

PFF – ESTRUTURAS DE AÇO EM PERFIS FORMADOS A FRIO

AÇÕES E SEGURANÇA

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

PFF — ESTRUTURAS DE AÇO EM PERFIS FORMADOS A FRIO

PARTE 1: AÇÕES EM ESTRUTURAS

NOTAS DE AULA

Luciano Barbosa dos Santos
Professor CTEC/UFAL

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

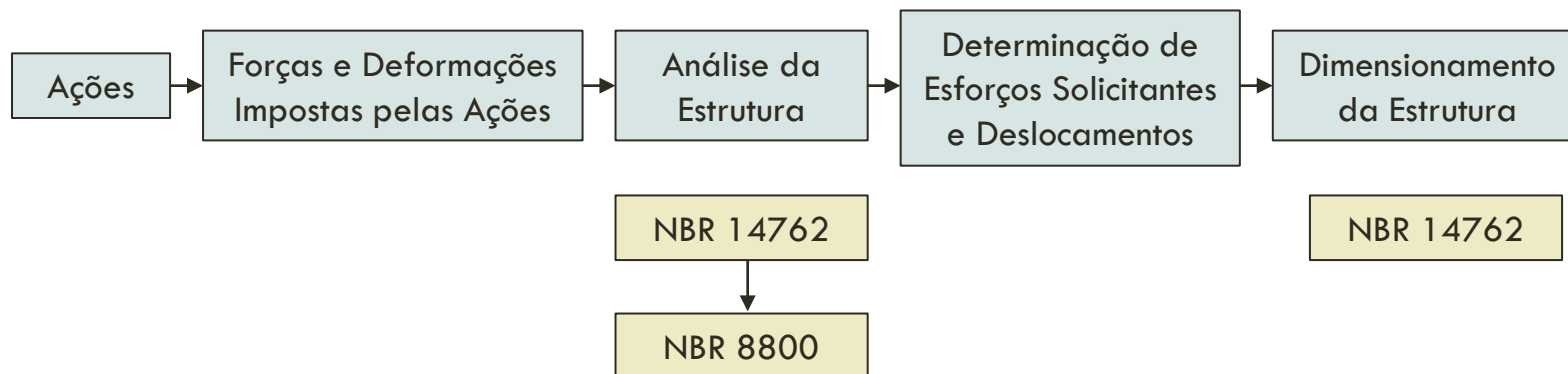
NBR 6120

Conceito de Ações

Causas que provocam esforços solicitantes que atuam sobre a estrutura, capazes de produzir ou alterar as deformações ou o estado de tensão nos elementos estruturais.

Do ponto de vista prático, as forças e as deformações impostas pelas ações são consideradas como se fossem as próprias ações.

Carga: ação externa em virtude da gravidade



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

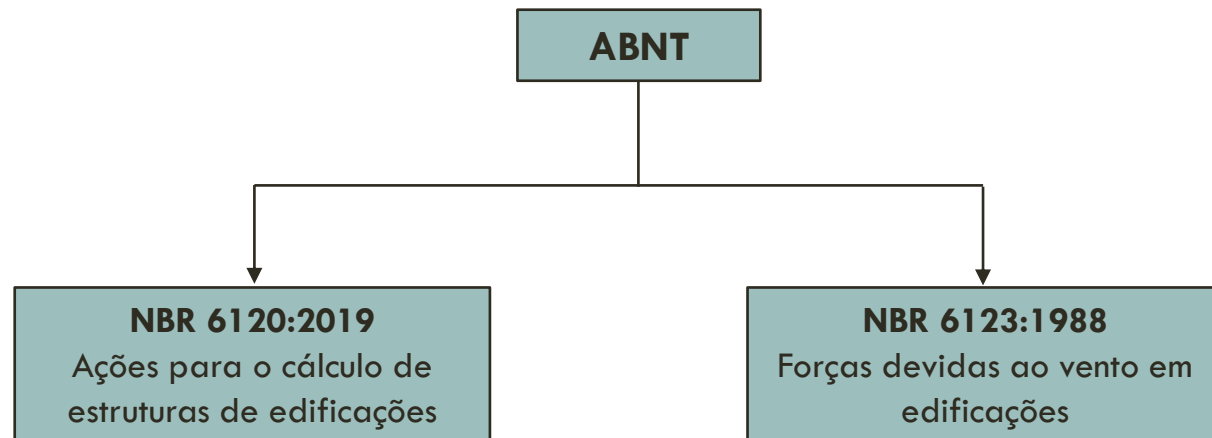
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Ação Permanente

Ações que atuam com valores praticamente constantes, ou com pequena variação em torno de sua média, durante a vida da edificação.

Ações Variáveis

Ações que apresentam variações significativas em torno de sua média durante a vida da edificação.

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

ELEMENTOS DA ABNT NBR 6120:2019

PESO ESPECÍFICO DOS MATERIAIS (kN/m³)

Concreto armado	25,0
Blocos cerâmicos maciços	18,0
Aço	78,5

VALORES MÍNIMOS DE CARGAS VARIÁVEIS (kN/m²)

Arquibancadas (assentos fixos)	4,0
Escritórios	2,5
Locais de reunião de pessoas (plateia com assentos fixos)	4,0
Locais de reunião de pessoas (plateia com assentos móveis) ...	5,0
Edifício residenciais (Dormitórios, sala, copa, cozinha)	1,5
Edifício residenciais (Corredores dentro das unidades)	1,5
Edifício residenciais (Corredores de uso comum)	3,0
Hospitais (dormitórios e enfermarias)	2,0
Hospitais (corredores)	3,0

Obs.: consultar a norma para mais informações

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

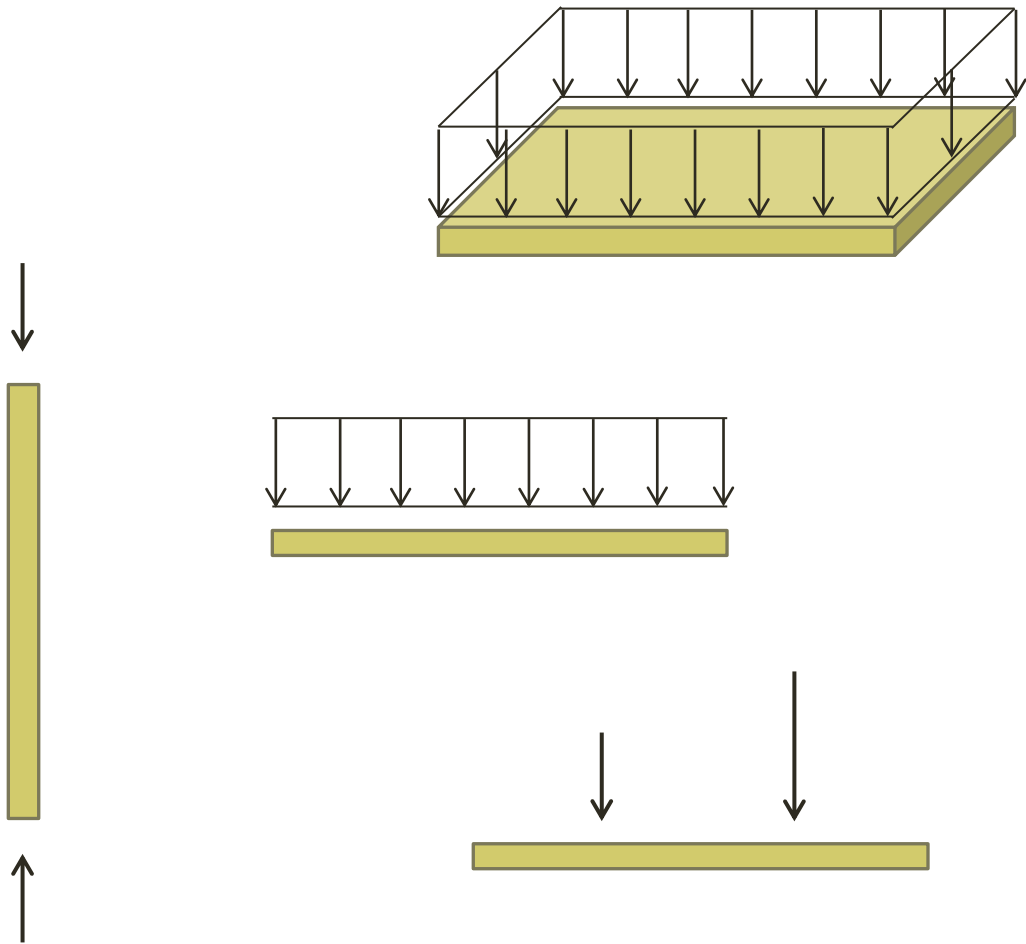
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

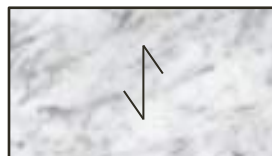
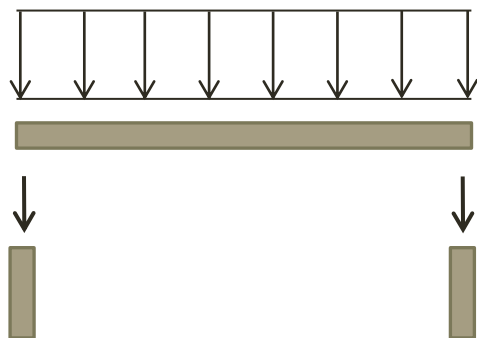
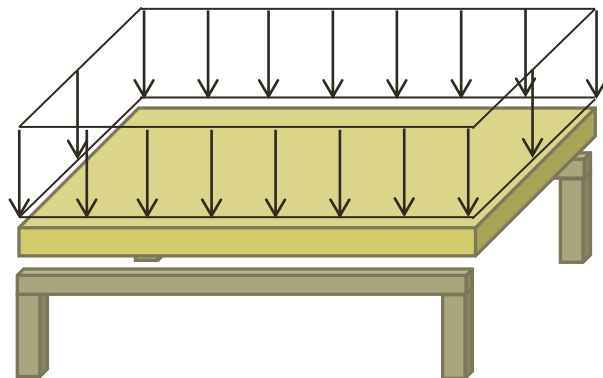
Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Em muitas situações práticas partimos de cargas de superfície e assim determinamos as cargas nos diversos elementos que compõem a 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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



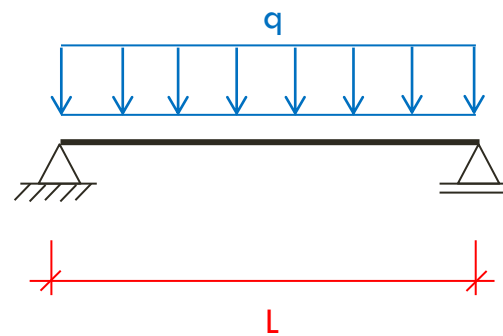
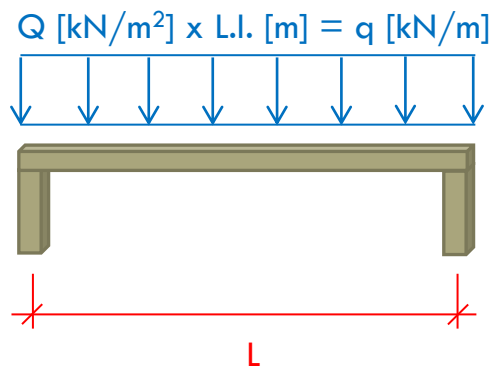
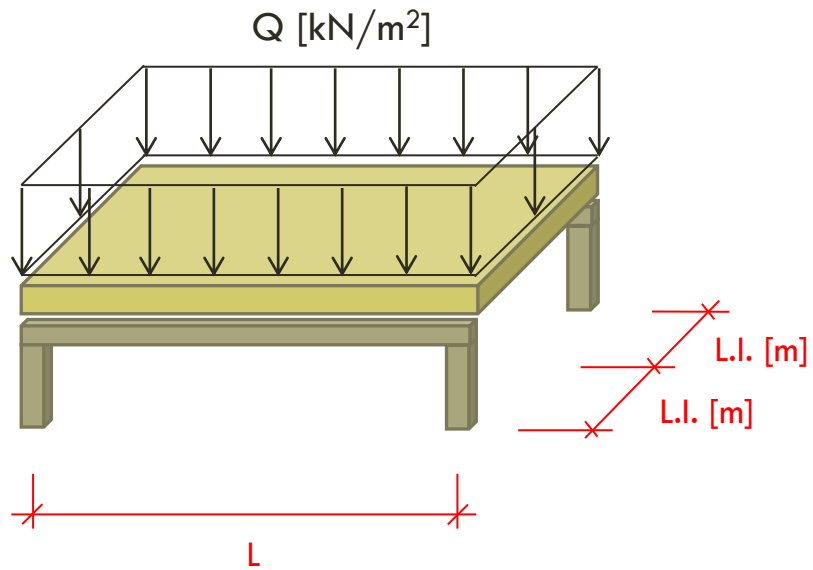
O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67



