

PFF – ESTRUTURAS DE AÇO EM PERFIS FORMADOS A FRIO

ASPECTOS GERAIS

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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



Aviso Importante:

O usuário é o único responsável por todo e qualquer uso que venha a fazer deste material, cabendo ao próprio usuário verificar e validar as informações nele apresentadas, ficando as instituições e os autores nele mencionados isentos de quaisquer responsabilidades legais ou de qualquer outra natureza. Ao fazer uso deste material o usuário declara concordar com os termos apresentados.

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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

PARTE 1: INTRODUÇÃO

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: 01

Assunto: PFF – Aspectos Gerais

Quantidade de Slides: 45

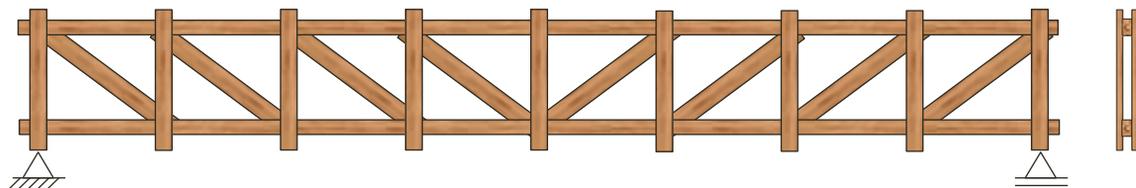
Introdução

Propriedades

Comportamento



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



Fonte: acervo do autor



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

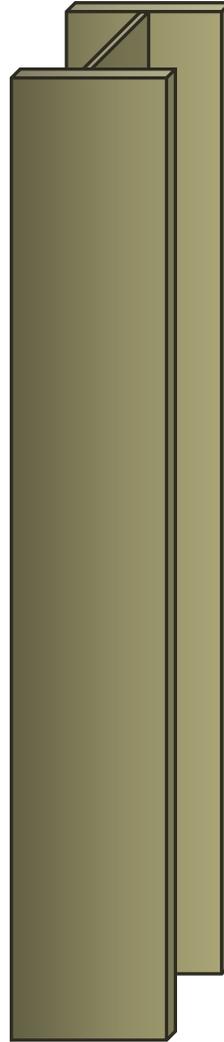
Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

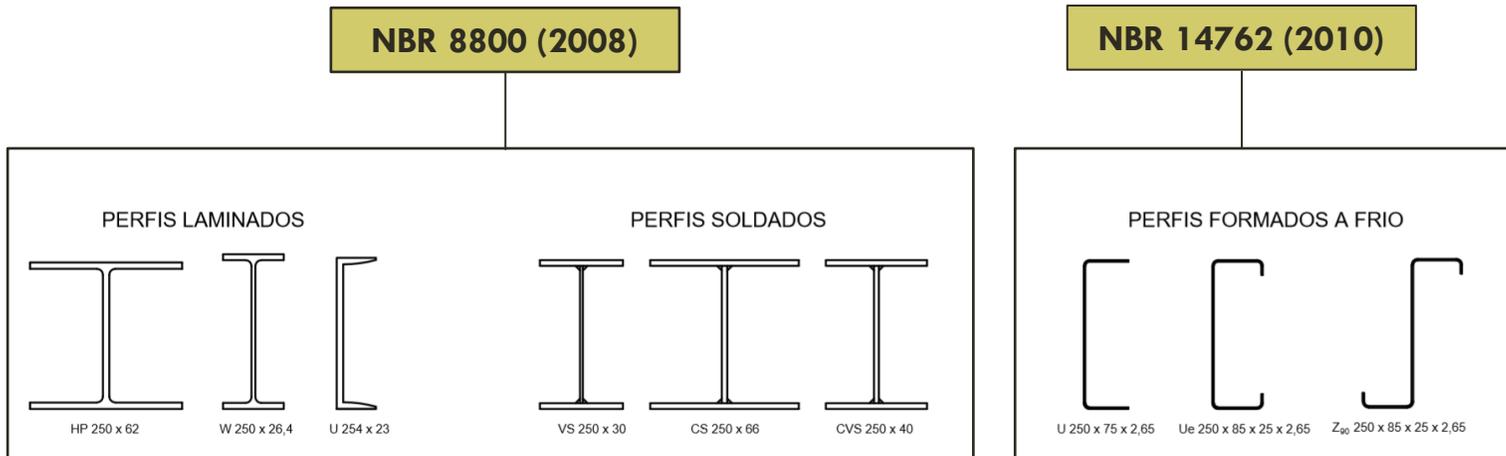
Propriedades

Comportamento



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

TIPOS DE PERFIS



PFF

NBR 14762 (2010)

Perfil obtido por dobramento, em prensa dobradeira, de tiras cortadas de chapas ou bobinas, ou por conformação contínua em conjunto de matrizes rotativas, a partir de bobinas laminadas a frio ou a quente, revestidas ou não, sendo ambas as operações realizadas com o aço em temperatura ambiente.

Espessuras usais 1,20 a 4,75mm

São muito utilizados na prática

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

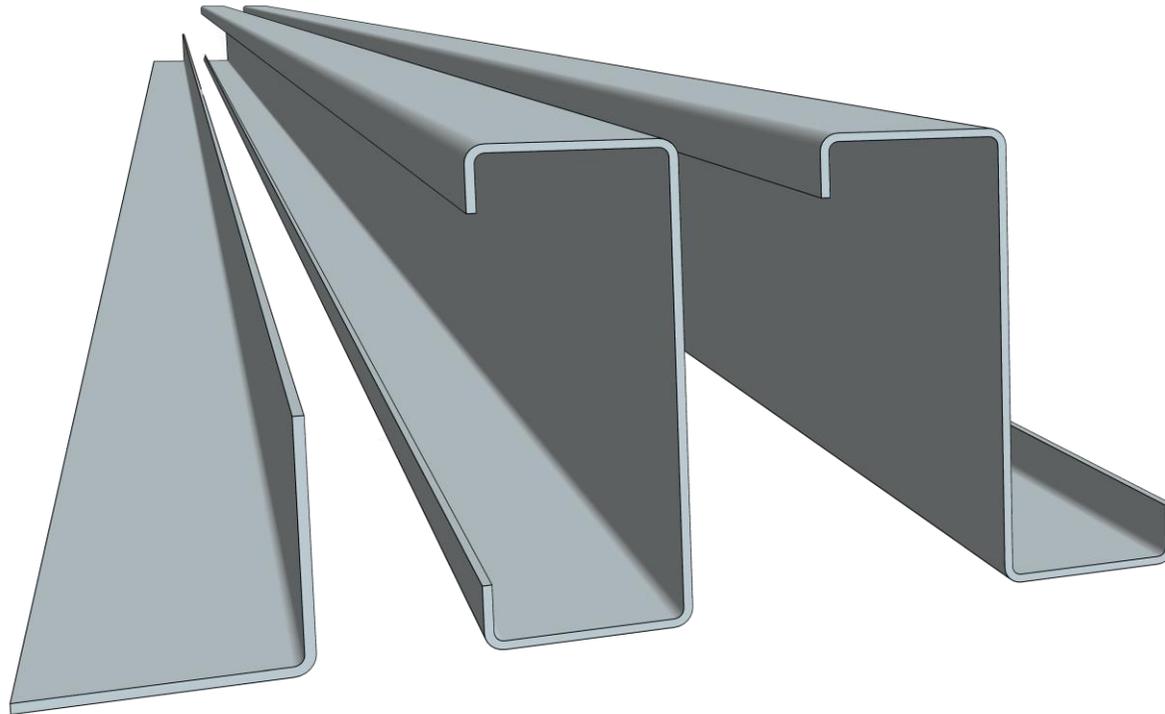
Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

ASPECTO GERAL DOS PERFIS FORMADOS A FRIO



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

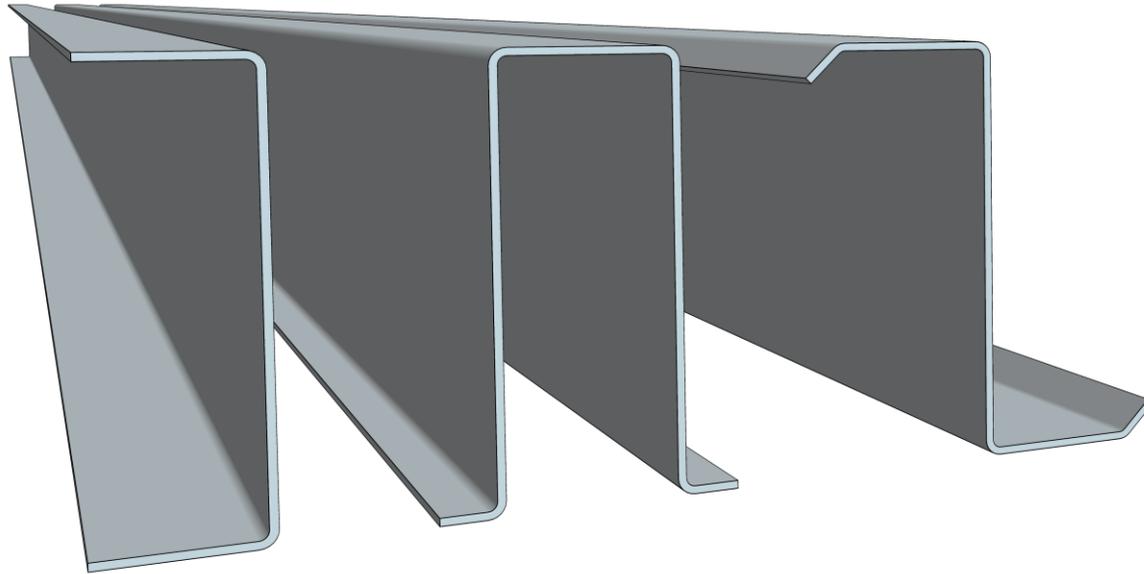
Propriedades

Comportamento



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

ASPECTO GERAL DOS PERFIS FORMADOS A FRIO



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento

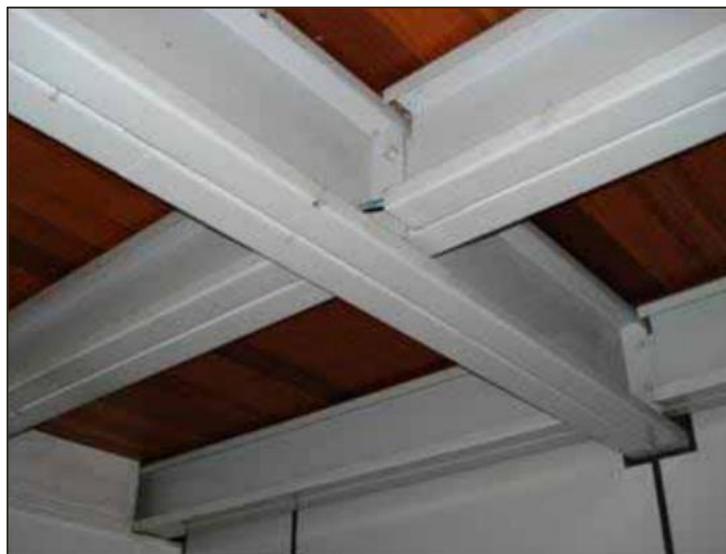


O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhaval 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Perfil I obtido a partir de dois perfis U Simples

Fonte: VIEIRA (2010)



Perfis I obtidos a partir de dois perfis U Enrijecidos

Fonte: VIEIRA (2010)

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

MÉTODOS DE DOBRAMENTO

PROCESSO DESCONTÍNUO USANDO PRENSAS DOBRADEIRAS



Fonte: <https://www.sorg.com.br/dobradeira#LINHAPSS>
Último acesso em 23/03/2020.

