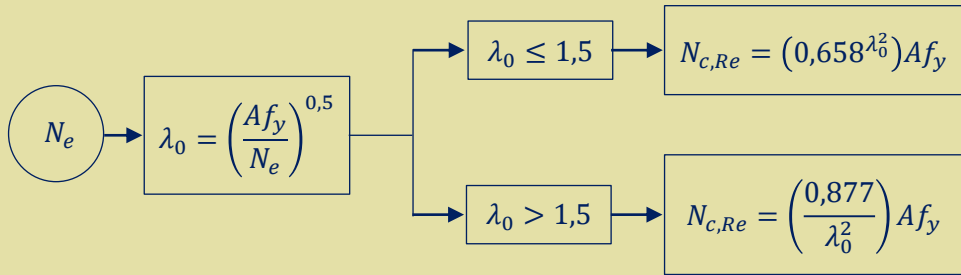
Exercícios



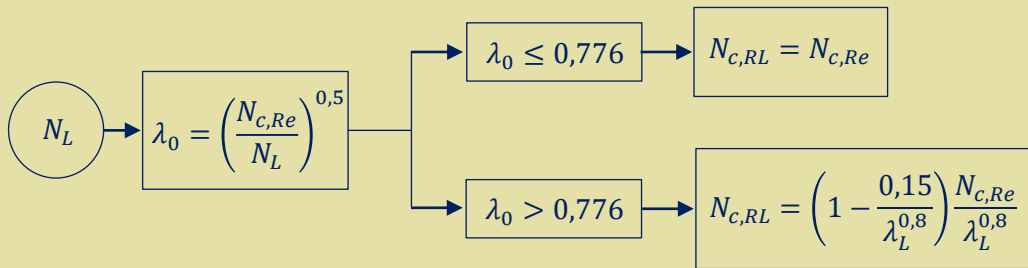
O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

BARRAS SUBMETIDAS À COMPRESSÃO CENTRADA

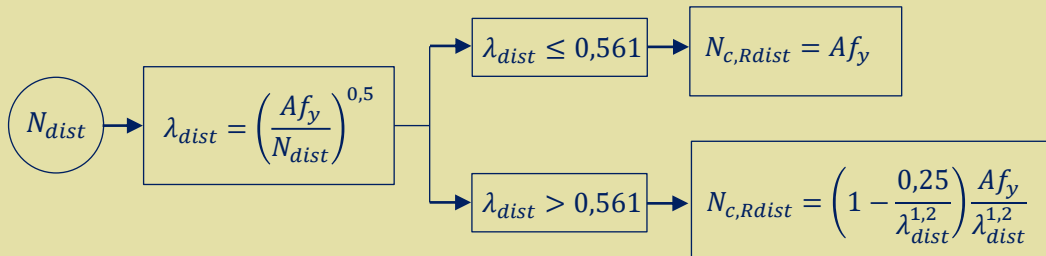
a) Instabilidade Global da Barra por Flexão, Torção ou Flexo-Torção



b) Instabilidade Local



c) Instabilidade por Distorção



$$N_{Rk} = \text{Menor} \begin{pmatrix} N_{Re} \\ N_{RL} \\ N_{Rdist} \end{pmatrix}$$

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{1,2}$$

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

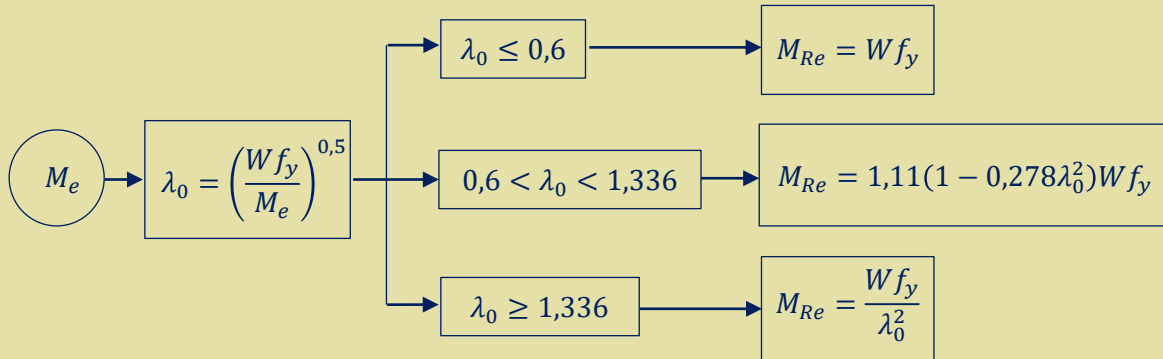
Exercícios



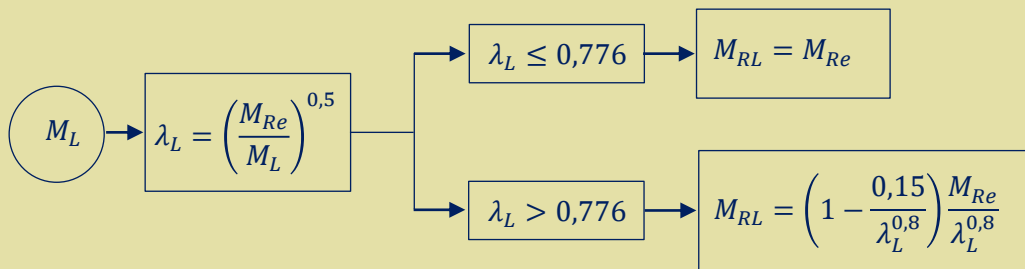
O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