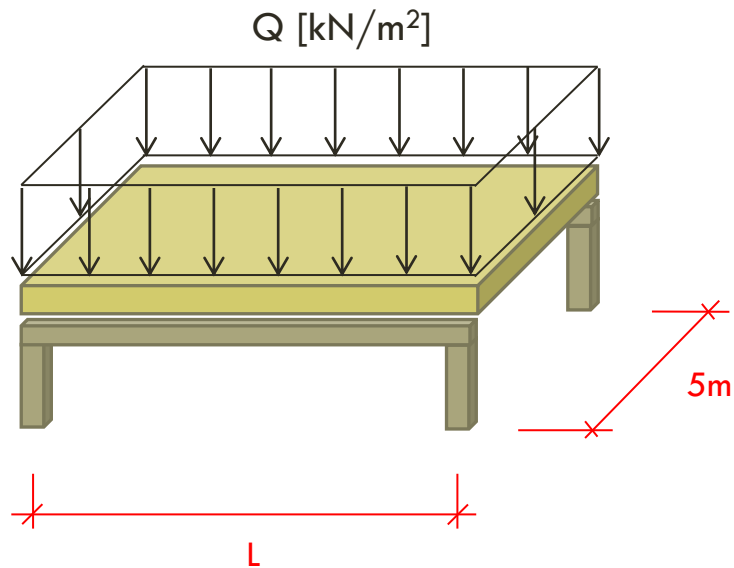
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Exemplo

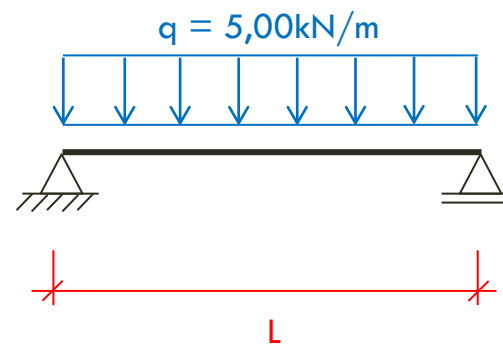
Seja uma laje em concreto armado com 8cm de espessura. Determine a carga atuante nas vigas devido ao peso próprio dessa laje. O espaçamento entre vigas é de 5m.

$$Q = 25\text{kN/m}^3 \times 0,08\text{m} = 2,00\text{kN/m}^2$$

$$q = Q \times L.l.$$

$$q = 2,00\text{kN/m}^2 \times 2,5\text{m}$$

$$q = 5,00\text{kN/m}$$



Ações

Segurança

Exercícios



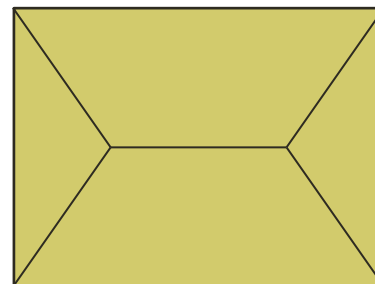
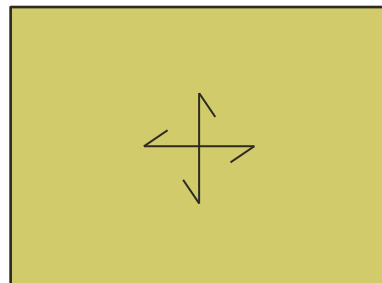
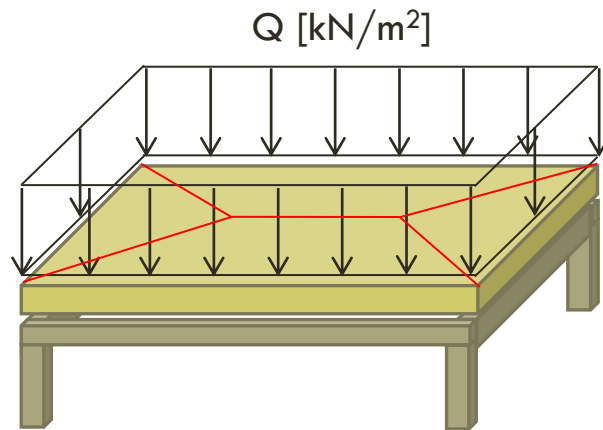
O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67



Ações

Segurança

Exercícios



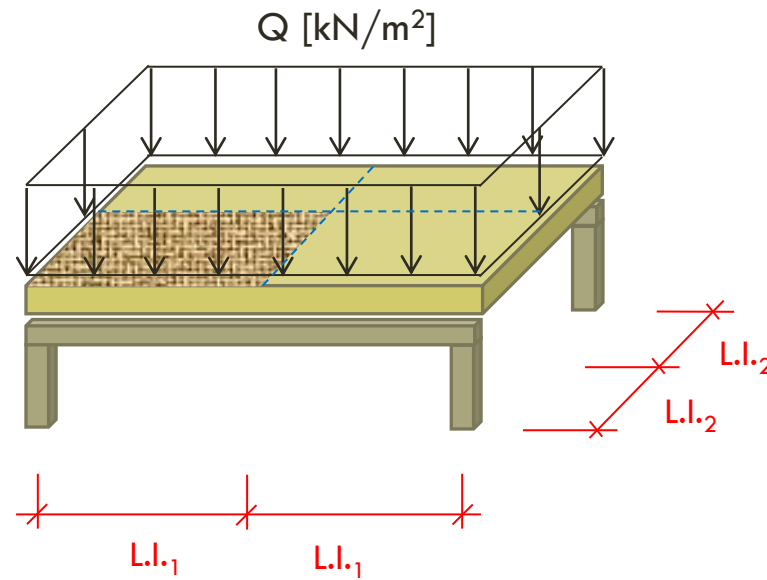
O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67



$$P \text{ [kN]} = Q \text{ [kN/m}^2\text{]} \times A.l. \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P \text{ [kN]} = Q \text{ [kN/m}^2\text{]} \times L.l._1 \text{ [m]} \times L.l._2 \text{ [m]}$$



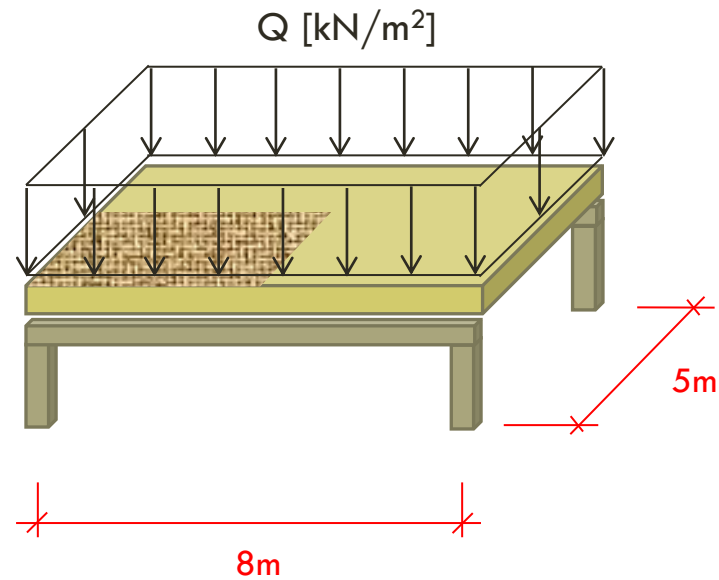
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Exemplo

Seja uma laje em concreto armado com 8cm de espessura. Determine a carga de compressão nos pilares devido ao peso próprio dessa laje. O espaçamento entre vigas é de 5m.

$$Q = 25\text{kN/m}^3 \times 0,08\text{m} = 2,00\text{kN/m}^2$$

$$P = Q \times L_1 \times L_2$$

$$P = 2,00\text{kN/m}^2 \times 2,5\text{m} \times 4,0\text{m}$$

$$P = 20,00\text{kN}$$



$$P = Q \times A.l.$$

$$P = 2,00\text{kN/m}^2 \times (2,5\text{m} \times 4,0\text{m})$$

$$P = 20,00\text{kN}$$

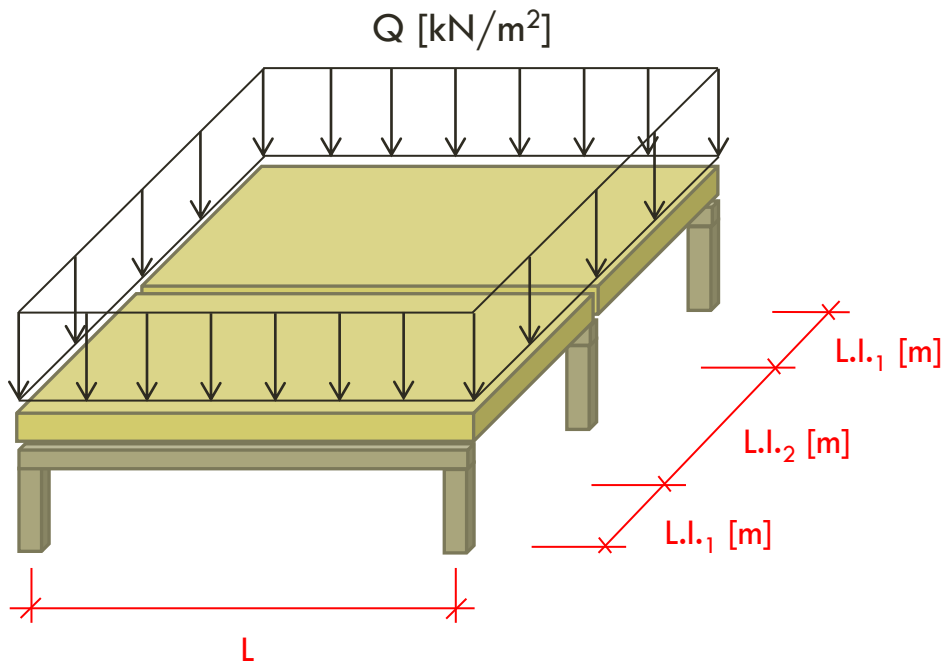
Ações

Segurança

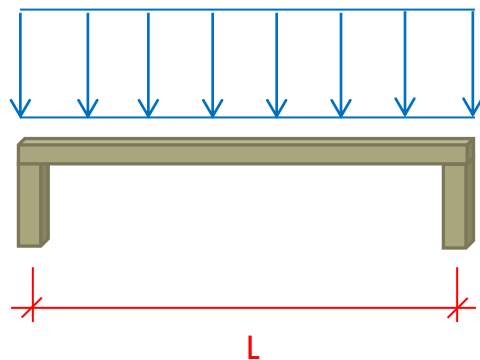
Exercícios



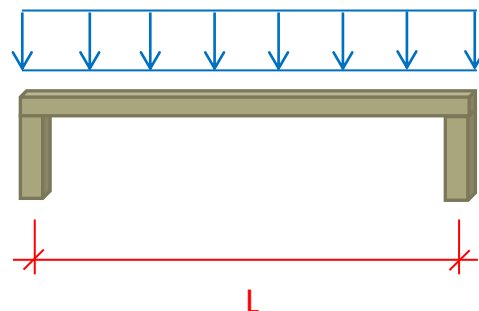
O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilha 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Viga Intermediária