PROCESSO CONTÍNUO USANDO PERFILADEIRAS



Fonte: <http://www.zikeli.com.br/en/portfolio/special-roll-formers/>
Último acesso em 23/03/2020.

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

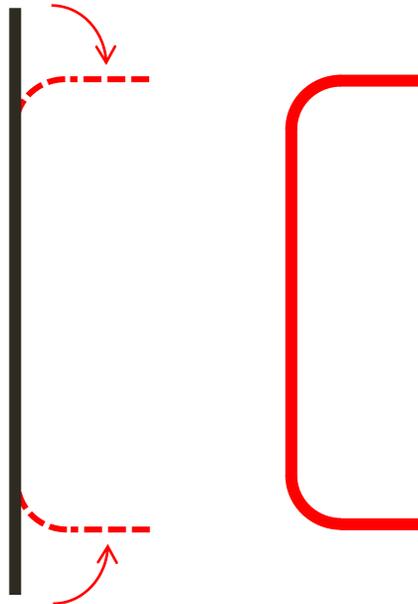
Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

EFEITOS DO TRABALHO A FRIO NO AÇO



Limite de Escoamento	Limite de Ruptura	Ductilidade
↑	↑	↓

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

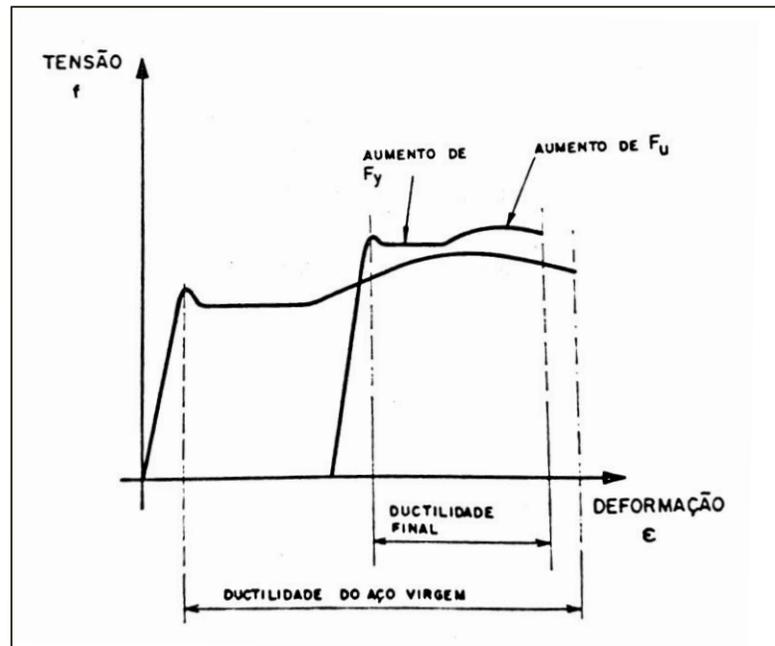
Propriedades

Comportamento



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

EFEITOS DO TRABALHO A FRIO NO AÇO



Fonte: MALITE & SÁLES (1994)

Anexo B
NBR 14762:2010



Aumento da resistência ao escoamento devido ao efeito do trabalho a frio

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

PARTE 2: PROPRIEDADES

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: 01

Assunto: PFF – Aspectos Gerais

Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

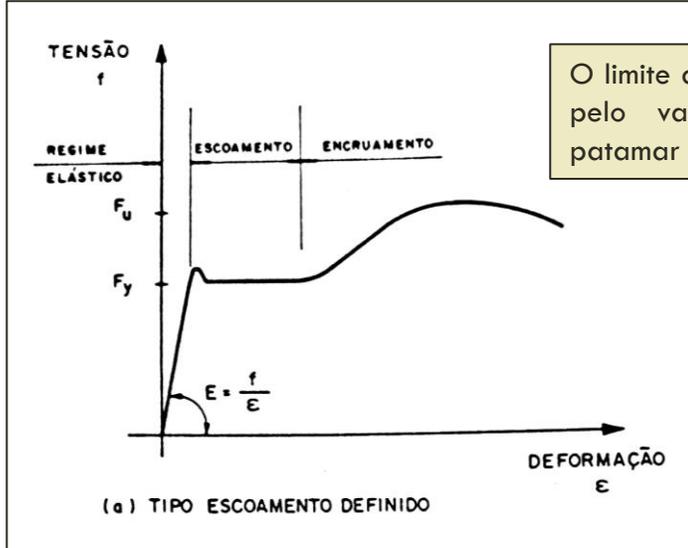
Comportamento



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

CURVAS TENSÃO-DEFORMAÇÃO

AÇOS PRODUZIDOS POR LAMINAÇÃO A QUENTE

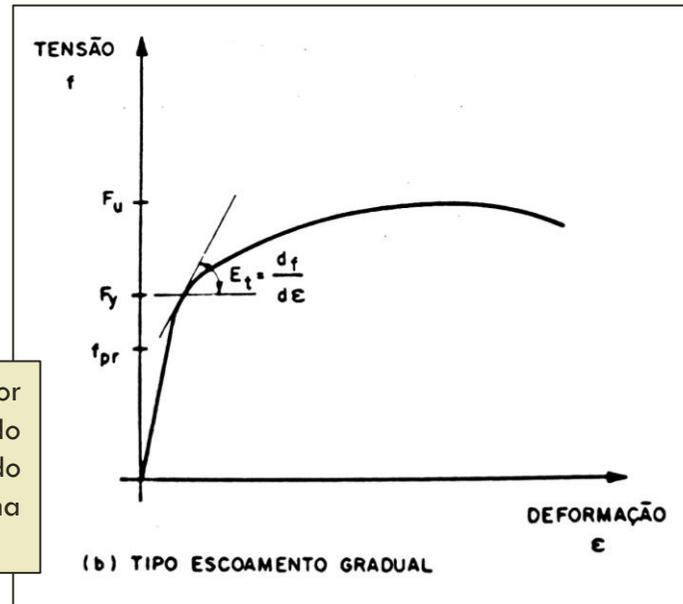


O limite de escoamento é definido pelo valor correspondente ao patamar de escoamento.

Fonte: MALITE & SÁLES (1994)

O limite de escoamento é um valor convencional que pode ser definido pelo método *offset* ou pelo método da tensão correspondente a uma deformação arbitrada.

AÇOS TRABALHADOS A FRIO



Fonte: MALITE & SÁLES (1994)

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

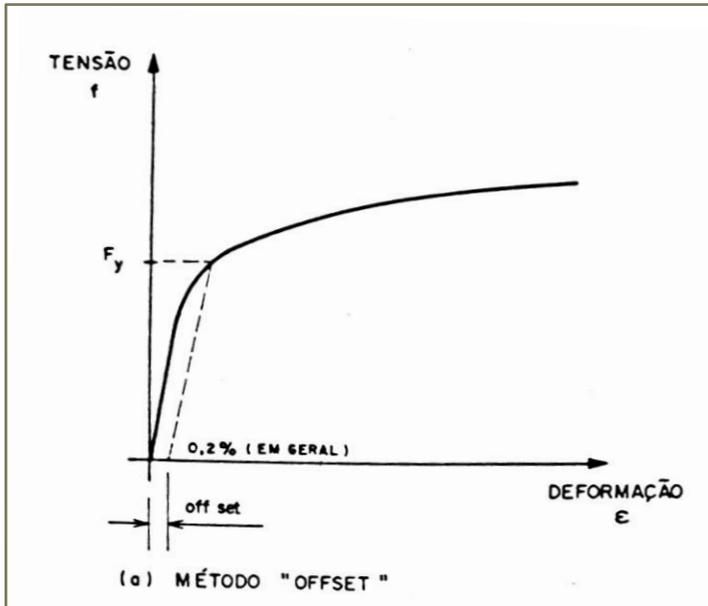
Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

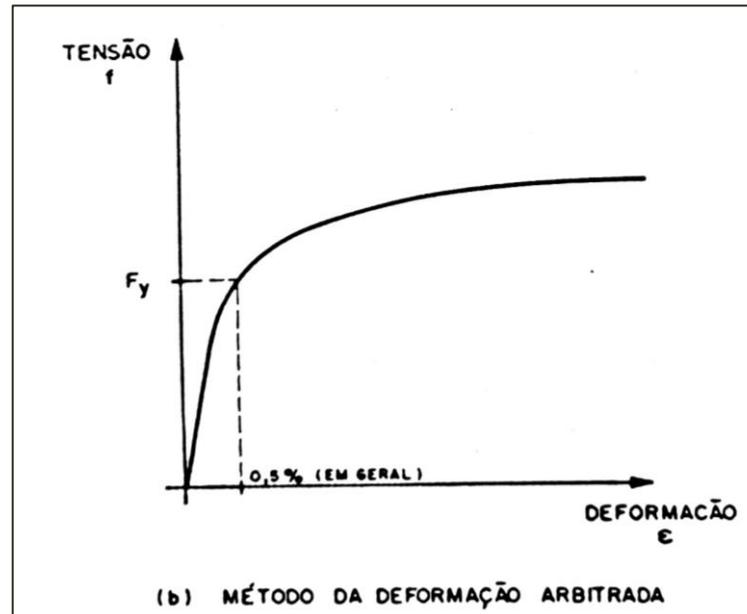
DEFINIÇÃO DO LIMITE DE ESCOAMENTO

No **método *offset*** o limite de escoamento é definido pela intersecção entre a curva tensão-deformação e uma reta paralela ao trecho elástico considerando uma deformação especificada de 0,2%. É utilizado em aços liga e inoxidáveis.



Fonte: MALITE & SÁLES (1994)

No **método da tensão correspondente a um valor arbitrado** o limite de escoamento é o valor correspondente a uma deformação especificada de 0,5%. É muito utilizado para chapas e tiras de aço-carbono de qualidade estrutural.



Fonte: MALITE & SÁLES (1994)

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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

PROPRIEDADES DOS AÇOS EMPREGADOS NOS PFF

RECOMENSAÇÕES DA NBR 14762 (2010)

Utilizar aços com qualificação estrutural;

Devem possuir propriedades mecânicas adequadas para receber o trabalho a frio.

A relação entre a resistência à ruptura e a resistência ao escoamento (f_u/f_y) deve ser maior ou igual a 1,08.

Aços sem qualificação estrutural são tolerados

Devem possuir propriedades mecânicas adequadas ao trabalho a frio.

Deve-se considerar:
 $f_y \leq 180\text{MPa}$
 $f_u \leq 300\text{MPa}$.