BARRAS SUBMETIDAS À FLEXÃO SIMPLES

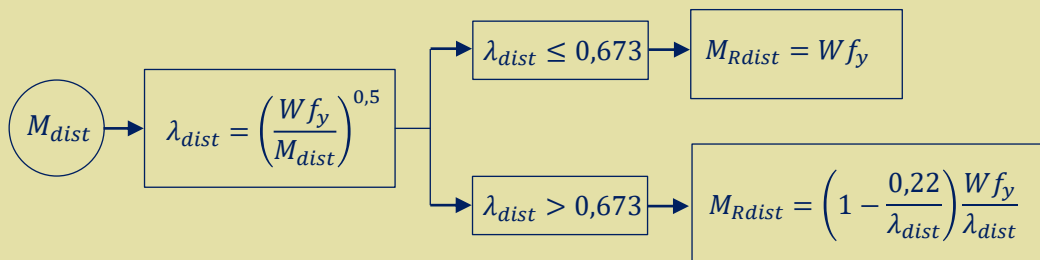
a) Instabilidade Lateral com Torção



b) Instabilidade Local



c) Instabilidade por Distorção



$$M_{Rk} = \text{Menor} \begin{pmatrix} M_{Re} \\ M_{RL} \\ M_{Rdist} \end{pmatrix}$$

$$M_{Rd} = \frac{M_{Rk}}{1,1}$$

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

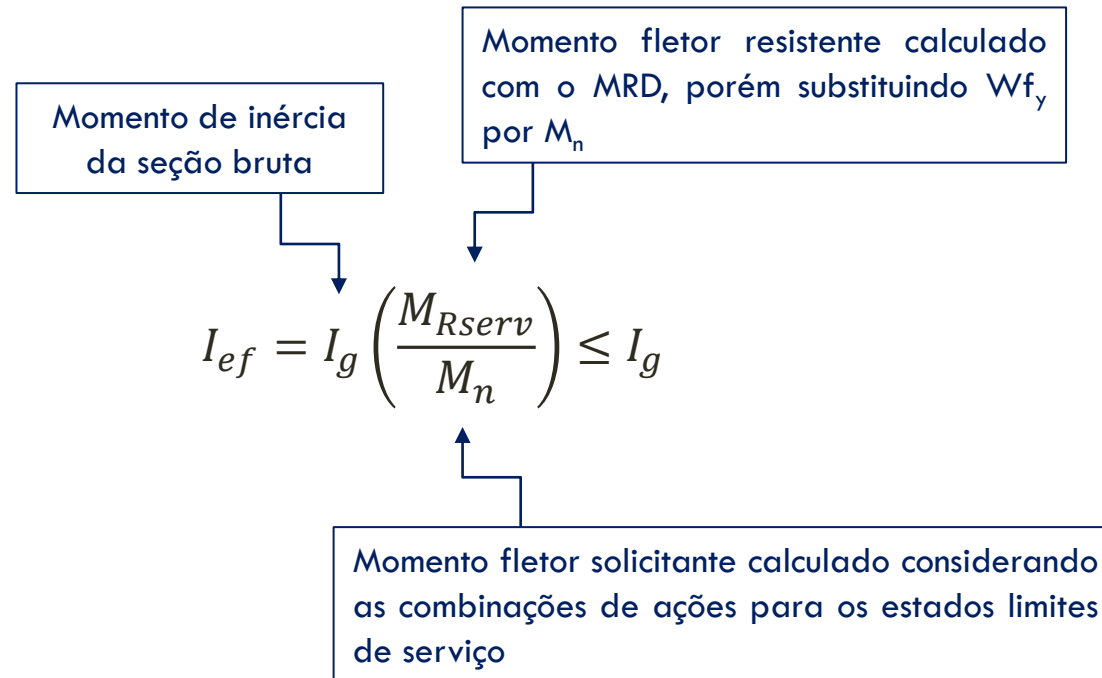
Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