Vigas Laterais



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: 02
Assunto: PFF - Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

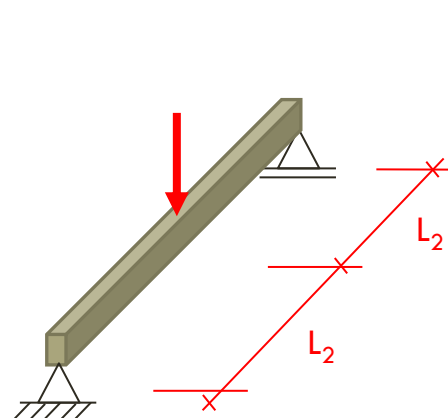
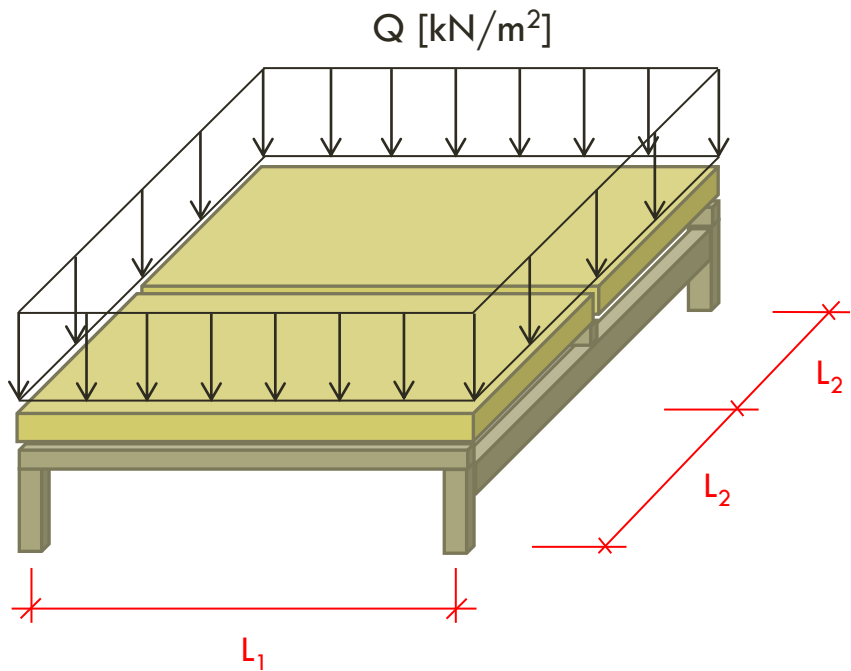
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF - AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

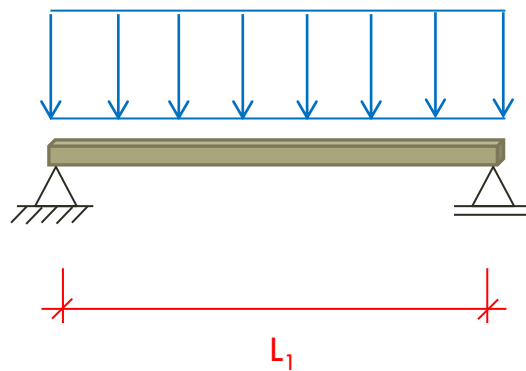
Segurança

Exercícios

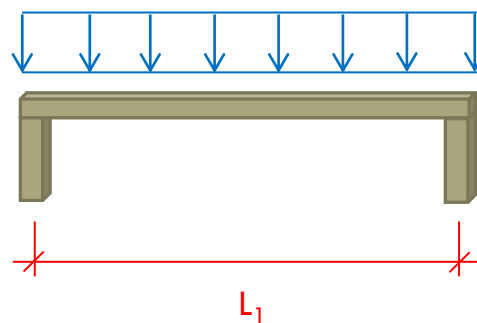


O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Viga Intermediária



Vigas Laterais





CARGAS EM PÓRTICOS E TRELIÇAS

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

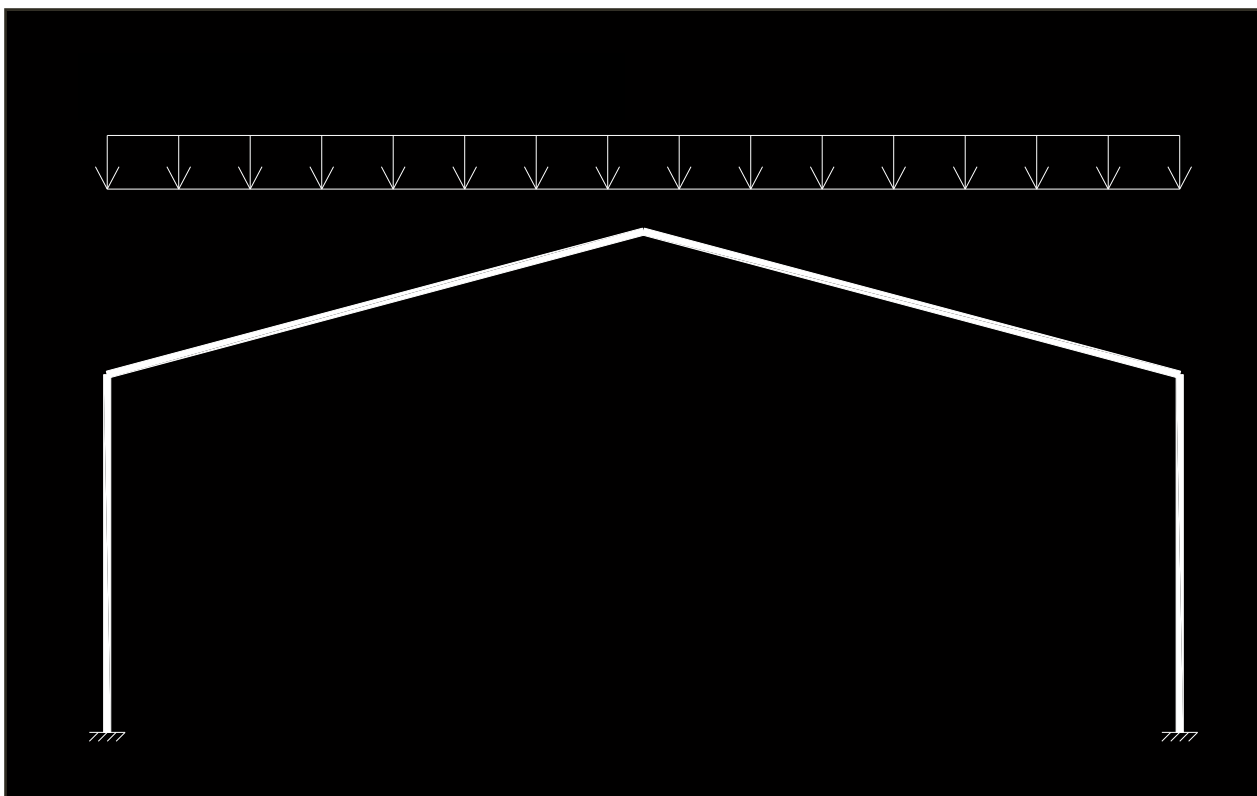
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



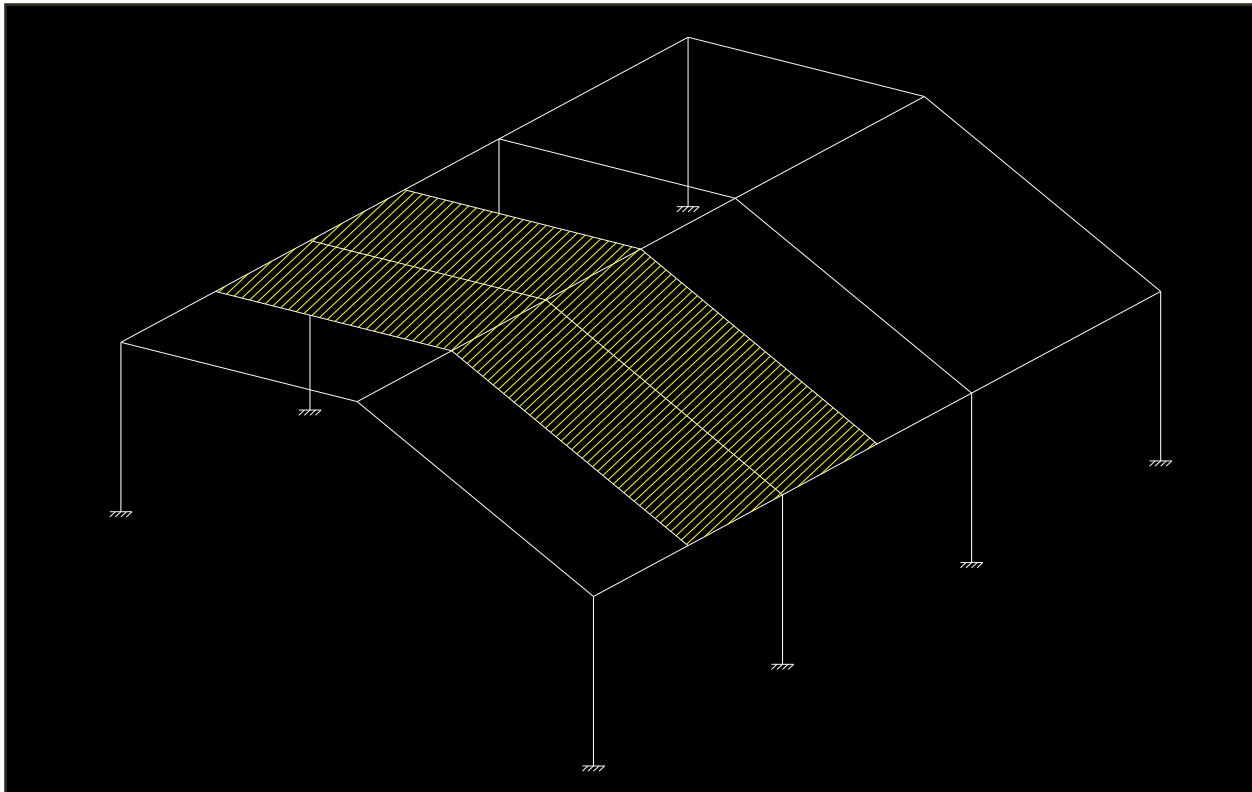
O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgal 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67



Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

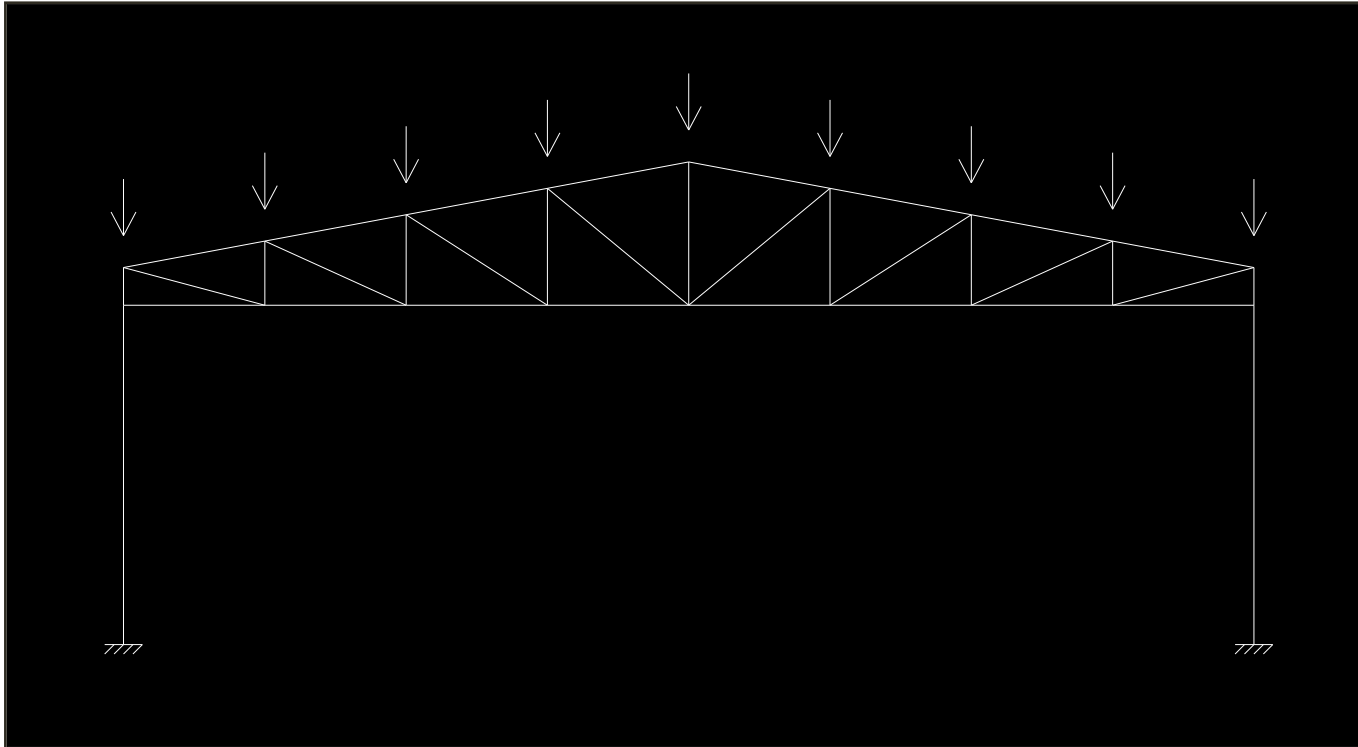
Cargas em projeção horizontal

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67



Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

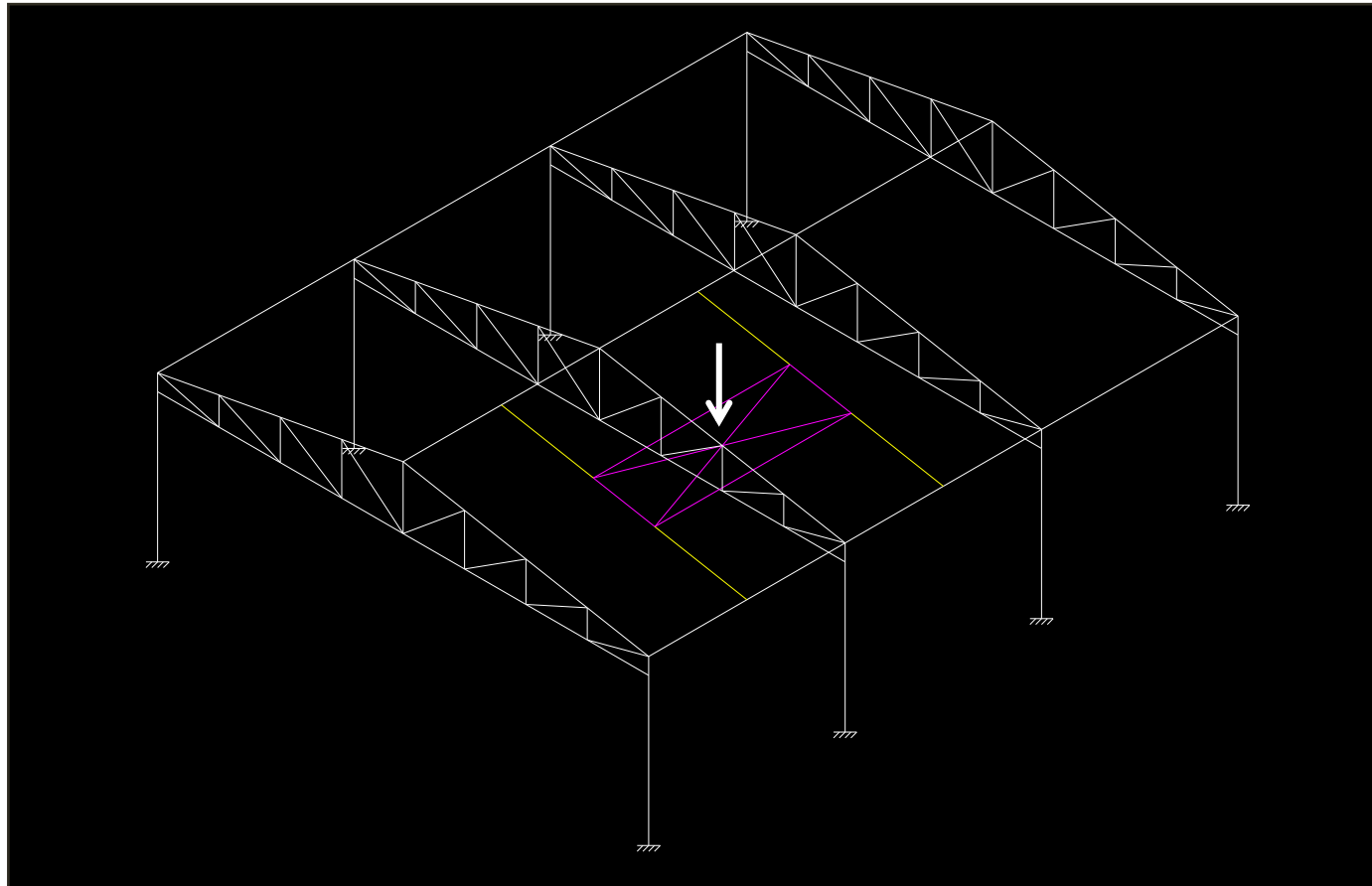
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Cargas em projeção horizontal

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

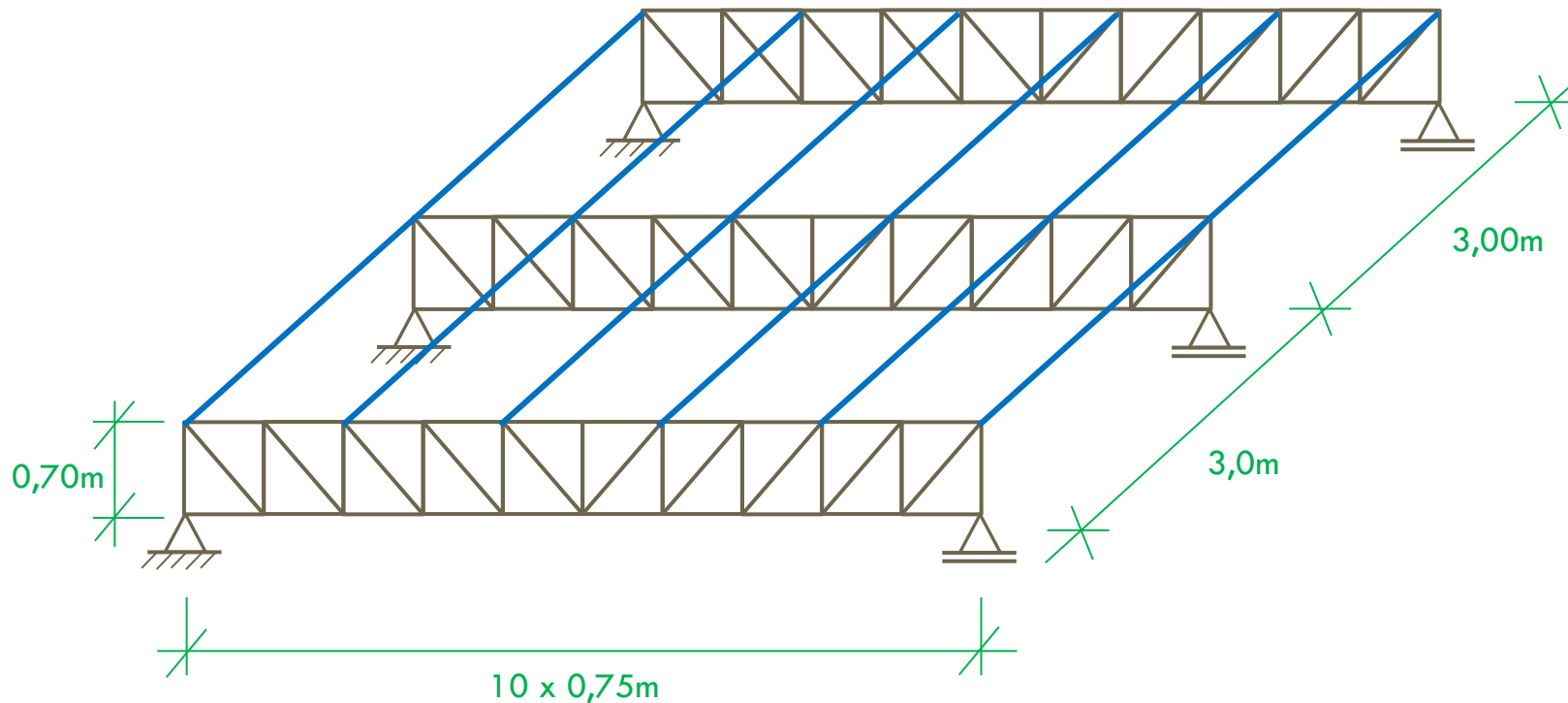
Determine as cargas atuantes na treliça da estrutura indicada a seguir.

As ações atuantes são:

Peso próprio da estrutura de aço: $0,25\text{kN/m}^2$

Chapa de piso: $0,80\text{kN/m}^2$

Carga variável: $2,00\text{kN/m}^2$



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

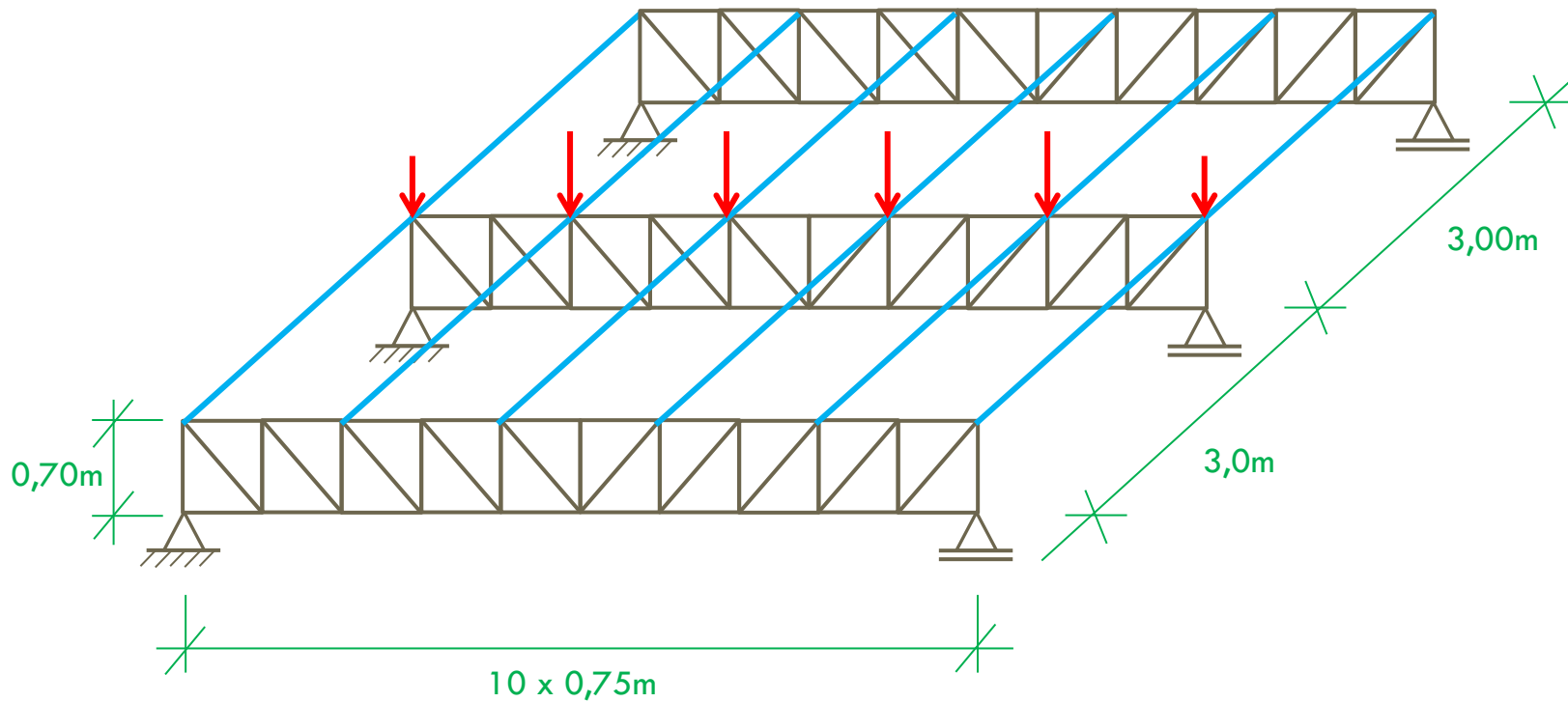
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