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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

PROPRIEDADES DOS AÇOS EMPREGADOS NOS PFF

ESPECIFICAÇÃO	GRAU	f_y (MPa)	f_u (MPa)
ABNT NBR 6649 / ABNT 6650 Chapas finas (a frio / a quente) de aço-carbono	CF-26	260/260	400/410
	CF-28	280/280	440/440
	CF-30	---/300	---/490
ABNT NBR 5004 Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica	FQ32/Q-32	310	410
	FQ35/Q-35	340	450
	Q-40	380	480
	Q-42	410	520
	Q-45	450	550
ABNT NBR 5920 / ABNT NBR 5921 Chapas finas e bobinas finas (a frio / a quente) de aços de baixa liga, resistências à corrosão atmosférica	CFR 400	---/250	---/380
	CFR 500	310/370	450/490
ABNT NBR 7008 / ABNT NBR 7013/ ABNT NBR 14964 Chapas finas e bobinas finas com revestimento metálico	ZAR 250	250	360
	ZAR 280	280	380
	ZAR 320	320	390
	ZAR 345	345	430
	ZAR 400	400	450

Fonte: Tabela 1 da NBR 14762:2010

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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

PROPRIEDADES DOS AÇOS EMPREGADOS NOS PFF

Alguns aços empregados no Brasil, designados por seus nomes comerciais ou pelos nomes como são conhecidos no mercado nacional

CARACTERÍSTICA	DESIGNAÇÃO	f_y (MPa)	f_u (MPa)	Espessuras Disponíveis (mm)
Aço Estrutural	ASTM A 36	250	400	2,0 a 150
	ASTM A570 GR36	250	365	2,0 a 5,84
	ASTM A570 GR50	345	450	2,0 a 5,84
Aço Patinável	COS-AR-COR 400	250	380	2,0 a 100
	COS-AR-COR 400 E	300	380	2,0 a 12,7
	COS-AR-COR 500	375	490	2,65 a 50,8
	CSN-COR 420	300	420	2,0 a 6,3
	USI-SAC-300	300	400	2,0 a 12,7
	USI-SAC-350	350	485	2,0 a 12,7
Aço Estrutural Especial	COS-CIVIL 300	300	400	2,0 a 150
	COS-CIVIL 350	350	490	2,65 a 50,8
	USI-LN 380	380	490	2,0 a 12,7

Fonte: CARVALHO *et al.* (2020) – Adaptado

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

PROPRIEDADES GERAIS DO AÇO

Módulo de Elasticidade	$E = 200.000\text{MPa}$	$E = 20.000\text{kN/cm}^2$
Módulo de Elasticidade Transversal	$G = 77.000\text{MPa}$	$G = 7.700\text{kN/cm}^2$
Coefficiente de Poisson	$\nu = 0,3$	
Coefficiente de Dilatação Térmica	$\beta = 1,2 \times 10^5\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	
Massa Específica	$\rho = 7.850\text{ kg/m}^3$	$\rho = 78,50\text{ kN/m}^3$

Importante levar em consideração aspectos relacionados com a durabilidade dos materiais e com a construção em si



- Utilização prevista e desempenho esperado da edificação;
- Questões ambientais e corrosão do aço;
- Composição química e propriedades mecânicas dos materiais;
- Os efeitos decorrentes da associação de materiais diferentes;
- Detalhes construtivos, em especial as ligações;
- Controle da qualidade na fabricação e na montagem da estrutura

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

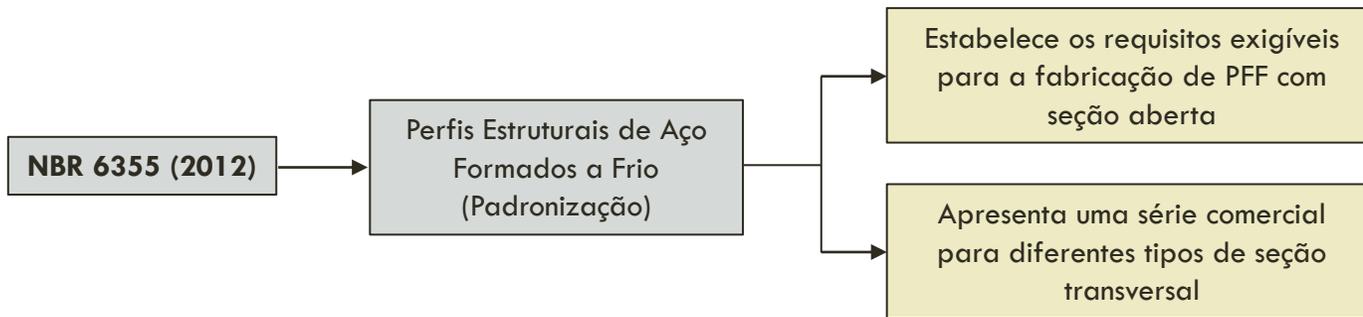
Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

PADRONIZAÇÃO DOS PERFIS FORMADOS A FRIO



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

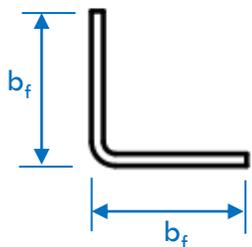
Introdução Propriedades Comportamento 



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

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO PERFIL U SIMPLES																								
DESIGNAÇÃO DO PERFIL	Dimensões do Perfil			Elementos Primários								Massa do Perfil (kg/m)	Propriedades Geométricas da Seção Transversal											
	b _w	b _f	t	r ₁ (cm)	r _m (cm)	a (cm)	b (cm)	a _m (cm)	b _w (cm)	u ₁ (cm)	A (cm ²)		x _g (cm)	x ₀ (cm)	I _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	r _x (cm)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	r _y (cm)	I _z (cm ⁴)	C _w (cm ⁶)	r _z (cm)	
U 50 x 25 x 1,20	50	25	1,20	0,12	0,18	4,52	2,26	4,88	2,44	0,28	0,90	1,15	0,68	1,54	4,54	1,82	1,99	0,72	0,39	0,79	0,006	3,03	2,63	
U 50 x 25 x 1,50	50	25	1,50	0,15	0,23	4,40	2,20	4,85	2,43	0,35	1,12	1,43	0,69	1,53	5,54	2,21	1,97	0,88	0,49	0,78	0,011	3,67	2,61	
U 50 x 25 x 2,00	50	25	2,00	0,20	0,30	4,20	2,10	4,80	2,40	0,47	1,47	1,87	0,72	1,52	7,07	2,83	1,95	1,13	0,63	0,78	0,025	4,64	2,59	
U 50 x 25 x 2,25	50	25	2,25	0,23	0,34	4,10	2,05	4,78	2,39	0,53	1,64	2,08	0,73	1,51	7,79	3,12	1,93	1,25	0,70	0,77	0,035	5,09	2,57	
U 50 x 25 x 2,65	50	25	2,65	0,27	0,40	3,94	1,97	4,74	2,37	0,62	1,90	2,42	0,75	1,50	8,85	3,54	1,91	1,42	0,81	0,77	0,057	5,75	2,55	
U 50 x 25 x 3,00	50	25	3,00	0,30	0,45	3,80	1,90	4,70	2,35	0,71	2,12	2,70	0,77	1,50	9,71	3,89	1,90	1,57	0,91	0,76	0,081	6,27	2,53	
U 75 x 40 x 1,20	75	40	1,20	0,12	0,18	7,02	3,76	7,38	3,94	0,28	1,42	1,81	1,09	2,53	16,67	4,44	3,03	2,97	1,02	1,28	0,009	28,54	4,15	
U 75 x 40 x 1,50	75	40	1,50	0,15	0,23	6,90	3,70	7,35	3,93	0,35	1,77	2,25	1,10	2,52	20,50	5,47	3,02	3,67	1,27	1,28	0,017	34,98	4,14	
U 75 x 40 x 2,00	75	40	2,00	0,20	0,30	6,70	3,60	7,30	3,90	0,47	2,33	2,97	1,13	2,51	26,60	7,09	2,99	4,78	1,66	1,27	0,040	45,13	4,11	
U 75 x 40 x 2,25	75	40	2,25	0,23	0,34	6,60	3,55	7,28	3,89	0,53	2,61	3,32	1,14	2,51	29,52	7,87	2,98	5,32	1,86	1,27	0,056	49,94	4,10	
U 75 x 40 x 2,65	75	40	2,65	0,27	0,40	6,44	3,47	7,24	3,87	0,62	3,04	3,88	1,16	2,50	34,01	9,07	2,96	6,15	2,16	1,26	0,091	57,28	4,07	
U 75 x 40 x 3,00	75	40	3,00	0,30	0,45	6,30	3,40	7,20	3,85	0,71	3,42	4,35	1,17	2,49	37,76	10,07	2,94	6,85	2,42	1,25	0,130	63,34	4,06	
U 75 x 40 x 3,35	75	40	3,35	0,34	0,50	6,16	3,33	7,17	3,83	0,79	3,79	4,82	1,19	2,48	41,34	11,02	2,93	7,52	2,68	1,25	0,180	69,09	4,04	
U 75 x 40 x 3,75	75	40	3,75	0,38	0,56	6,00	3,25	7,13	3,81	0,88	4,20	5,35	1,21	2,48	45,23	12,06	2,91	8,26	2,96	1,24	0,251	75,27	4,02	
U 75 x 40 x 4,25	75	40	4,25	0,43	0,64	5,80	3,15	7,08	3,79	1,00	4,71	5,99	1,23	2,47	49,81	13,28	2,88	9,14	3,30	1,23	0,361	82,46	3,99	
U 75 x 40 x 4,75	75	40	4,75	0,48	0,71	5,60	3,05	7,03	3,76	1,12	5,20	6,62	1,26	2,46	54,07	14,42	2,86	9,97	3,64	1,23	0,497	89,06	3,96	
U 100 x 40 x 1,20	100	40	1,20	0,12	0,18	9,52	3,76	9,88	3,94	0,28	1,66	2,11	0,94	2,27	32,33	6,47	3,91	3,25	1,06	1,24	0,010	56,25	4,69	
U 100 x 40 x 1,50	100	40	1,50	0,15	0,23	9,40	3,70	9,85	3,93	0,35	2,06	2,63	0,96	2,26	39,88	7,98	3,90	4,01	1,32	1,24	0,020	69,11	4,67	
U 100 x 40 x 2,00	100	40	2,00	0,20	0,30	9,20	3,60	9,80	3,90	0,47	2,72	3,47	0,98	2,25	51,99	10,40	3,87	5,23	1,73	1,23	0,046	89,52	4,64	
U 100 x 40 x 2,25	100	40	2,25	0,23	0,34	9,10	3,55	9,78	3,89	0,53	3,05	3,88	0,99	2,25	57,82	11,56	3,86	5,82	1,93	1,22	0,065	99,25	4,63	
U 100 x 40 x 2,65	100	40	2,65	0,27	0,40	8,94	3,47	9,74	3,87	0,62	3,56	4,54	1,01	2,24	66,87	13,37	3,84	6,74	2,25	1,22	0,106	114,20	4,61	
U 100 x 40 x 3,00	100	40	3,00	0,30	0,45	8,80	3,40	9,70	3,85	0,71	4,01	5,10	1,02	2,23	74,48	14,90	3,82	7,52	2,53	1,21	0,153	126,66	4,59	
U 100 x 40 x 3,35	100	40	3,35	0,34	0,50	8,66	3,33	9,67	3,83	0,79	4,44	5,66	1,04	2,22	81,83	16,37	3,80	8,27	2,79	1,21	0,212	138,56	4,57	
U 100 x 40 x 3,75	100	40	3,75	0,38	0,56	8,50	3,25	9,63	3,81	0,88	4,94	6,29	1,06	2,21	89,89	17,98	3,78	9,09	3,09	1,20	0,294	151,48	4,54	
U 100 x 40 x 4,25	100	40	4,25	0,43	0,64	8,30	3,15	9,58	3,79	1,00	5,54	7,06	1,08	2,20	99,49	19,90	3,75	10,08	3,45	1,20	0,424	166,66	4,51	
U 100 x 40 x 4,75	100	40	4,75	0,48	0,71	8,10	3,05	9,53	3,76	1,12	6,13	7,81	1,10	2,19	108,55	21,71	3,73	11,02	3,80	1,19	0,587	180,78	4,48	
U 100 x 40 x 6,30	100	40	6,30	0,63	0,95	7,48	2,74	9,37	3,69	1,48	7,88	10,04	1,18	2,15	133,35	26,67	3,65	13,60	4,82	1,16	1,326	218,30	4,39	
U 100 x 50 x 1,20	100	50	1,20	0,12	0,18	9,52	4,76	9,88	4,94	0,28	1,85	2,35	1,30	3,10	38,19	7,64	4,03	5,99	1,62	1,60	0,011	102,97	5,33	
U 100 x 50 x 1,50	100	50	1,50	0,15	0,23	9,40	4,70	9,85	4,93	0,35	2,30	2,93	1,32	3,09	47,15	9,43	4,01	7,41	2,01	1,59	0,022	126,77	5,31	
U 100 x 50 x 2,00	100	50	2,00	0,20	0,30	9,20	4,60	9,80	4,90	0,47	3,04	3,87	1,34	3,08	61,59	12,32	3,99	9,71	2,65	1,58	0,052	164,78	5,28	
U 100 x 50 x 2,25	100	50	2,25	0,23	0,34	9,10	4,55	9,78	4,89	0,53	3,40	4,33	1,35	3,07	68,57	13,71	3,98	10,82	2,97	1,58	0,073	183,02	5,27	
U 100 x 50 x 2,65	100	50	2,65	0,27	0,40	8,94	4,47	9,74	4,87	0,62	3,98	5,07	1,37	3,07	79,42	15,88	3,96	12,57	3,46	1,57	0,119	211,18	5,25	
U 100 x 50 x 3,00	100	50	3,00	0,30	0,45	8,80	4,40	9,70	4,85	0,71	4,48	5,70	1,39	3,06	88,60	17,72	3,94	14,05	3,89	1,57	0,171	234,81	5,23	
U 100 x 50 x 3,35	100	50	3,35	0,34	0,50	8,66	4,33	9,67	4,83	0,79	4,97	6,33	1,41	3,05	97,48	19,50	3,92	15,49	4,31	1,56	0,237	257,51	5,21	
U 100 x 50 x 3,75	100	50	3,75	0,38	0,56	8,50	4,25	9,63	4,81	0,88	5,52	7,04	1,42	3,04	107,26	21,45	3,90	17,09	4,78	1,56	0,330	282,34	5,19	
U 100 x 50 x 4,25	100	50	4,25	0,43	0,64	8,30	4,15	9,58	4,79	1,00	6,21	7,91	1,45	3,03	118,97	23,79	3,88	19,01	5,35	1,55	0,476	311,76	5,16	
U 100 x 50 x 4,75	100	50	4,75	0,48	0,71	8,10	4,05	9,53	4,76	1,12	6,88	8,76	1,47	3,02	130,09	26,02	3,85	20,86	5,91	1,54	0,658	339,43	5,13	
U 100 x 50 x 6,30	100	50	6,30	0,63	0,95	7,48	3,74	9,37	4,69	1,48	8,87	11,30	1,55	2,99	161,01	32,20	3,78	26,07	7,55	1,52	1,493	414,74	5,05	