CÁLCULO DOS DESLOCAMENTOS EM BARRAS SUBMETIDAS A FLEXÃO



Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios

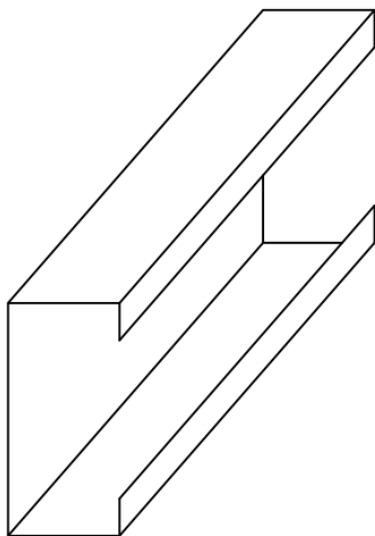


O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

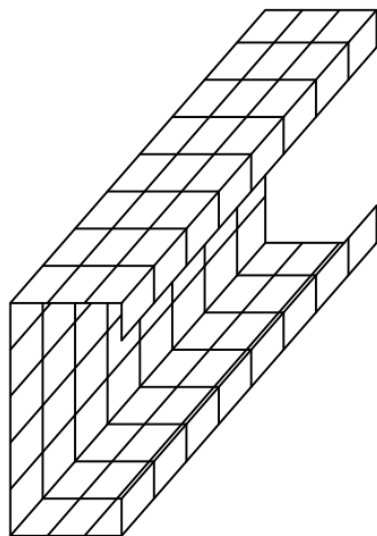
DETERMINAÇÃO DAS FORÇAS AXIAIS E
MOMENTOS FLETORES DE FLAMBAGEM ELÁSTICA



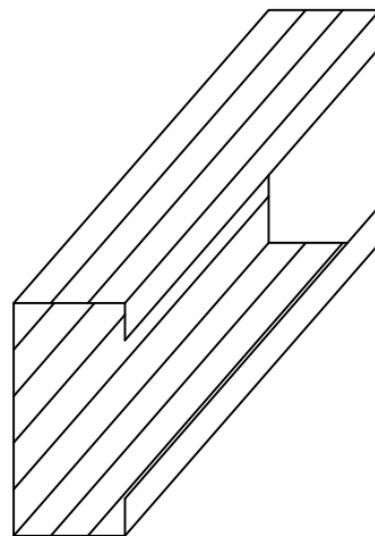
ANÁLISE DE ESTABILIDADE
ELÁSTICA



Perfil Ue



Discretização por
Elementos Finitos



Discretização por
Faixas Finitas

Fonte: acervo do autor

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

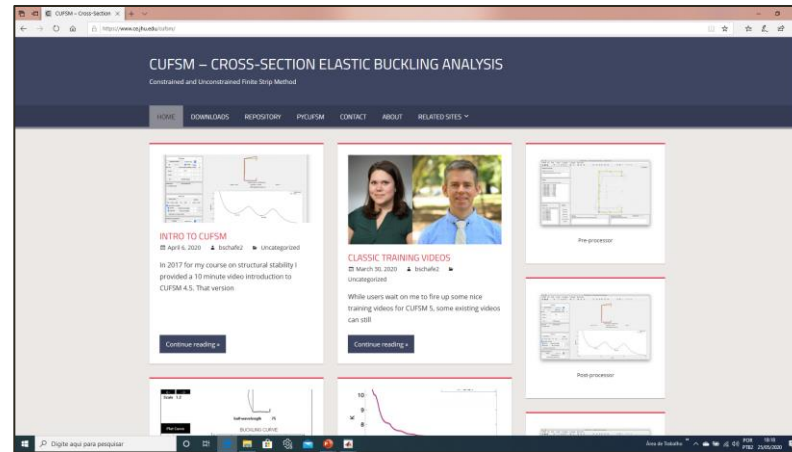
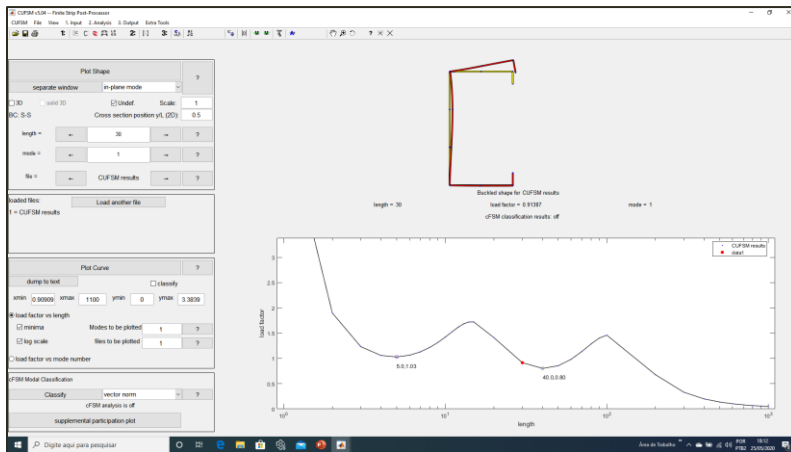
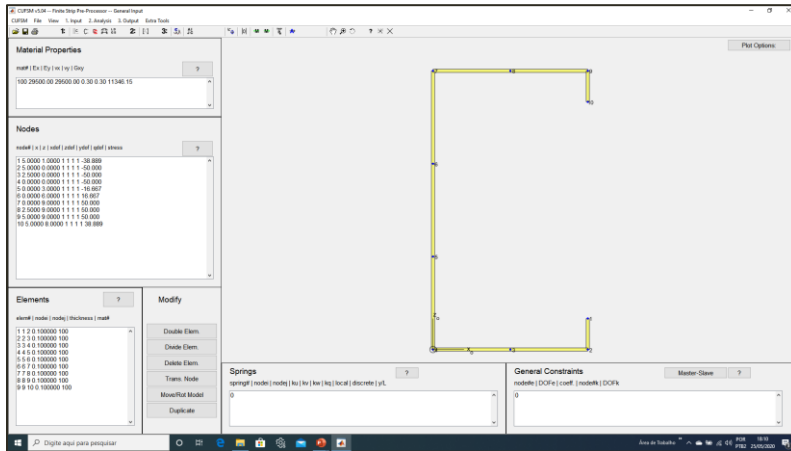
Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio (Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Programa CUFSM