RESOLUÇÃO

Ações:

$$G_0 = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

$$G_1 = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$Q = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Peso Próprio da Estrutura:

$$P_{G0} = 0,25 \times 3,00 \times 1,50$$

$$P_{G0} = 1,13 \text{ kN}$$

$$P_{G0b} = 0,25 \times 3,00 \times 0,75$$

$$P_{G0b} = 0,56 \text{ kN}$$

Peso Próprio do Piso:

$$P_{G1} = 0,80 \times 3,00 \times 1,50$$

$$P_{G1} = 3,60 \text{ kN}$$

$$P_{G1b} = 0,80 \times 3,00 \times 0,75$$

$$P_{G1b} = 1,80 \text{ kN}$$

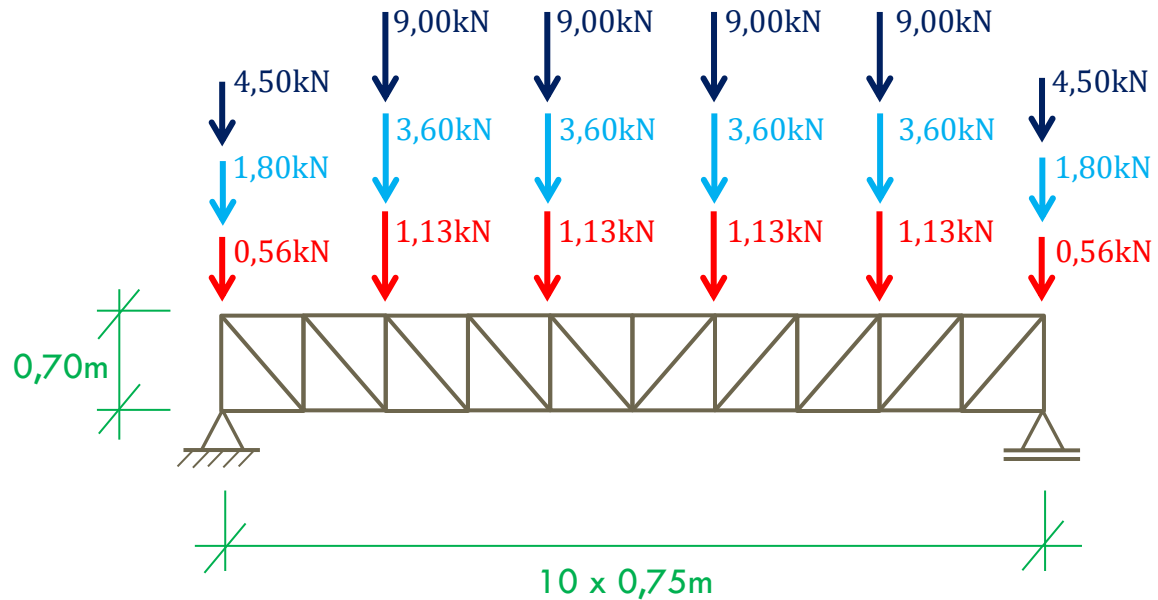
Carga Variável:

$$P_Q = 2,00 \times 3,00 \times 1,50$$

$$P_Q = 9,00 \text{ kN}$$

$$P_{Qb} = 2,00 \times 3,00 \times 0,75$$

$$P_{Qb} = 4,50 \text{ kN}$$



Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

RESOLUÇÃO

Ações:

$$G_0 = 0,25\text{kN/m}^2$$

$$G_1 = 0,80\text{kN/m}^2$$

$$Q = 2,00\text{kN/m}^2$$

Peso Próprio da Estrutura:

$$P_{G0} = 0,25 \times 3,00 \times 1,50$$

$$P_{G0} = 1,13\text{kN}$$

$$P_{G0b} = 0,25 \times 3,00 \times 0,75$$

$$P_{G0b} = 0,56\text{kN}$$

Peso Próprio do Piso:

$$P_{G1} = 0,80 \times 3,00 \times 1,50$$

$$P_{G1} = 3,60\text{kN}$$

$$P_{G1b} = 0,80 \times 3,00 \times 0,75$$

$$P_{G1b} = 1,80\text{kN}$$

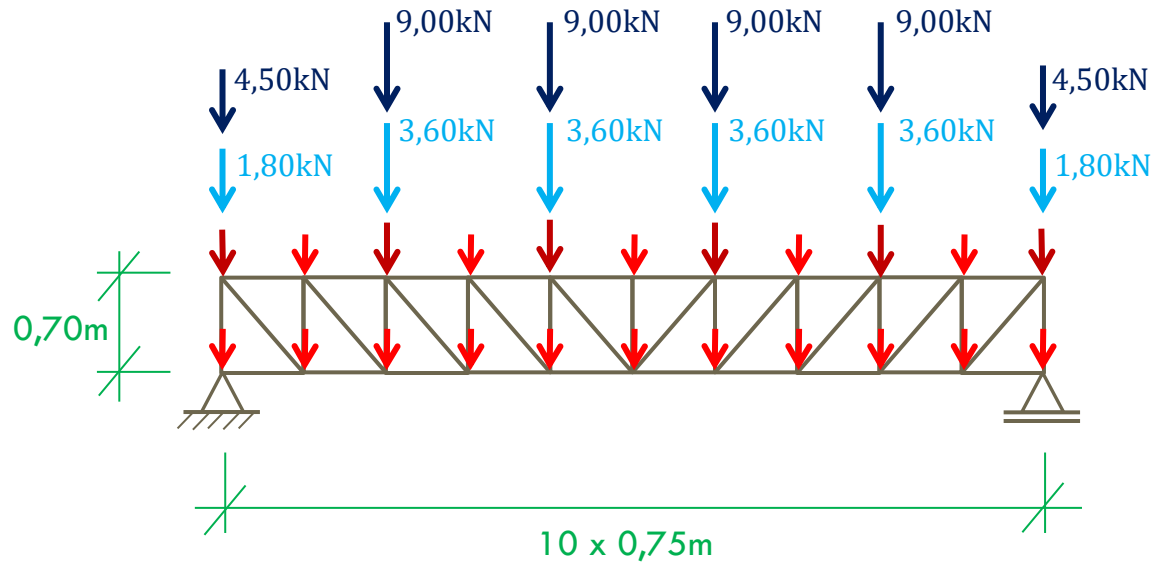
Carga Variável:

$$P_Q = 2,00 \times 3,00 \times 1,50$$

$$P_Q = 9,00\text{kN}$$

$$P_{Qb} = 2,00 \times 3,00 \times 0,75$$

$$P_{Qb} = 4,50\text{kN}$$



Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

RESOLUÇÃO

Ações:

$$G_0 = 0,25\text{kN/m}^2$$

$$G_1 = 0,80\text{kN/m}^2$$

$$Q = 2,00\text{kN/m}^2$$

Peso Próprio da Estrutura:

Avaliação para cada nó da treliça.

Alguns programas geram automaticamente essas cargas.

Peso Próprio do Piso:

$$P_{G1} = 0,80 \times 3,00 \times 1,50$$

$$P_{G1} = 3,60\text{kN}$$

$$P_{G1b} = 0,80 \times 3,00 \times 0,75$$

$$P_{G1b} = 1,80\text{kN}$$

Carga Variável:

$$P_Q = 2,00 \times 3,00 \times 1,50$$

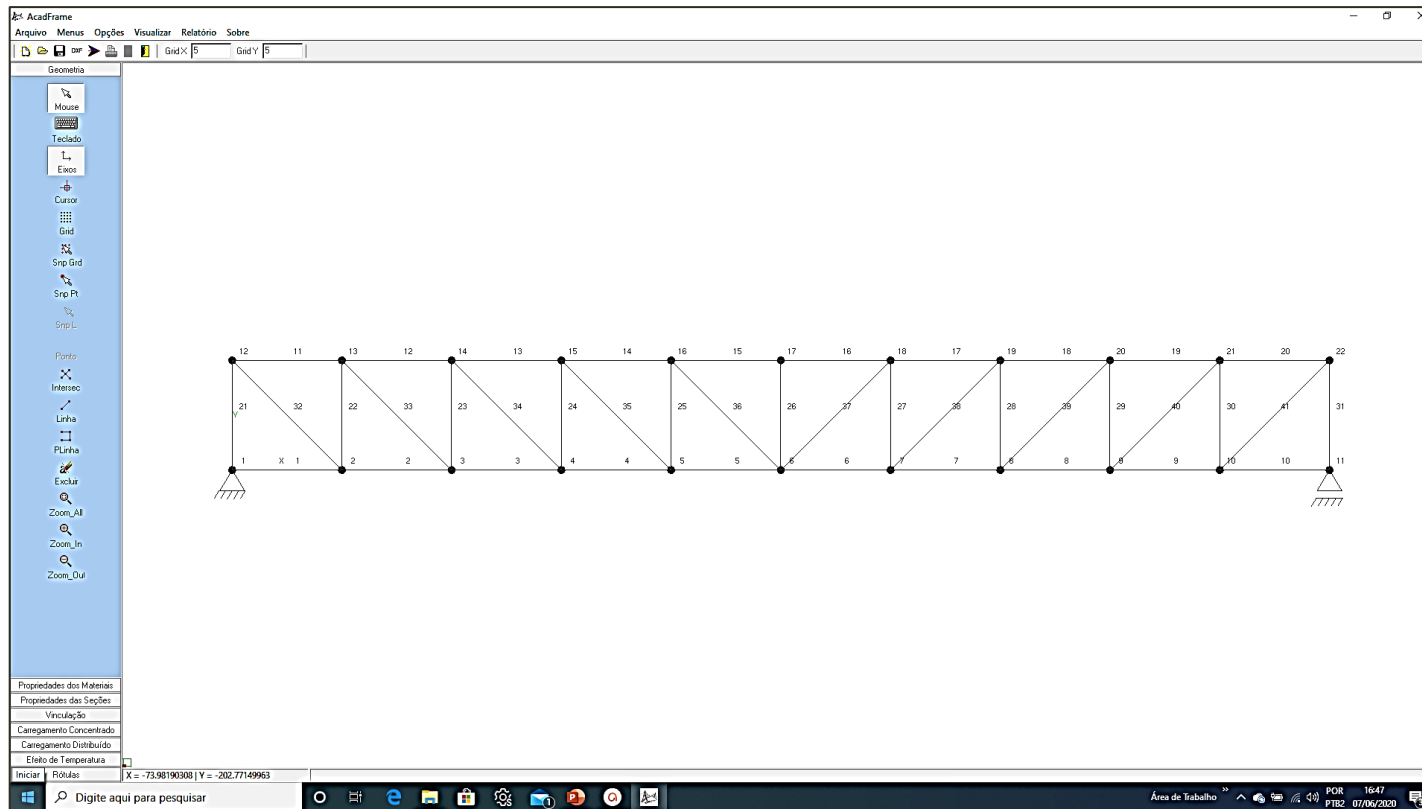
$$P_Q = 9,00\text{kN}$$

$$P_{Qb} = 2,00 \times 3,00 \times 0,75$$

$$P_{Qb} = 4,50\text{kN}$$

ATIVIDADES PROPOSTAS

- Estudar as normas ABNT NBR 6120:2019 e NBR 6123:1988;
- Instalar o programa **AcadFrame** (www.set.eesc.usp.br) e começar a modelagem da estrutura do exercício anterior.