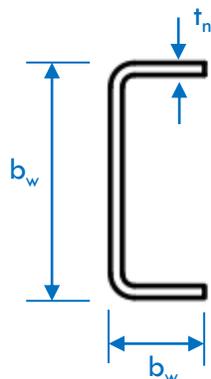
Fonte: acervo do autor



Cantoneira de Abas Iguais

Designação: L $b_f \times t_n$

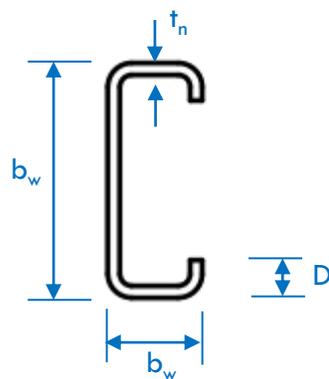
Exemplo: L 50 x 3,00



Perfil U Simples

Designação: U $b_w \times b_f \times t_n$

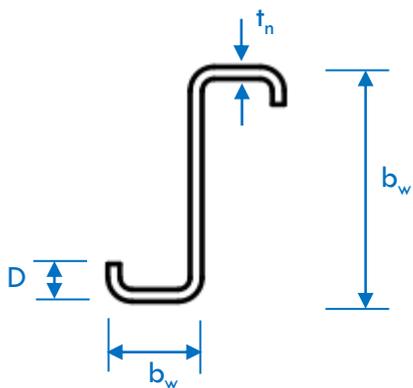
Exemplo: U 150 x 50 x 2,65



Perfil U Enrijecido

Designação: Ue $b_w \times b_f \times D \times t_n$

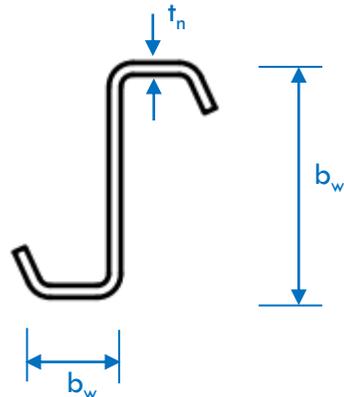
Exemplo: Ue 150 x 60 x 20 x 2,65



Perfil Z Enrijecido a 90°

Designação: Z₉₀ $b_w \times b_f \times D \times t_n$

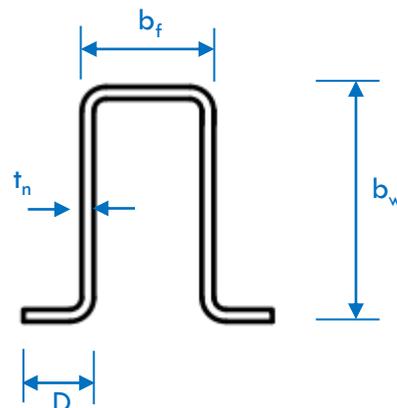
Exemplo: Z₉₀ 150 x 60 x 20 x 2,65



Perfil Z Enrijecido a 45°

Designação: Z₄₅ $b_w \times b_f \times D \times t_n$

Exemplo: Z₄₅ 150 x 60 x 20 x 2,65



Perfil Cartola

Designação: Cr $b_w \times b_f \times D \times t_n$

Exemplo: Cr 150 x 60 x 20 x 2,65



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

DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DA SEÇÃO

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento

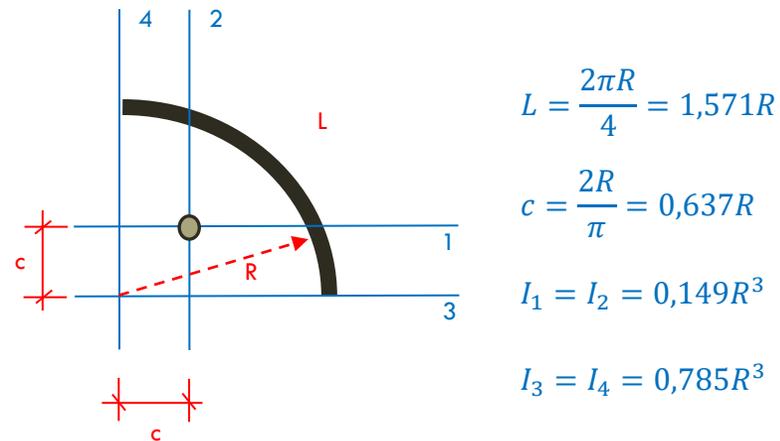
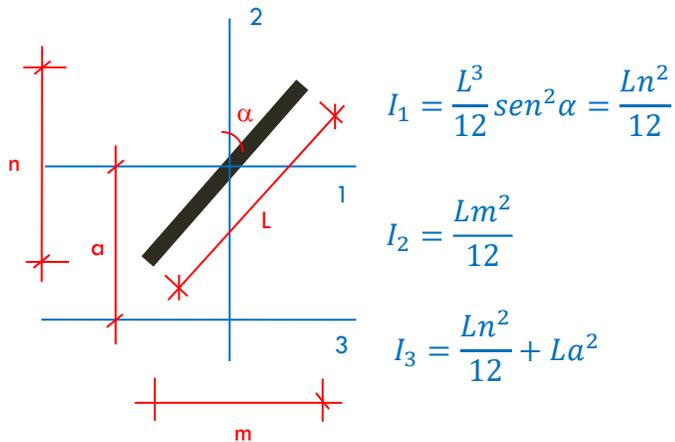


O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

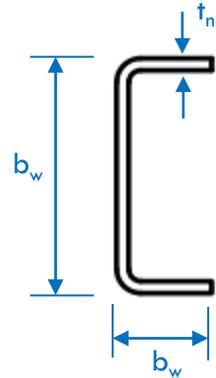
Método Linear

Método aproximado que fornece bons resultados por conta da pequena espessura das chapas utilizadas.

1. Admite-se que a massa do perfil está concentrada na linha média da seção;
2. Divide-se a seção em elementos primários (linhas e arcos);
3. Calcula-se as propriedades geométricas dos elementos primários;
4. Multiplica-se as propriedades geométricas dos elementos primários pela espessura da chapa utilizada no perfil.



DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DA SEÇÃO



t_n = espessura nominal da chapa, igual à soma das espessuras da chapa de aço e do revestimento metálico ($t_n = t + t_r$). Para chapa de aço sem revestimento $t_n = t$.

$$r_i = t_n \text{ para } t_n \leq 6,3\text{mm}$$

$$r_i = 1,5t_n \text{ para } t_n > 6,3\text{mm}$$

$$r_m = r_i + 0,5t$$

$$a = b_w - 2(r_m + 0,5t)$$

$$a_m = b_w - t$$

$$b = b_f - (r_m + 0,5t)$$

$$b_m = b_f - 0,5t$$

$$u_1 = 1,571r_m$$

$$A = t(a + 2b + 2u_1)$$

$$x_g = \frac{2t}{A} [b(0,5b + r_m) + u_1(0,363r_m)] \quad u_2 = 0,785r_m$$

$$x_0 = b_m \left(\frac{3a_m^2 b_m}{a_m^3 + 6a_m^2 b_m} \right) + x_g - 0,5t$$

$$I_x = 2t[0,042a^3 + b(0,5a + r_m)^2 + u_1(0,5a + 0,637r_m)^2 + 0,149r_m^3]$$

$$I_y = 2t[b(0,5b + r_m)^2 + 0,083b^3 + 0,356r_m^3] - A(x_g - 0,5t)^2$$

$$I_t = 0,333t(a + 2b + 2u_1)$$

$$C_w = \frac{a_m^2 b_m^2 t}{12} \left(\frac{2a_m^3 b_m + 3a_m^2 b_m^2}{6a_m^2 b_m + a_m^3} \right)$$

$$a = b_w - 2(r_m + 0,5t)$$

$$a_m = b_w - t$$

$$b = b_f - (r_m + 0,5t) \quad (\text{para cantoneira e U simples})$$

$$b = b_f - 2(r_m + 0,5t) \quad (\text{para U enrijecido, Z enrijecido a } 90^\circ \text{ e cartola})$$

$$b = b_f - 1,414(r_m + 0,5t) \quad (\text{para Z enrijecido a } 45^\circ)$$

$$b_m = b_f - 0,5t \quad (\text{para cantoneira e U simples})$$

$$b_m = b_f - t \quad (\text{para U enrijecido, Z enrijecido a } 90^\circ \text{ e cartola})$$

$$b_m = b_f - 0,707t \quad (\text{para Z enrijecido a } 45^\circ)$$

$$c = D - (r_m + 0,5t) \quad (\text{para U enrijecido, Z enrijecido a } 90^\circ \text{ e cartola})$$

$$c = D - 0,414(r_m + 0,5t) \quad (\text{para Z enrijecido a } 45^\circ)$$

$$c_m = D - 0,5t \quad (\text{para U enrijecido, Z enrijecido a } 90^\circ \text{ e cartola})$$

$$c_m = D - 0,207t \quad (\text{para Z enrijecido a } 45^\circ)$$

$$r_m = r_i + 0,5t$$

$$u_1 = 1,571r_m$$

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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

SUGESTÃO DE ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Montar uma Planilha Eletrônica para
Determinação das Propriedades Geométricas
das Principais Seções Transversais

DADOS DO PERFIL		CONVERSÃO DE UNIDADES		ELEMENTOS PRIMÁRIOS		PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS	
$b_w =$	250 mm	$b_w =$	25,00 cm	$r_m =$	0,300 cm	$A =$	9,14 cm ²
$b_f =$	85 mm	$b_f =$	8,50 cm	$a =$	24,200 cm	$x_g =$	2,43 cm
$D =$	25 mm	$D =$	2,50 cm	$b =$	7,700 cm	$x_o =$	6,09 cm
$t =$	2 mm	$t =$	0,20 cm	$c =$	2,100 cm	$I_x =$	871,52 cm ⁴
$r_f =$	2 mm	$r_f =$	0,20 cm	$a_m =$	24,800 cm	$W_x =$	69,72 cm ³
				$b_m =$	8,300 cm	$r_x =$	9,77 cm
				$c_m =$	2,400 cm	$I_y =$	88,98 cm ⁴
				$u_1 =$	0,471 cm	$W_y =$	14,67 cm ³
						$r_y =$	3,12 cm
						$I_t = J =$	0,12 cm ⁴
						$C_w =$	11477,06 cm ⁶
						$r_o =$	11,93 cm

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: 01

Assunto: PFF – Aspectos Gerais

Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

PARTE 3: COMPORTAMENTO

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

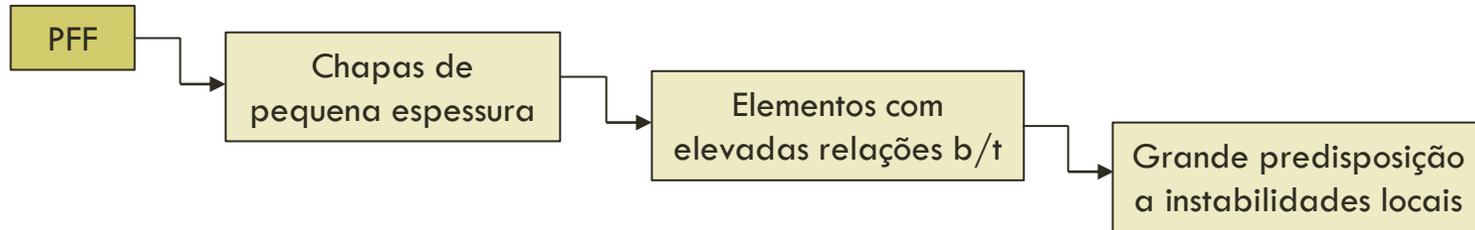
Propriedades

Comportamento



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

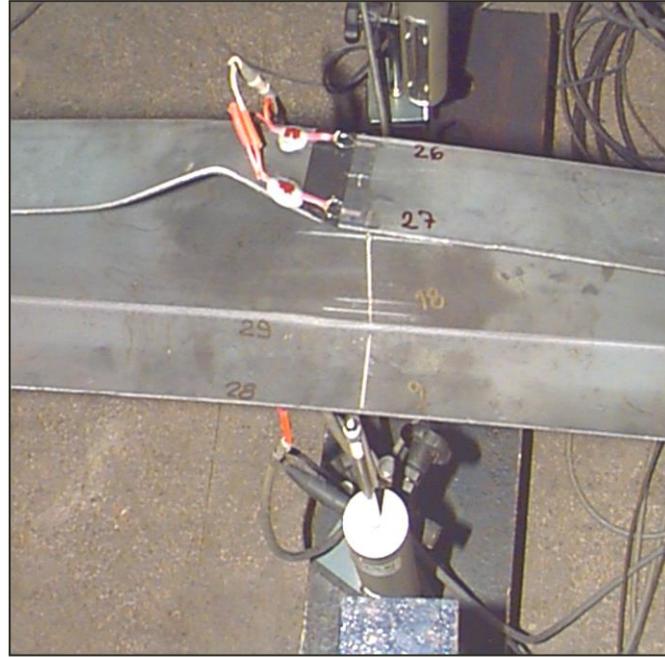
A QUESTÃO DA INSTABILIDADE LOCAL



Fonte: CHODRAUI (2006)



Fonte: CHODRAUI (2006)



Fonte: JAVARONI (1999)

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: 01

Assunto: PFF – Aspectos Gerais

Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento

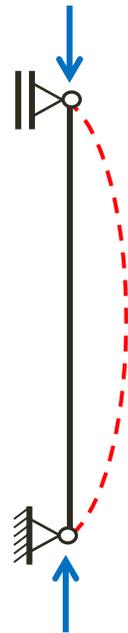


O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhavel 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

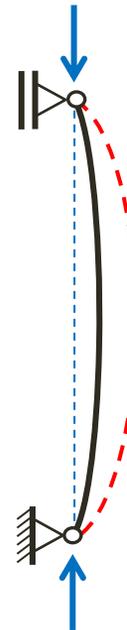
INSTABILIDADE x FLAMBAGEM



Instabilidade ou Flambagem, qual termo devo usar?



Em uma barra ideal (sem imperfeições geométricas) ocorre compressão axial centrada (Flambagem)



Em uma barra real (com imperfeições geométricas) ocorre flexocompressão (Instabilidade)

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

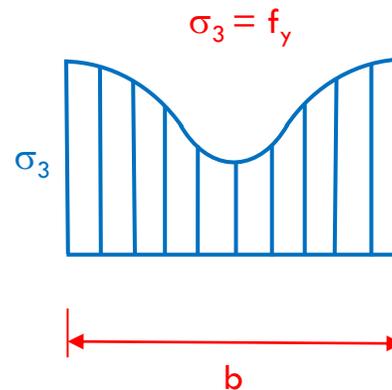
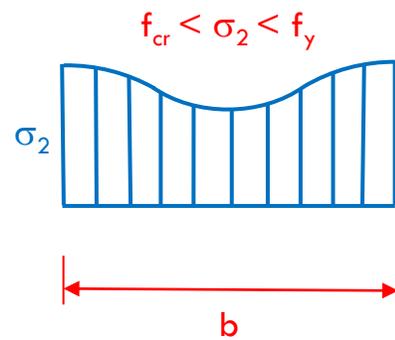
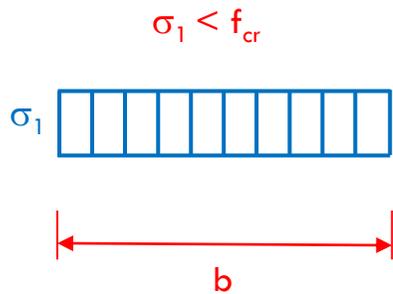
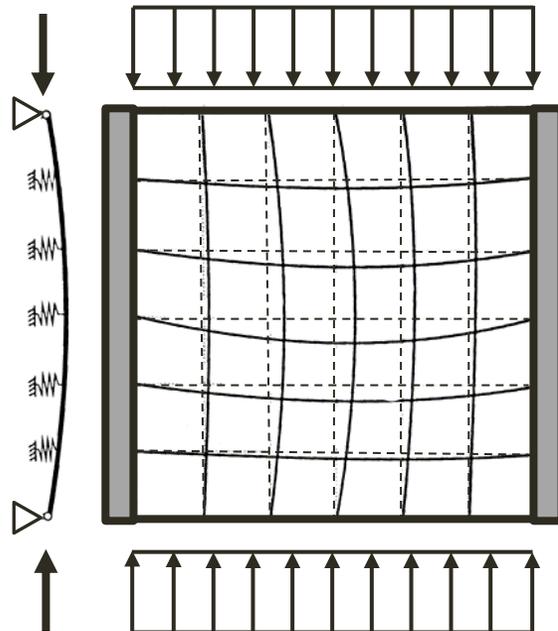
Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