Constrained and Unconstrained Finite Strip Method

By Ben Shafer

Fonte: <https://www.ce.jhu.edu/cufsm/>

Johns Hopkins University

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

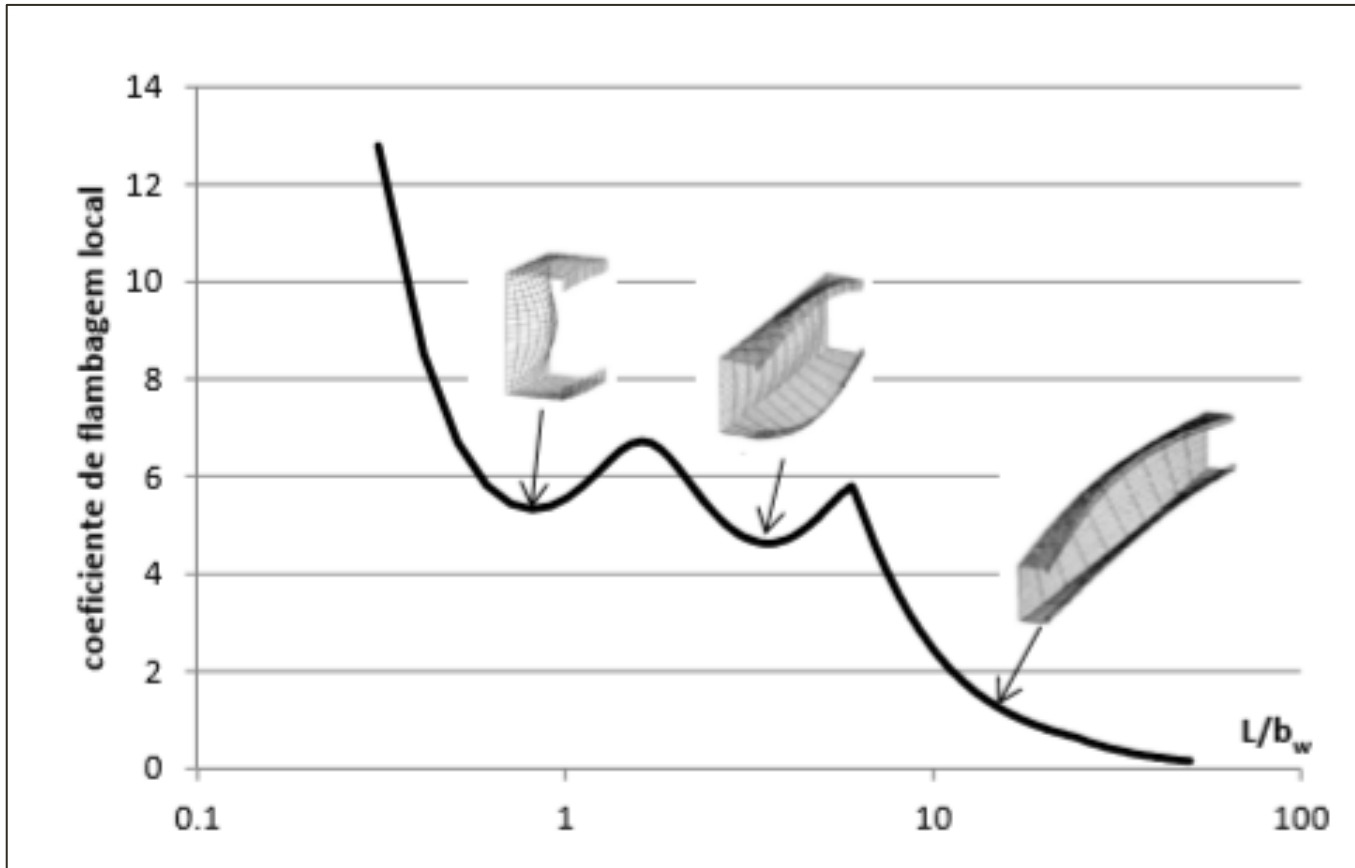
Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