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

FIM DA PARTE 1/3

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

PFF — ESTRUTURAS DE AÇO EM PERFIS FORMADOS A FRIO

PARTE 2: SEGURANÇA EM ESTRUTURAS

NOTAS DE AULA

Luciano Barbosa dos Santos
Professor CTEC/UFAL

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Tópico 1: Aspectos Gerais do Método dos Estados Limites

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

O MÉTODO DOS ESTADOS LIMITES

NBR 8681:2003

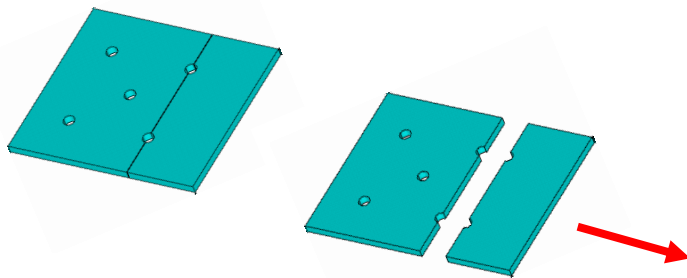


Ações e Segurança em Estruturas – Procedimento

Estados limites de uma estrutura: estados a partir dos quais a estrutura apresenta desempenho inadequado às finalidades da construção.

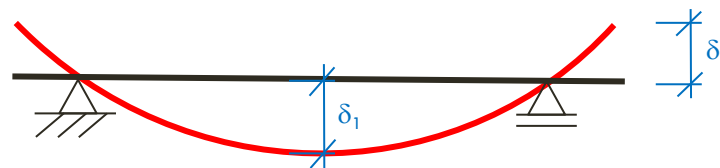
Estados Limites Últimos

São aqueles que, pela simples ocorrência, correspondem ao esgotamento da capacidade portante da estrutura, ou seja, determinam a paralisação, no todo ou em parte, do uso da construção. (GONÇALVES *et al.* (2005))



Estados Limites de Serviço

Estão relacionados à interrupção do uso normal da estrutura, aos danos e à deterioração da mesma. (GONÇALVES *et al.* (2005))



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios

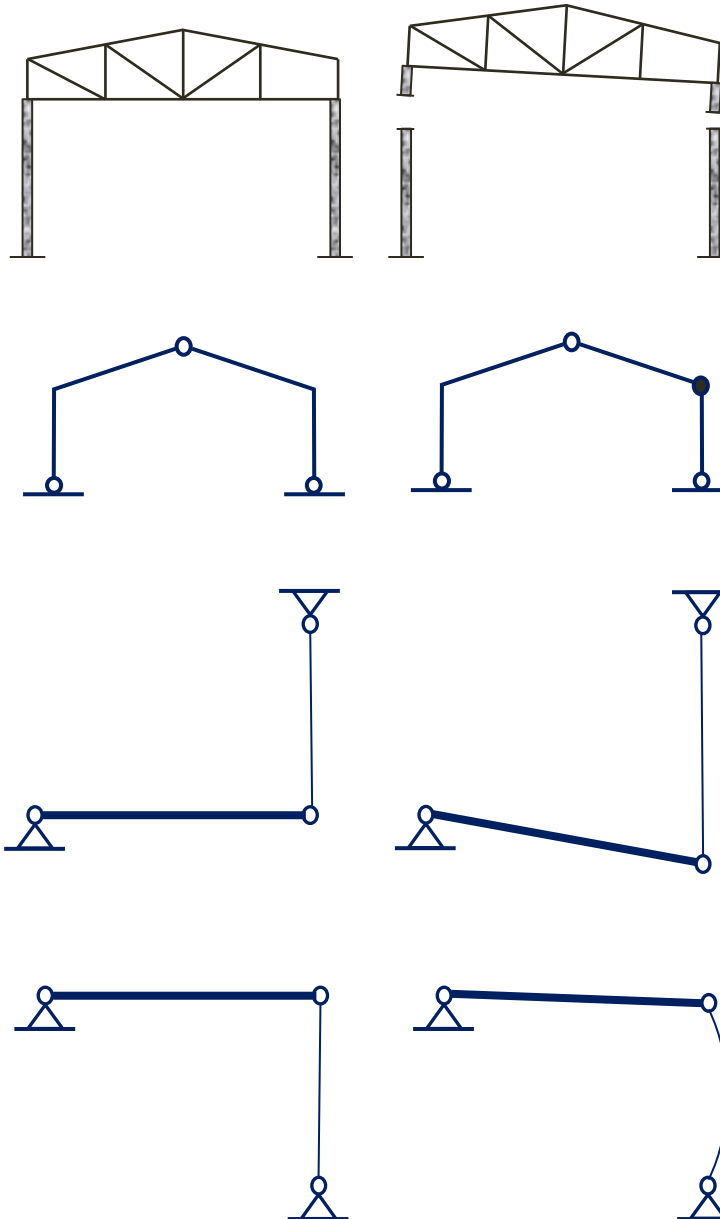


O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhaval 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

O MÉTODO DOS ESTADOS LIMITES

Exemplos de Estados Limites Últimos

- a) Perda de equilíbrio com movimento de corpo rígido (tombamento, arrancamento, deslizamento);
- b) Transformação da estrutura original em uma estrutura hipostática, por plastificação;
- c) Deformações que promovam mudança de geometria ou que exijam uma substituição na estrutura;
- d) Perda da capacidade de sustentação por ruptura de seções, por ter sido ultrapassada a resistência do material;
- e) Instabilidade global.



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios

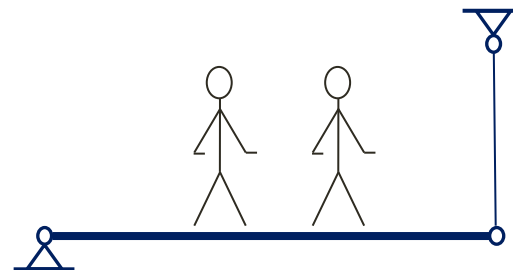
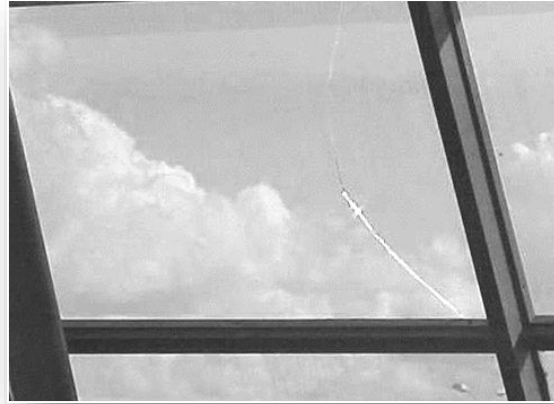


O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

O MÉTODO DOS ESTADOS LIMITES

Exemplos de Estados Limites de Serviço

- a) Flechas e rotações que afetem a aparência da estrutura ou seu funcionamento normal;
- b) Danos locais excessivos, tais como fissuração, rachaduras e corrosão;
- c) Vibrações excessivas que afetem o conforto dos usuários da edificação ou a operação de equipamentos.



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

Será que a ponte aguenta?



$$\text{Esforço Solicitante} \times \text{Esforço Resistente}$$

TRIOLA (2017)

Uma **variável aleatória** é uma variável que assume um único valor numérico, determinado pelo acaso, para cada resultado de um experimento.

Uma **distribuição de probabilidade** é uma descrição que dá a probabilidade para cada valor de uma variável aleatória.



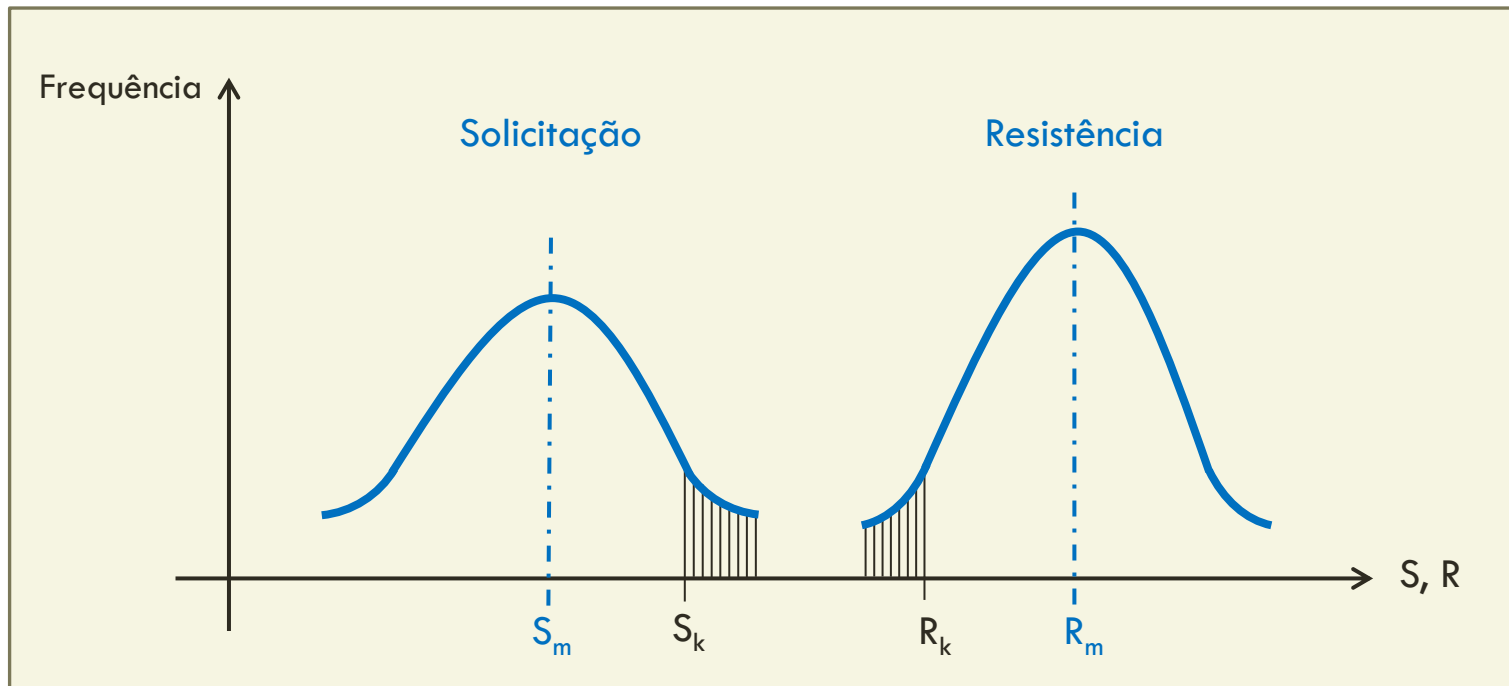
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



VALORES
CARACTERÍSTICOS DAS
RESISTÊNCIAS

As resistências dos materiais são representadas pelos valores característicos definidos como aqueles que, em um lote de material, têm apenas 5 % de probabilidade de não serem atingidos.