RESISTÊNCIA PÓS-CRÍTICA



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

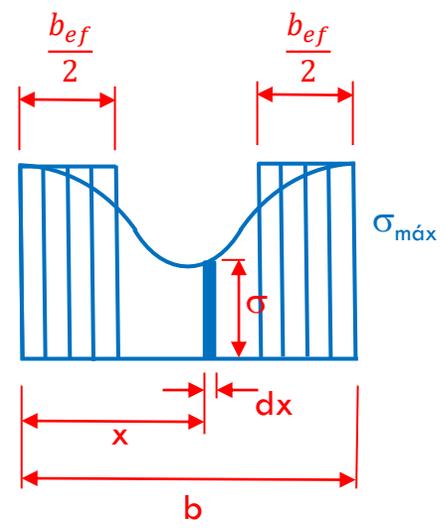
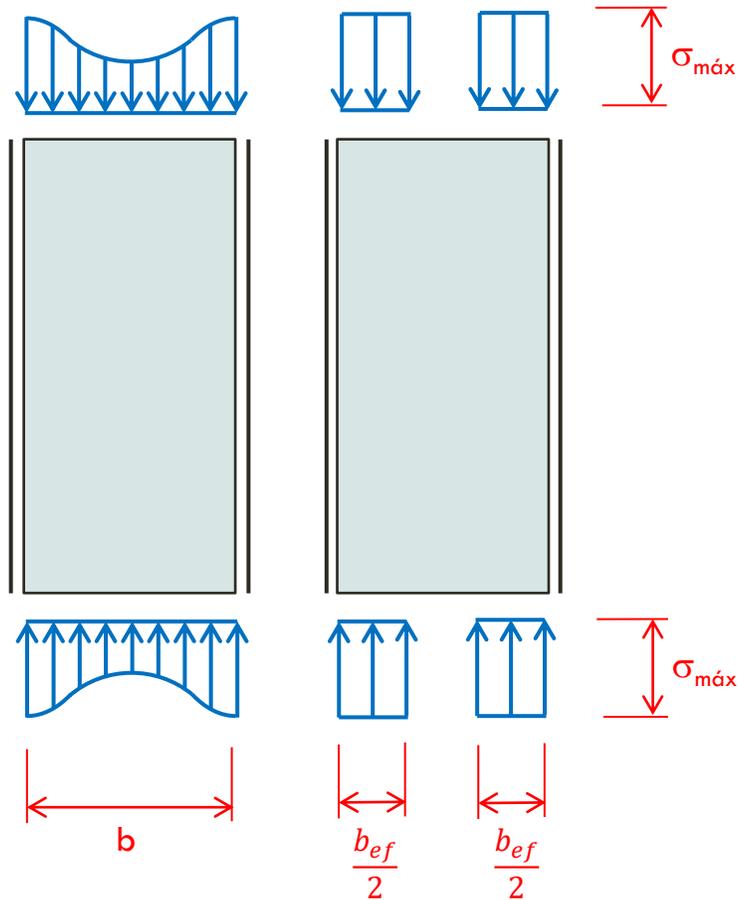
Propriedades

Comportamento



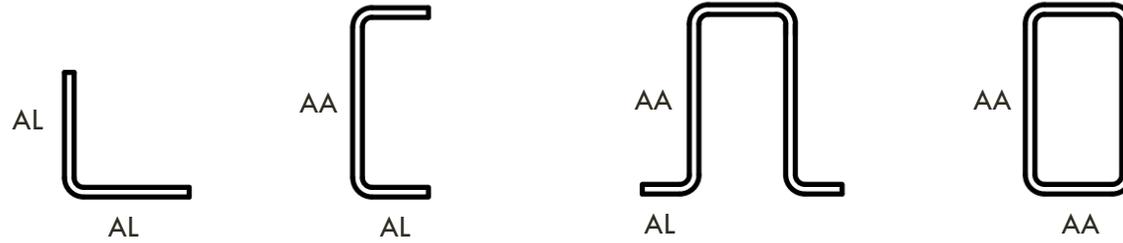
O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

O CONCEITO DE LARGURA EFETIVA

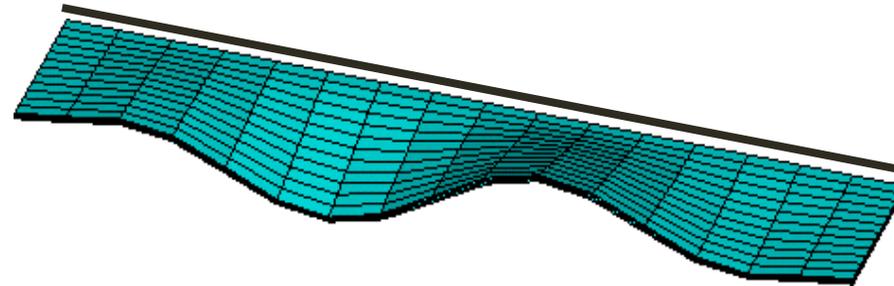


$$\int_0^b \sigma dx = b_{ef} \sigma_{m\acute{a}x}$$

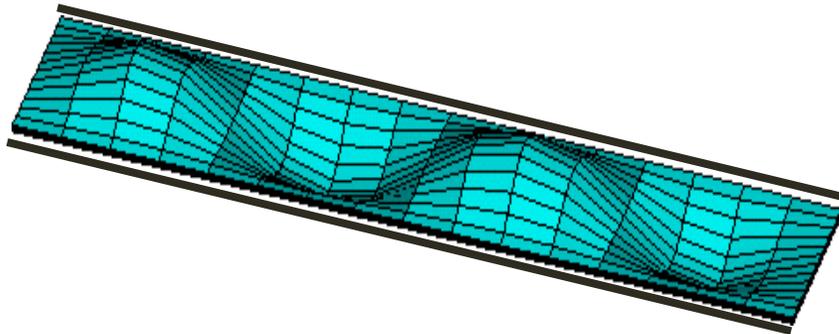
ELEMENTOS QUE INTEGRAM A SEÇÃO TRANSVERSAL DOS PFF



Elemento AL



Elemento AA



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

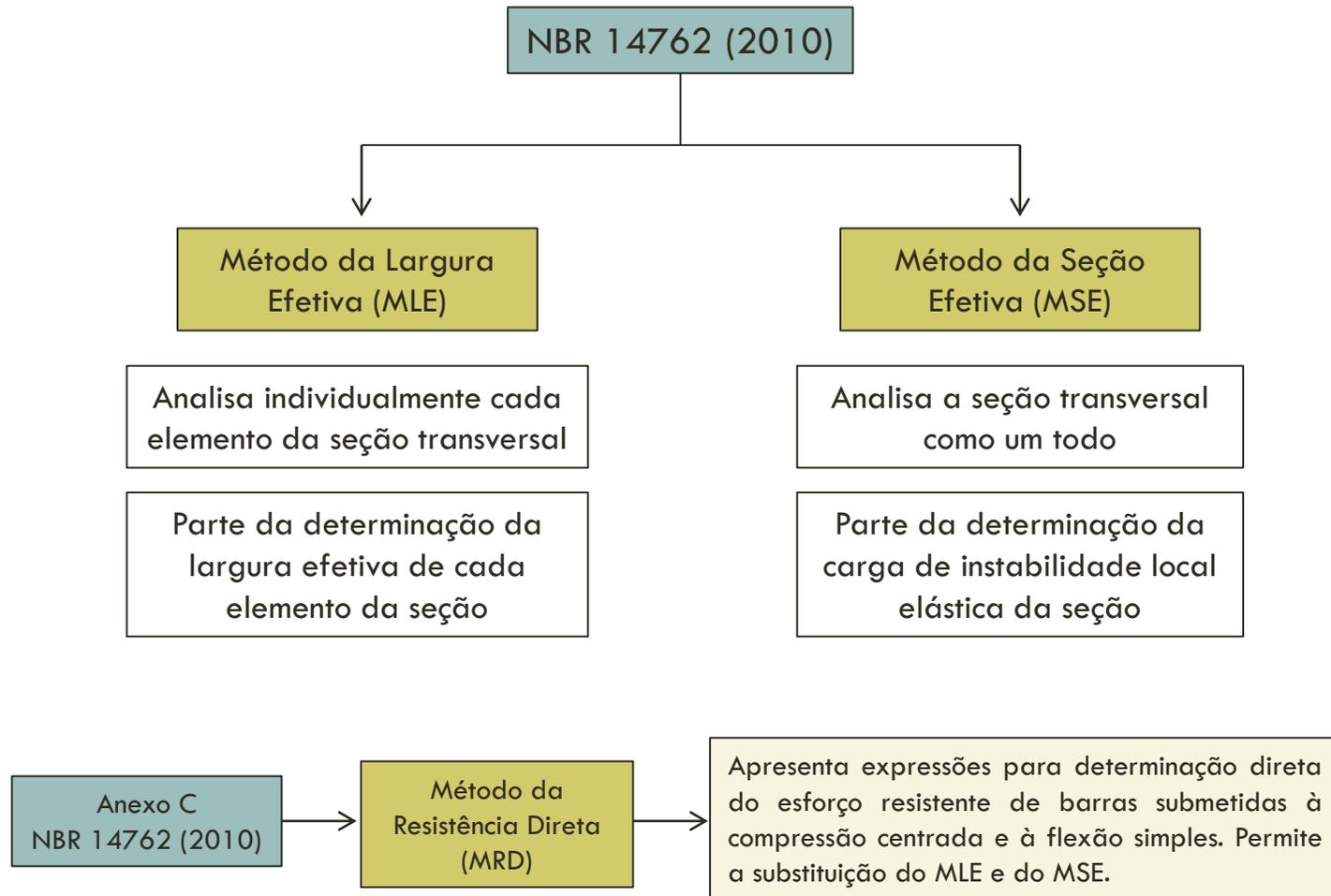
Propriedades

Comportamento



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

MÉTODOS PARA CONSIDERAÇÃO DA INSTABILIDADE LOCAL



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

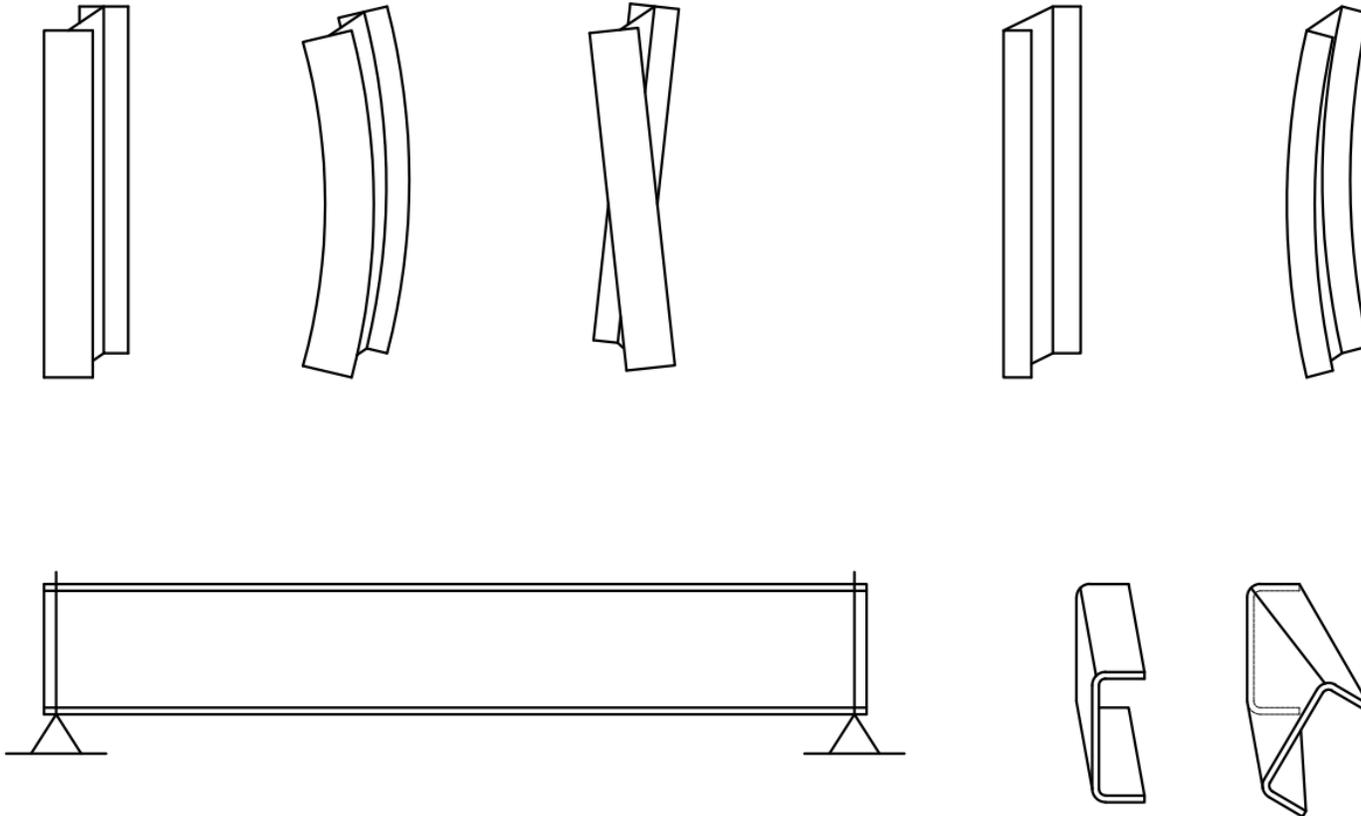
Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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 INSTABILIDADE GLOBAL EM PERFIS DE AÇO