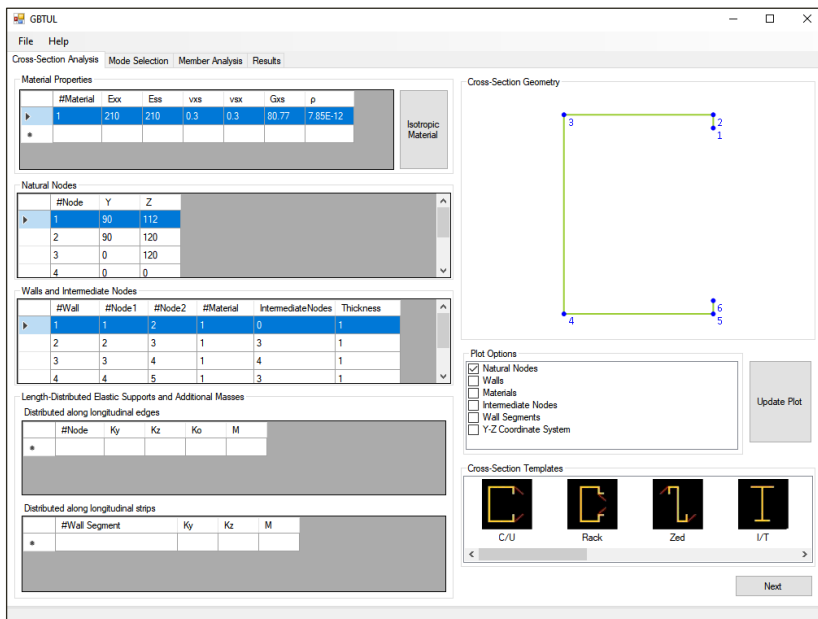
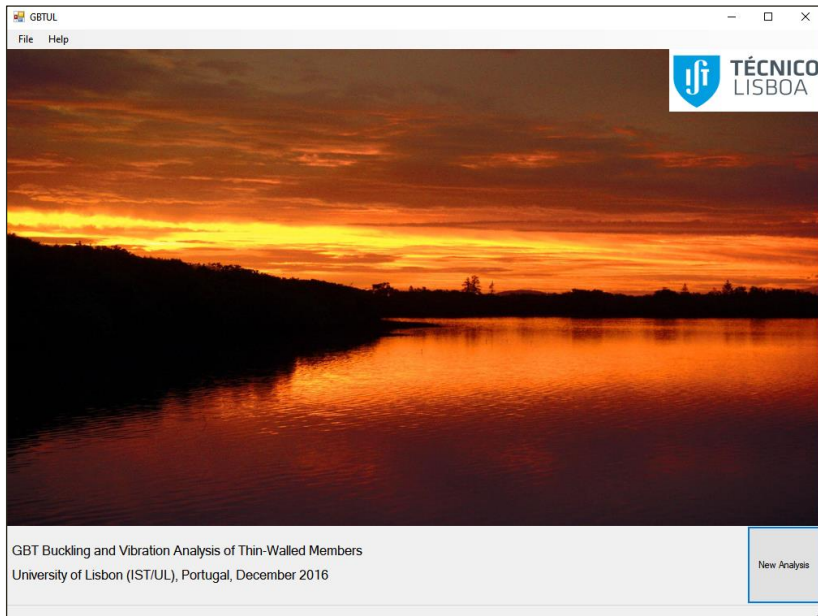
Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Fonte: PIERIN *et al.* (2013)



Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio (Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

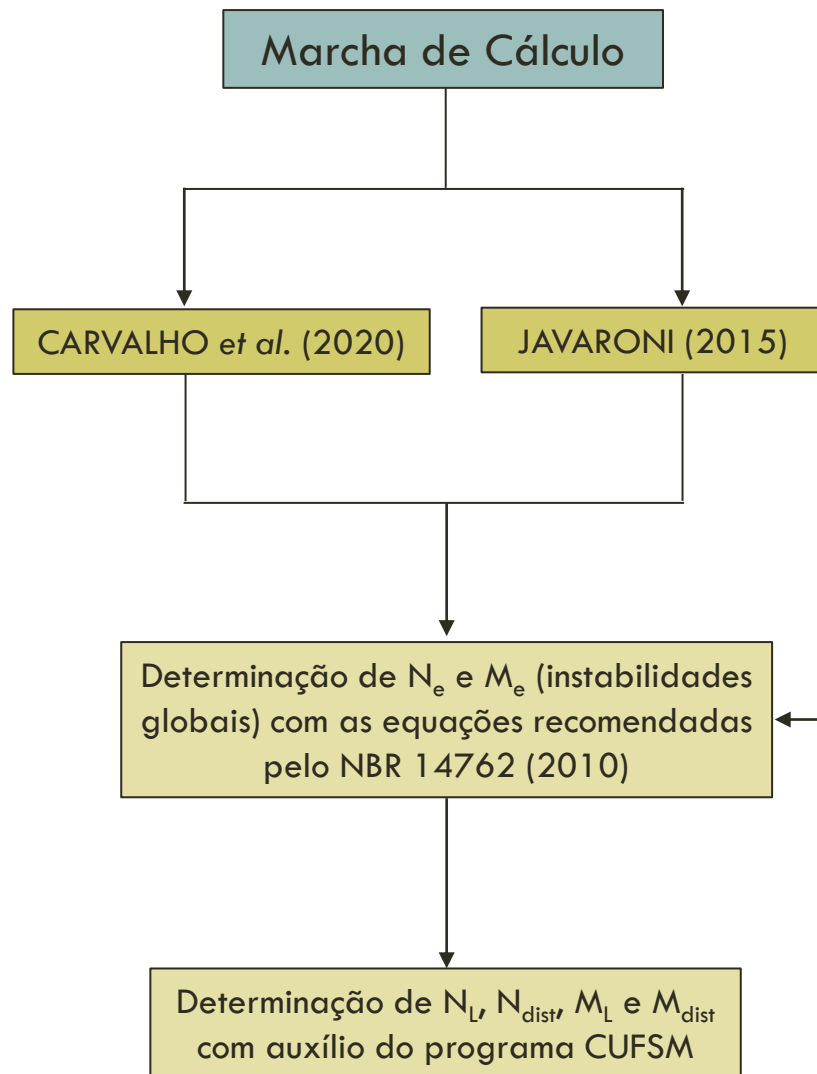
Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Instituto Superior Técnico
Universidade de Lisboa - Portugal
<http://www.civil.ist.utl.pt/gbt/>