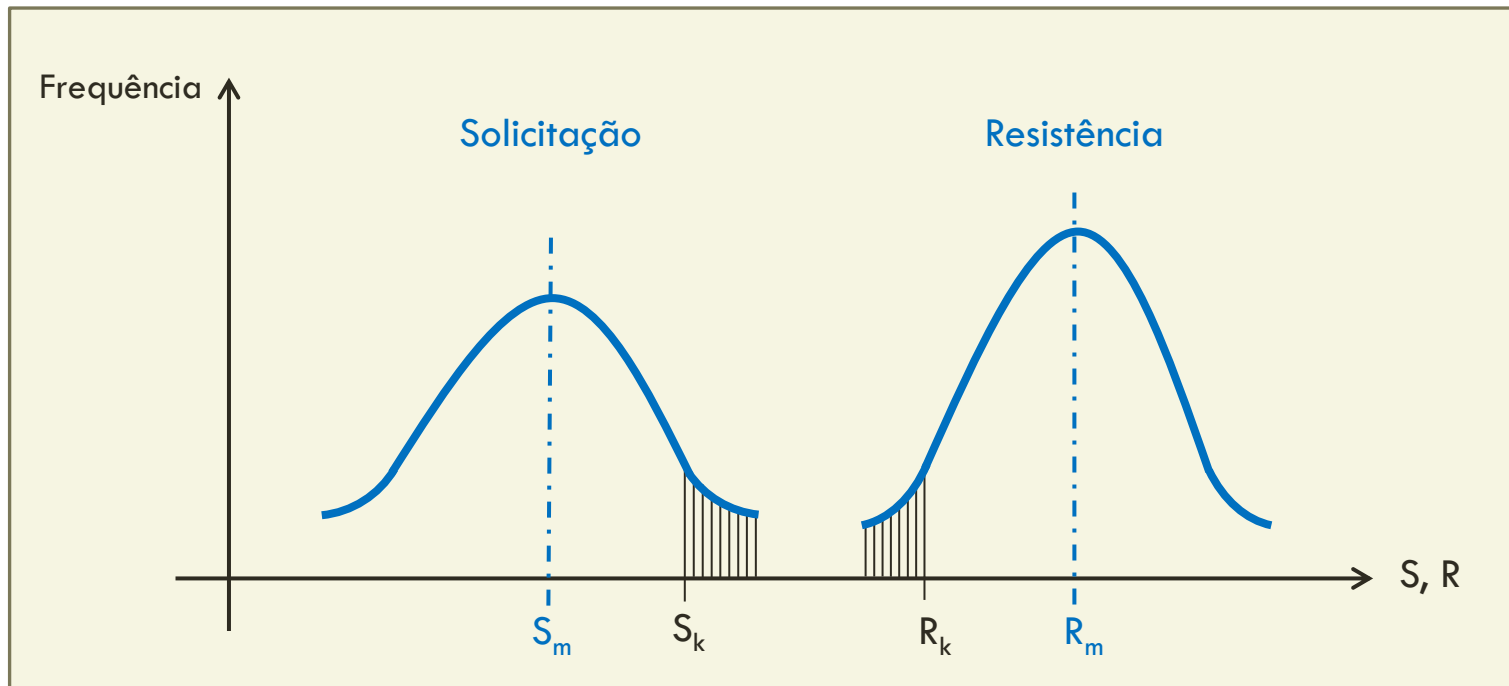
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



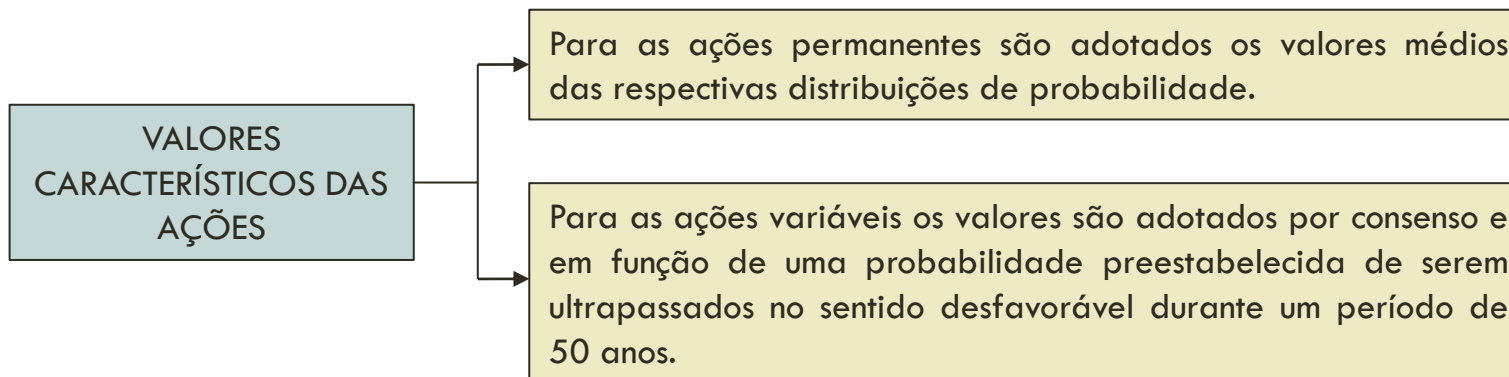
Ações

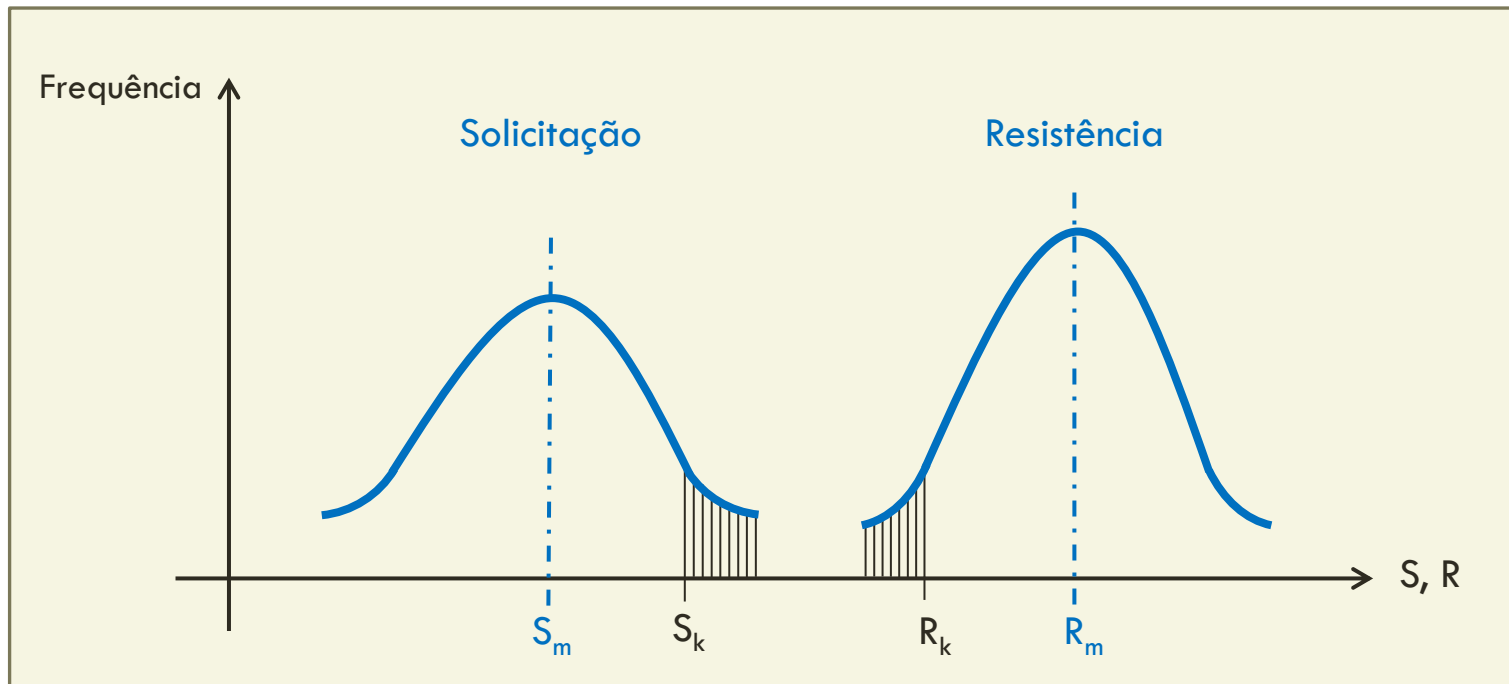
Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).





Margem de Segurança

$$M = R - S$$

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

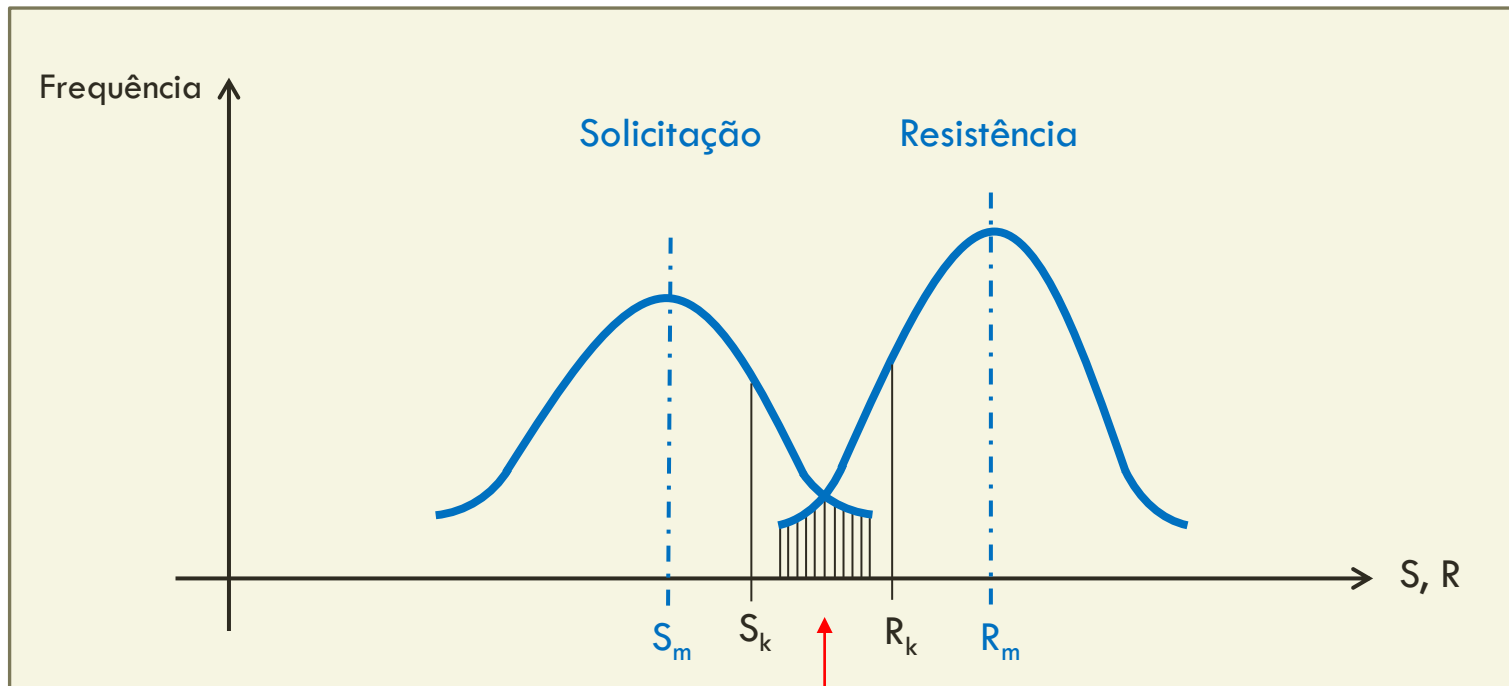
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Probabilidade de Falha ($R < S$ e $M < 0$)