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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 INSTABILIDADE GLOBAL EM PERFIS DE AÇO



Fonte: CHODRAUI (2006)



Fonte: CHODRAUI (2006)



Fonte: JAVARONI (1999)

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

INSTABILIDADE POR DISTORÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

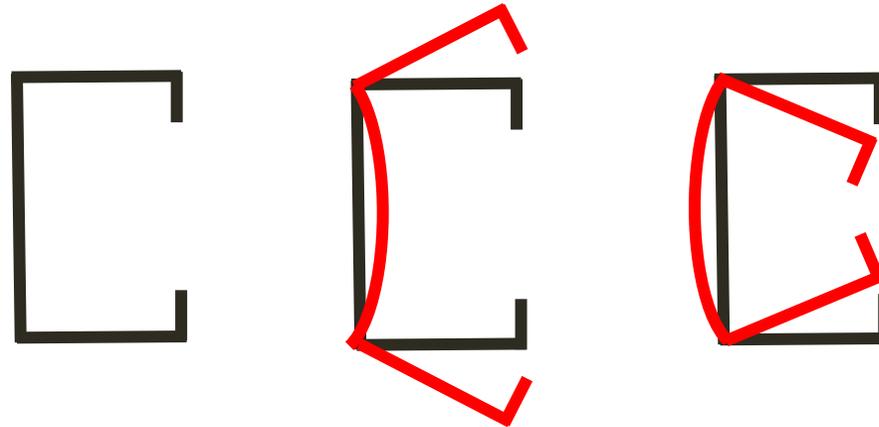
Introdução

Propriedades

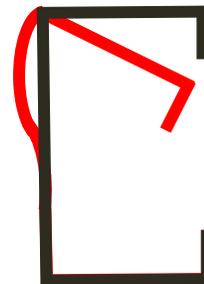
Comportamento



Na instabilidade por distorção ocorre uma alteração da forma inicial da seção transversal.



Instabilidade Distorcional na Compressão Axial



Instabilidade Distorcional na Flexão Simples



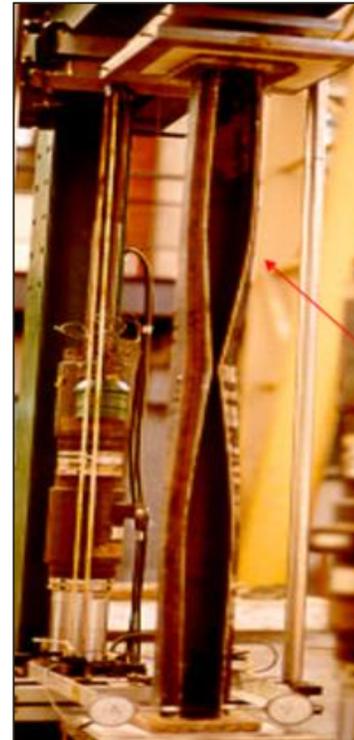
O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgal 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

INSTABILIDADE POR DISTORÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL



Instabilidade por Distorção (na flexão)

Fonte: SILVA (2018)



Instabilidade por Distorção (na compressão)

Fonte: VAZQUEZ (2002)

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

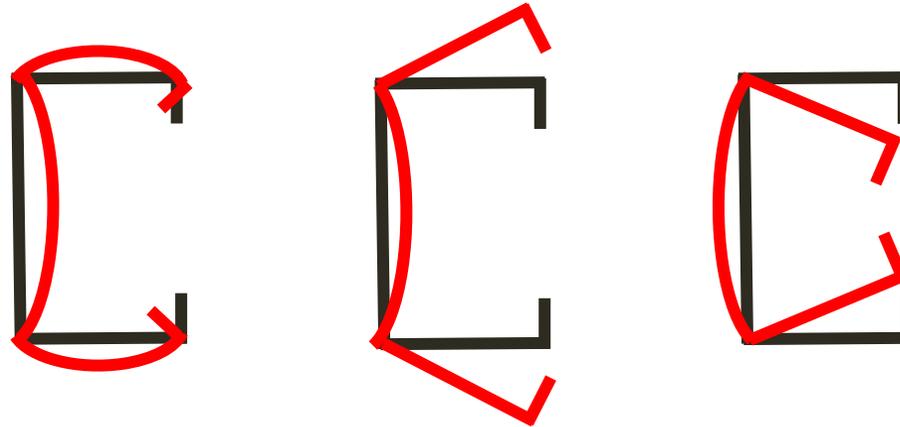
Propriedades

Comportamento



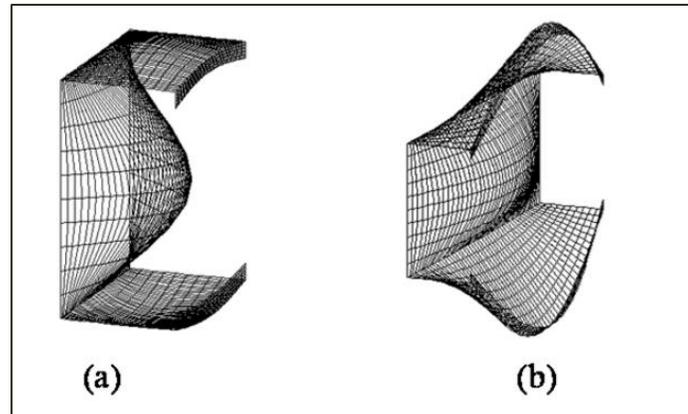
O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

INSTABILIDADE POR DISTORÇÃO X INSTABILIDADE LOCAL



Instabilidade Local por Compressão

Instabilidade Distorcional por Compressão (seção que “abre” e seção que “fecha”)



(a) Instabilidade Local; (b) Instabilidade Distorcional

Fonte: PIERIN (2011)

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

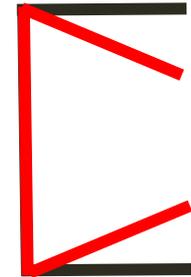
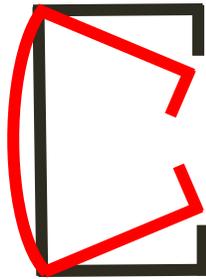
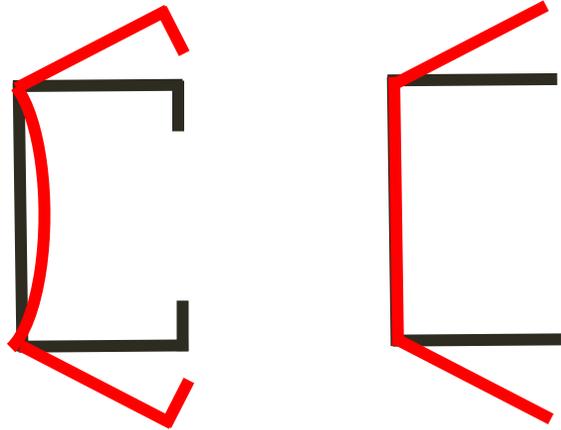
Propriedades

Comportamento



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

ESSE FENÔMENO PODE OCORRER EM TODOS OS PERFIS?



Instabilidade Local



Fonte: CHODRAUI (2006)

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

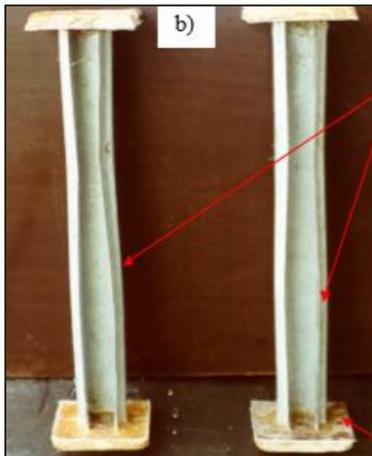
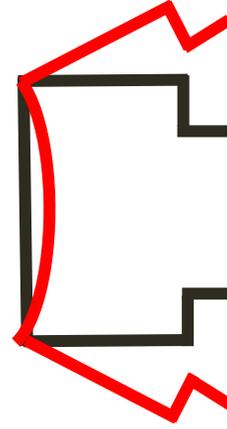
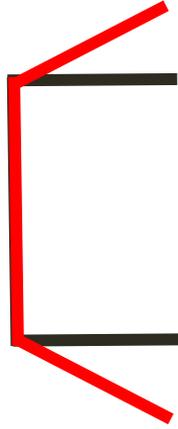
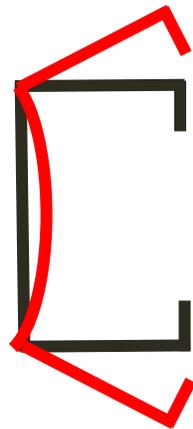
Propriedades

Comportamento

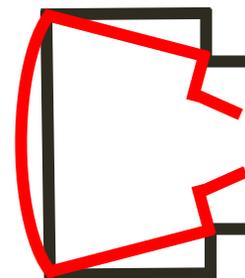
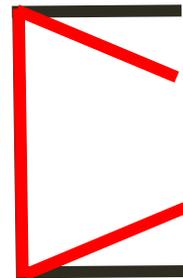
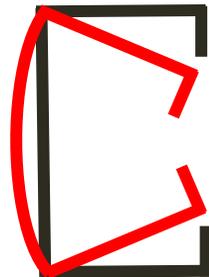


O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhaval 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

ESSE FENÔMENO PODE OCORRER EM TODOS OS PERFIS?