Generalised Beam Theory Research Group



Equações da NBR 14762 (2010)

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 EI_x}{(k_x L_x)^2}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 EI_y}{(k_y L_y)^2}$$

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(k_z L_z)^2} + GI_t \right]$$

$$N_{exz} = \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2 \left[1 - \left(\frac{x_0}{r_0} \right)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ex}N_{ez} \left[1 - \left(\frac{x_0}{r_0} \right)^2 \right]}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right]$$

$$M_e = C_b r_0 \sqrt{N_{ey} N_{ez}}$$

$$M_e = 0,5 C_b r_0 \sqrt{N_{ey} N_{ez}}$$

$$M_e = C_b \sqrt{N_{ey} GJ}$$

$$M_e = \frac{C_s N_{ex}}{C_m} \left[J + C_s \sqrt{J^2 + r_0^2 \left(\frac{N_{ez}}{N_{ex}} \right)} \right]$$



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Revista da Estrutura de Aço 
 Volume 2, Número 1 (abril/2013), p. 21-40 ISSN 2238-9377

Forças Normais e Momentos Fletores Críticos de Perfis Formados a Frio
 Igor Pierin¹, Valdir Pignatta Silva^{2*}, Henriette Lebre La Rovere³

¹ Doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, igorpierin@usp.br
² Professor Doutor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Almeida Prado, trav2, n271 - 05508-900 - São Paulo, valpigss@usp.br
³ Professora Associada, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476 - 88040-970 - Florianópolis, henriettelarovere@gmail.com

Critical forces and bending moments of cold-formed steel

Resumo
 O projeto de perfis de aço formados a frio geralmente é condicionado aos fenômenos de instabilidade local, distorcional e global. No Brasil, o dimensionamento desses elementos estruturais é normatizado pela ABNT NBR 14762:2010. A norma brasileira requer o cálculo das forças e momentos fletores críticos nos perfis decorrentes dos fenômenos de flambagem, porém não fornece qualquer procedimento prático para a determinação dos esforços críticos devido à flambagem distorcional. O objetivo deste artigo é apresentar os esforços críticos devido à flambagem local e à distorcional de perfis formados a frio de série comercial, indicados pela ABNT NBR 6355:2003. Os resultados são obtidos usando-se um programa computacional denominado INSTAB, desenvolvido pelos autores.

Palavras-chave: perfis formados a frio, flambagem local, flambagem distorcional, estabilidade, INSTAB.

Abstract
 The design of cold-formed steel profiles is usually conditioned to local, distortional and global buckling. In Brazil, the design of cold-formed steel is standardized by the ABNT NBR 14762:2010. The Brazilian standard requires the calculation of critical normal forces and bending moments in the profiles, however it doesn't provide any practical procedure for their determination. The objective of this paper is to present the critical moments and forces due to local and distortional buckling of the cold formed steel profiles of commercial series, indicated by the ABNT NBR 6355:2003 Code. The results are obtained by using the software INSTAB, developed by the authors.

Keywords: cold-formed, local buckling, distortional buckling, stability, INSTAB.

*autor correspondente 21

Vamos testar os valores apresentados por PIERIN *et al.* (2013)

Programa Computacional INSTAB (Método das Faixas Finitas)

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio (Curso Básico - Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas - UFAL
 Centro de Tecnologia - CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
 Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
 Assunto: PFF - O Método da Resistência Direta (MRD)
 Quantidade de Slides: 17

Expressões da NBR 14762

Aplicações Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF - MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Exemplos de Aplicação

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

EXERCÍCIO 1 – Fonte: JAVARONI (2015)

Dados da Questão

Ue 250 x 100 x 25 x 2,0

A = 12,79cm²

f_y = 300MPa

E = 200.000MPa

k_xL_x = 600cm

k_yL_y = k_yL_y = 200cm

$$N_e = 429,90kN$$

$$N_L = 150,8kN$$

$$N_{dist} = 265,6kN$$

$$N_{c,Rd} = 155kN$$

Ue	N _e (kN)	N _{dist} (kN)	M _{ex} (kNm)	M _{dist} (kNm)	M _{ey} (kNm)
200 x 75 x 25 x 3,35	377,17	553,18	118,35	70,65	13,95
200 x 75 x 25 x 4,75	1063,56	1208,85	326,85	151,55	39,42
200 x 75 x 30 x 6,30	2515,66	2478,60	----	317,57	93,21
200 x 100 x 25 x 2,65	205,11	319,40	48,32	34,40	9,29
200 x 100 x 25 x 3,00	297,04	417,29	69,81	44,77	13,48
200 x 100 x 25 x 3,35	412,85	530,58	96,74	56,68	18,74
200 x 100 x 25 x 3,75	578,02	679,90	134,75	72,22	26,29
200 x 100 x 25 x 4,25	839,86	896,06	194,04	94,74	38,19
200 x 100 x 25 x 4,75	1168,17	1150,73	267,50	120,73	53,23
250 x 85 x 25 x 2,00	61,33	143,87	24,80	25,41	2,64
250 x 85 x 25 x 2,25	87,17	185,49	35,25	32,61	3,76
250 x 85 x 25 x 2,65	142,17	264,86	57,41	46,23	6,13
250 x 85 x 25 x 3,00	205,90	347,93	83,04	60,35	8,87
250 x 85 x 25 x 3,35	286,19	444,61	115,15	76,67	12,33
250 x 85 x 25 x 3,75	399,99	572,03	160,62	98,07	17,27
250 x 85 x 25 x 4,25	580,19	759,67	231,69	129,20	25,09
250 x 85 x 25 x 4,75	805,62	980,44	319,24	165,44	34,90
250 x 85 x 30 x 6,30	1962,36	2075,83	----	350,26	82,66
250 x 100 x 25 x 2,65	149,09	273,15	57,34	41,13	7,21
250 x 100 x 25 x 3,00	215,32	350,94	82,81	53,62	10,44
250 x 100 x 25 x 3,35	300,10	456,68	114,69	68,01	14,53
250 x 100 x 25 x 3,75	420,19	587,19	159,70	86,93	20,35
250 x 100 x 25 x 4,25	610,56	777,07	229,68	114,30	29,57
250 x 100 x 25 x 4,75	849,29	1001,18	315,51	146,13	41,21
300 x 85 x 25 x 2,00	47,88	----	23,06	28,30	2,17
300 x 85 x 25 x 2,25	68,05	----	32,77	36,40	3,08
300 x 85 x 25 x 2,65	110,78	----	53,41	51,76	5,03
300 x 85 x 25 x 3,00	160,45	----	77,25	67,78	7,28
300 x 85 x 25 x 3,35	222,63	----	107,18	86,30	10,12
300 x 85 x 25 x 3,75	311,18	----	149,60	110,73	14,14
300 x 85 x 25 x 4,25	450,58	----	216,11	146,38	20,52
300 x 85 x 25 x 4,75	624,57	----	298,38	188,02	28,49
300 x 85 x 30 x 6,30	1471,93	1639,62	----	397,82	67,46
300 x 100 x 25 x 2,65	115,74	----	56,14	47,04	5,89
300 x 100 x 25 x 3,00	167,62	----	81,17	61,48	8,53
300 x 100 x 25 x 3,35	232,98	367,96	112,60	78,15	11,86
300 x 100 x 25 x 3,75	325,64	474,76	157,12	100,05	16,61
300 x 100 x 25 x 4,25	472,33	632,61	226,66	132,02	24,13
300 x 100 x 25 x 4,75	657,05	818,06	312,46	169,28	33,57

Fonte: PIERIN et al. (2013)

1. Instabilidade Global

$$N_e = 429,90kN \text{ (Expressões da NBR 14762)}$$

$$\lambda_0 = \left(\frac{Af_y}{N_e} \right)^{0,5} = 0,945$$

$$N_{c,Re} = (0,658^{\lambda_0^2}) Af_y = 264,0kN$$

2. Instabilidade Local

$$N_L = 149,09kN \text{ (Pierin et al. 2013)}$$

$$\lambda_L = \left(\frac{N_{c,Re}}{N_L} \right)^{0,5} = 1,327$$

$$N_{c,RL} = \left(1 - \frac{0,15}{\lambda_L^{0,8}} \right) \frac{N_{c,Re}}{\lambda_L^{0,8}} = 185,34kN$$