VASQUEZ (2002)



Instabilidade Local

Instabilidade por Distorção

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

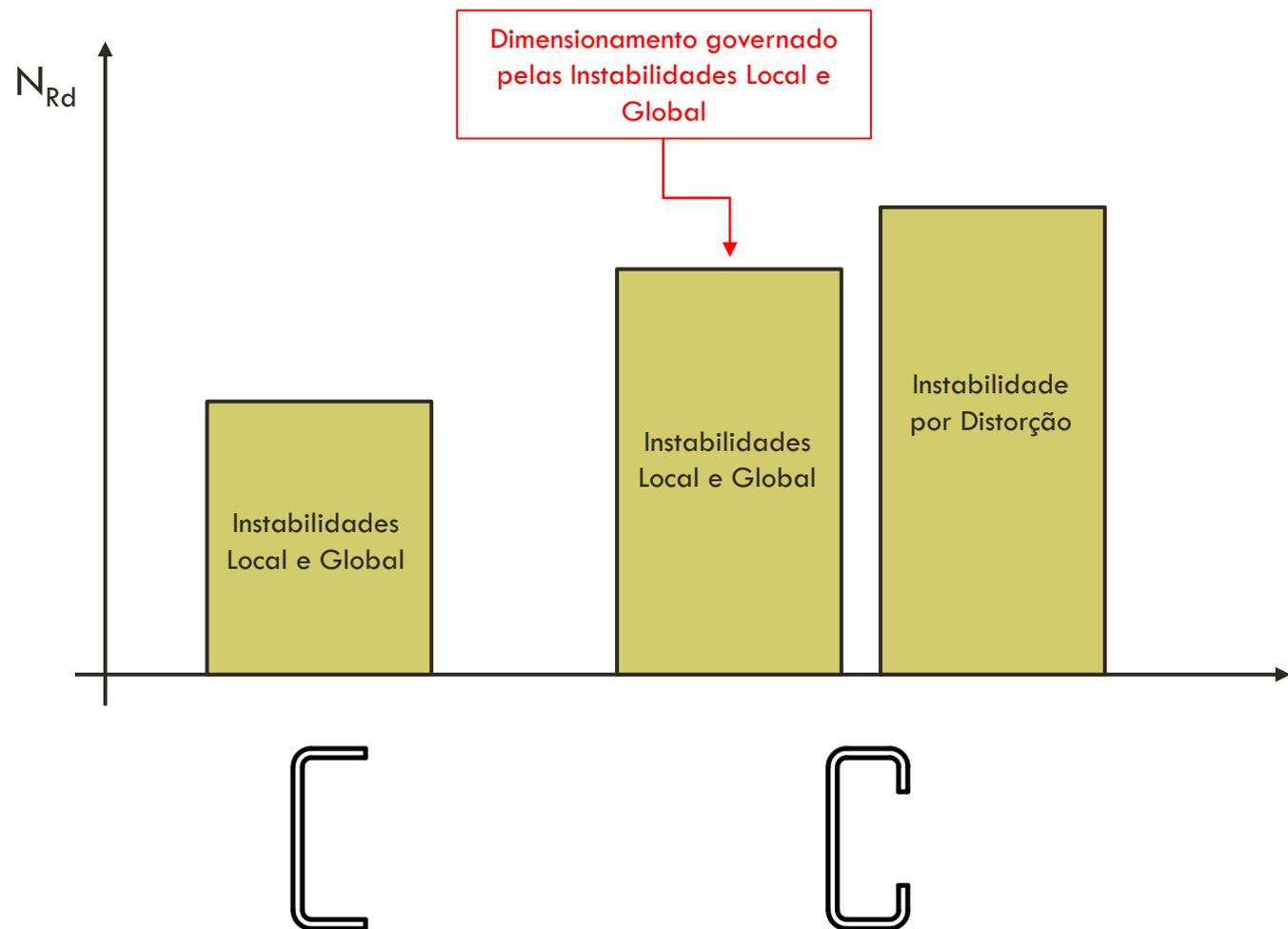
Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

SENDO ASSIM, AO SE UTILIZAR O ENRIJECEDOR DE BORDA...



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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

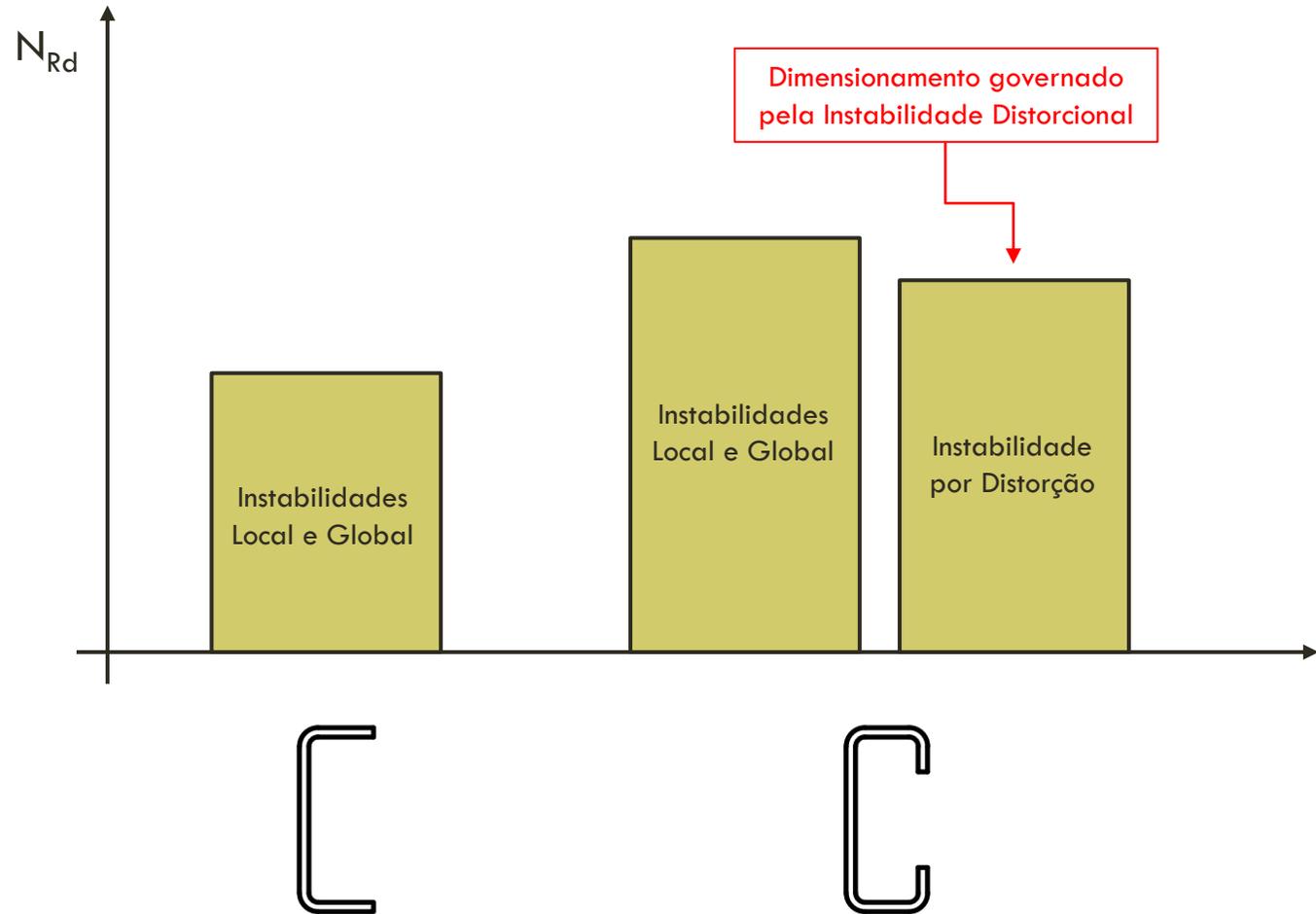
Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

SENDO ASSIM, AO SE UTILIZAR O ENRIJECEDOR DE BORDA...



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: 01

Assunto: PFF – Aspectos Gerais

Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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

Para finalizar a 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: 01

Assunto: PFF – Aspectos Gerais

Quantidade de Slides: 45

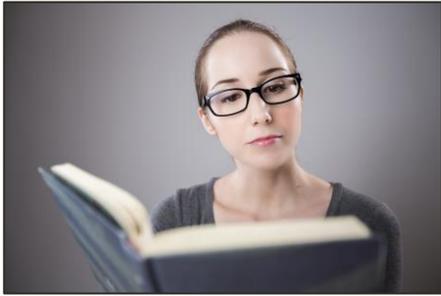
Introdução

Propriedades

Comportamento



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



Revisão Geral

Conceito de PFF

Elementos com elevadas relações b/t

Efeitos do trabalho a frio

Definição do limite de escoamento

Determinação das propriedades geométricas

Resistência pós-crítica

Largura efetiva

Métodos adotados pela NBR14762/2010 (MLE, MSE e MRD)

Instabilidade por distorção

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: 01

Assunto: PFF – Aspectos Gerais

Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). **NBR 6355 – Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização**. Rio de Janeiro, RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2008). **NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro, RJ.

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. (1999). **Perfis de aço formados a frio submetidos à flexão: análise teórico-experimental**. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.

MALITE, M. & SÁLES, J. J. (1993). **Estruturas de aço constituídas por perfis de chapa dobrada: dimensionamento de barras**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.

PIERIN, I. (2011). **A instabilidade de perfis formados a frio em situação de incêndio**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

SILVA, J. M. M. (2018). **Terças de aço em perfis formados a frio com alma enrijecida: ênfase na força cortante e na interação momento fletor - força cortante**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.

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.

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: 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/).

VAZQUEZ, E. G. (2002). **Análise teórica e experimental da instabilidade torcional de perfis formados a frio sob compressão centrada**. Tese (Doutorado). Universidade Federal Do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro, RJ.

VIEIRA, G. S. (2010). **Análise experimental de vigas de seção I compostas de perfis formados a frio com emendas soldadas submetidos à flexão simples**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO.

SITES CONSULTADOS

SORG IND. E COMÉRCIO DE MÁQUINAS LTDA.
<https://www.sorg.com.br/dobradeira#LINHAPSS>
Último acesso em 23/03/2020.

ZIKELI INDÚSTRIA MECÂNICA
<http://www.zikeli.com.br/en/portfolio/special-roll-formers/>
Último acesso em 23/03/2020.

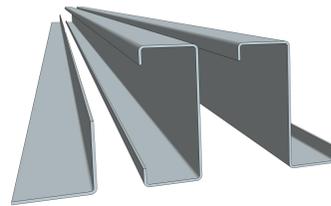
IMAGENS/ILUSTRAÇÕES



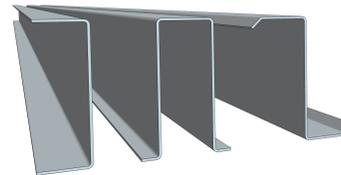
Imagem de [Daniel Mena](#) por [Pixabay](#)



Imagem de [PourquoiPas](#) por [Pixabay](#)



Desenho: Lucas Rocha



Desenho: Lucas Rocha

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: 01
Assunto: **PFF – Aspectos Gerais**
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



O trabalho PFF – ASPECTOS GERAIS: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhavel 4.0 Internacional](#).

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: 01
Assunto: PFF – Aspectos Gerais
Quantidade de Slides: 45

Introdução

Propriedades

Comportamento



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