3. Instabilidade Distorcional

$$N_{dist} = 273,15kN \text{ (Pierin et al. 2013)}$$

$$\lambda_L = \left(\frac{Af_y}{N_{dist}} \right)^{0,5} = 1,185$$

$$N_{c,Rdist} = \left(1 - \frac{0,25}{\lambda_L^{1,2}} \right) \frac{Af_y}{\lambda_L^{1,2}} = 249,2kN$$

4. Esforço Resistente (N_{c,Rd})

$$N_{c,Rk} = \text{Menor}(N_{c,Re}, N_{c,RL}, N_{c,Rdist}) = 185,34kN$$

$$N_{c,Rd} = \frac{N_{c,Rk}}{1,2} = \frac{185,34}{1,2}$$

$$N_{c,Rd} = 154,5kN$$

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico - Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Centro de Tecnologia - CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos

Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07

Assunto: PFF - O Método da Resistência Direta (MRD)

Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF - MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

EXERCÍCIO 2 – Fonte: CAVALHO et al. (2020)

Dados da Questão

U 100 x 50 x 2,0
 $f_y = 300\text{MPa}$
 $E = 200.000\text{MPa}$
 $k_x L_x = 250\text{cm}$
 $k_y L_y = k_y L_y = 125\text{cm}$

$$N_{c,Rd} = 44,98\text{kN}$$

1. Instabilidade Global

$$N_e = 73,52\text{kN} \text{ (Expressões da NBR 14762)}$$

$$\lambda_0 = \left(\frac{Af_y}{N_e} \right)^{0,5} = 1,147$$

$$N_{c,Re} = (0,658\lambda_0^2) Af_y = 55,76\text{kN}$$

2. Instabilidade Local

$$N_L = 84,16\text{kN} \text{ (Pierin et al. 2013)}$$

$$\lambda_L = \left(\frac{N_{c,Re}}{N_L} \right)^{0,5} = 0,814$$

$$N_{c,RL} = \left(1 - \frac{0,15}{\lambda_L^{0,8}} \right) \frac{N_{c,Re}}{\lambda_L^{0,8}} = 54,124\text{kN}$$

3. Esforço Resistente ($N_{c,Rd}$)

$$N_{c,Rk} = \text{Menor}(N_{c,Re}, N_{c,RL}, N_{c,Rdist}) = 185,34\text{kN}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{N_{c,Rk}}{1,2} = \frac{54,12}{1,2}$$

$$N_{c,Rd} = 45,10\text{kN}$$

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Imagem de [OpenClipart-Vectors](#) por [Pixabay](#)

EXERCÍCIO PROPOSTO

Refazer os exercícios 7 e 9 apresentados por SILVA et al. (2014) adotando o MRD e as tabelas apresentadas por PIERIN et al. (2013) e comparar os resultados.

Continuar os testes com outros exercícios!

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](#).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2010). **NBR 14762 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio**. Rio de Janeiro, RJ.

BEBIANO, R., CAMOTIM, D., GONÇALVES, R. (2018). “**GBTUL 2.0 – a second-generation code for the GBT-based buckling and vibration analysis of thin-walled members**”, Thin-Walled Structures, 124, 235-253, 2018.

CARVALHO, P. R. M.; GRIGOLETTI, G.; BARBOSA, G. D. (2020). **Curso básico de perfis formados a frio**. 3ed. Publicado pelos autores. Porto Alegre, RS.

JAVARONI, C. E. (2015). **Estruturas de aço: dimensionamento de perfis formados a frio**. Elsevier editora Ltda. São Paulo, SP.

PIERIN, I.; SILVA, V. P.; ROVERE, H. L. (2013). **Forças normais e momentos fletores críticos de perfis formados a frio**. Revista da estrutura de aço. Volume 2; No. 1. Centro Brasileiro da Construção em Aço.

SCHAFER, B. W.; ÀDANY, S. (2006). “**Buckling analysis of cold-formed steel members using CUFSM: conventional and constrained finite strip methods**”. Eighteenth International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures, Orlando, FL. October 2006.

SILVA, E. L.; PIERIN, I.; SILVA, V. P. (2014). **Estruturas compostas por perfis formados a frio: dimensionamento pelo método das larguras efetivas e aplicação conforme ABNT NBR 14762:2010 e ABNT NBR 6355:2012**. Instituto Aço Brasil, Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro, RJ.

SOFTWARE CUFSM v. 5.04

Disponível em <https://www.ce.jhu.edu/cufsm/> (Último acesso em 20 de junho de 2020).

SOFTWARE GBTUL

<http://www.civil.ist.utl.pt/gbt/> (Último acesso em 14 de julho de 2020).

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

FIM DA AULA

Estruturas de Aço em Perfis Formados a Frio
(Curso Básico – Versão 1)

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC

Prof. Luciano Barbosa dos Santos
Contato: lbsantos@ctec.ufal.br

Número do Arquivo: 07
Assunto: PFF – O Método da Resistência Direta (MRD)
Quantidade de Slides: 17

Expressões da
NBR 14762

Aplicações
Computacionais

Exercícios



O trabalho PFF – MÉTODO DA RESISTÊNCIA DIRETA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).