Margem de Segurança

$$M = R - S$$

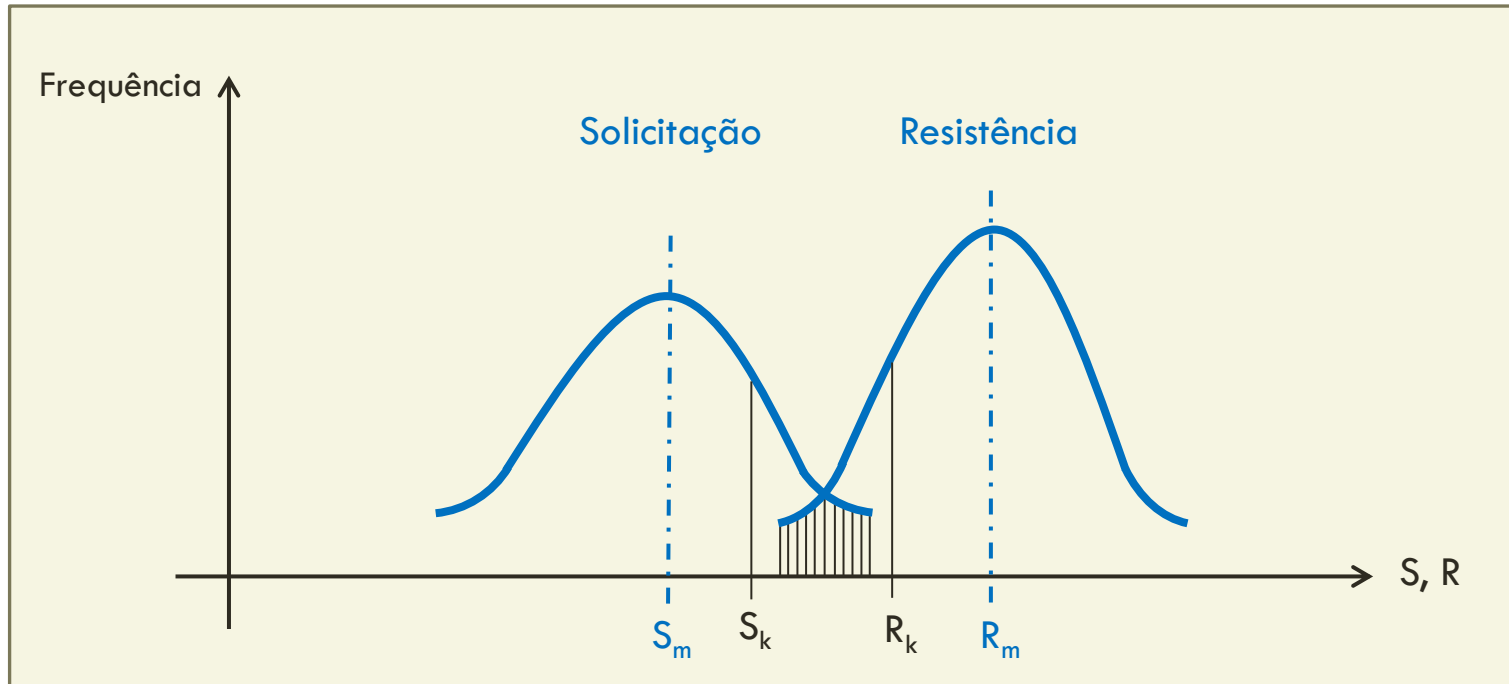
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

Valores Característicos

Valores de Projeto

$$\gamma_f \times S_k \leq \frac{R_k}{\gamma_m} \quad \therefore \quad S_d \leq R_d$$

Fatores de Ponderação

Riscos aceitáveis para a sociedade

Riscos aceitáveis por pessoas ousadas	10^{-3} /ano
Riscos aceitáveis por pessoas cuidadosas	10^{-4} /ano
Riscos Inevitáveis	5×10^{-5} /ano

Riscos aceitáveis nas estruturas (Rüsh, Rackwitz)

Colapso sem aviso com sérias consequências (Ex. ruína de colunas, ruptura do solo, fratura, etc.)	10^{-5} a 10^{-7} / ano
Ruptura com aviso (Ex. formação de mecanismos plásticos, recalque nas fundações)	10^{-4} / ano
Comportamento insatisfatório sem perigo de colapso	10^{-2} a 10^{-3} / ano

Fonte: ANDRADE & VELLASCO (2016) – 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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

Mas, com é que isso funciona na prática?



$$\gamma_f \times S_k \leq \frac{R_k}{\gamma_m} \quad \therefore \quad S_d \leq R_d$$



$$\sigma = \frac{P}{A} \leq f_y$$

$$f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$$

$$P = 50 \text{ kN}$$

Sem fatores de ponderação

$$A \geq \frac{P}{f_y}$$

$$A \geq \frac{50}{25}$$

$$A \geq 2,00 \text{ cm}^2$$

Com fatores de ponderação

$$\gamma_f = 1,40$$

$$\gamma_m = 1,10$$

$$A \geq \frac{1,4 \times P}{f_y/1,1}$$

$$A \geq \frac{1,4 \times 50}{25/1,1}$$

$$A \geq 3,08 \text{ cm}^2$$

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Tópico 2: Combinações de Ações

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

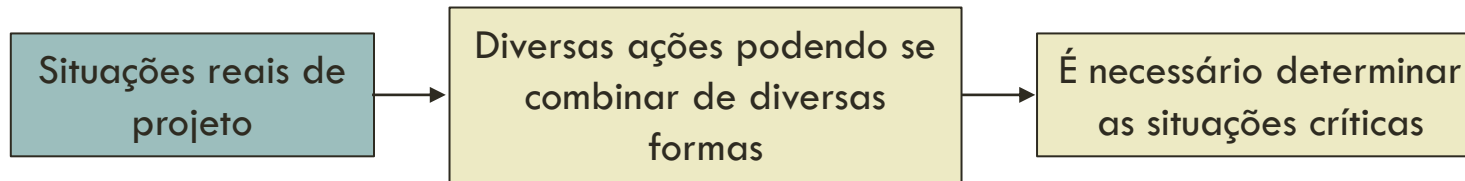
Segurança

Exercícios

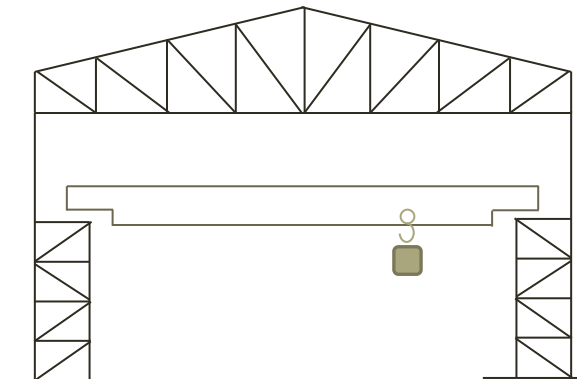


O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgal 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

COMBINAÇÕES DE AÇÕES



Quais serão as ações atuantes em um galpão industrial?



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

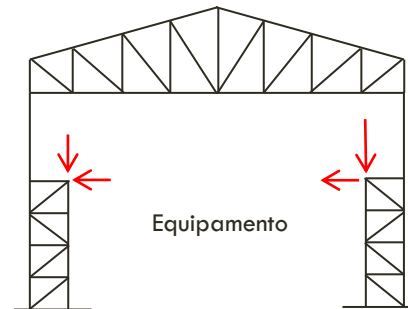
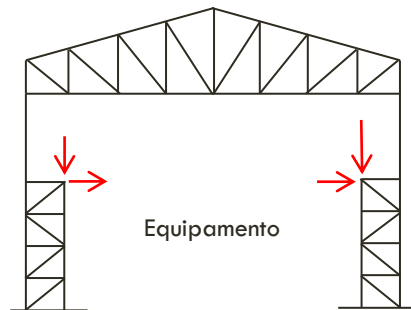
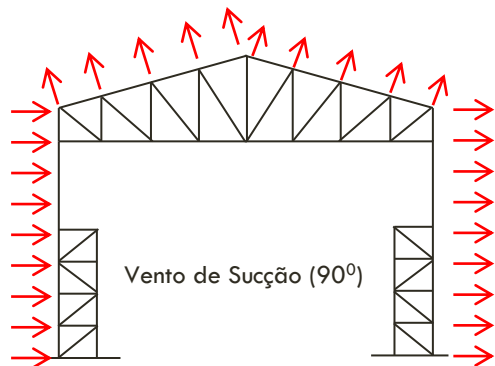
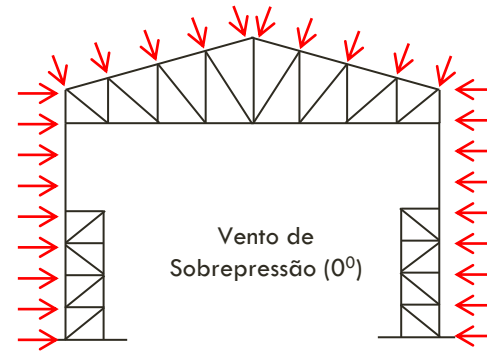
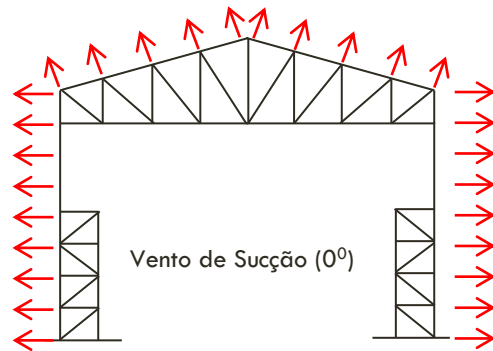
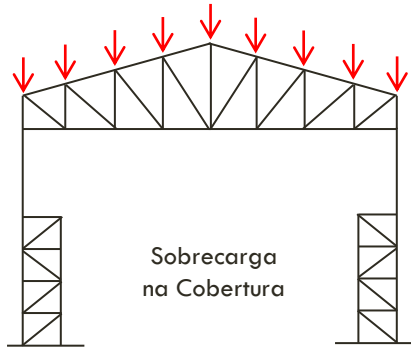
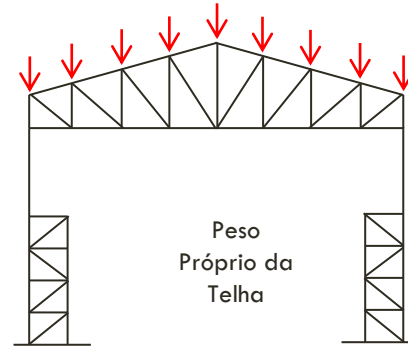
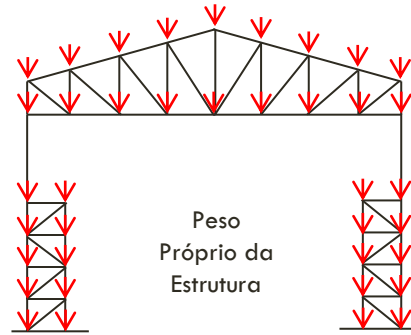
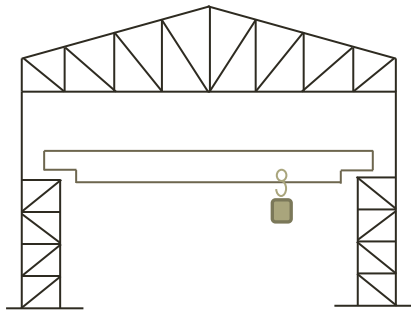
Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

COMBINAÇÕES DE AÇÕES



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

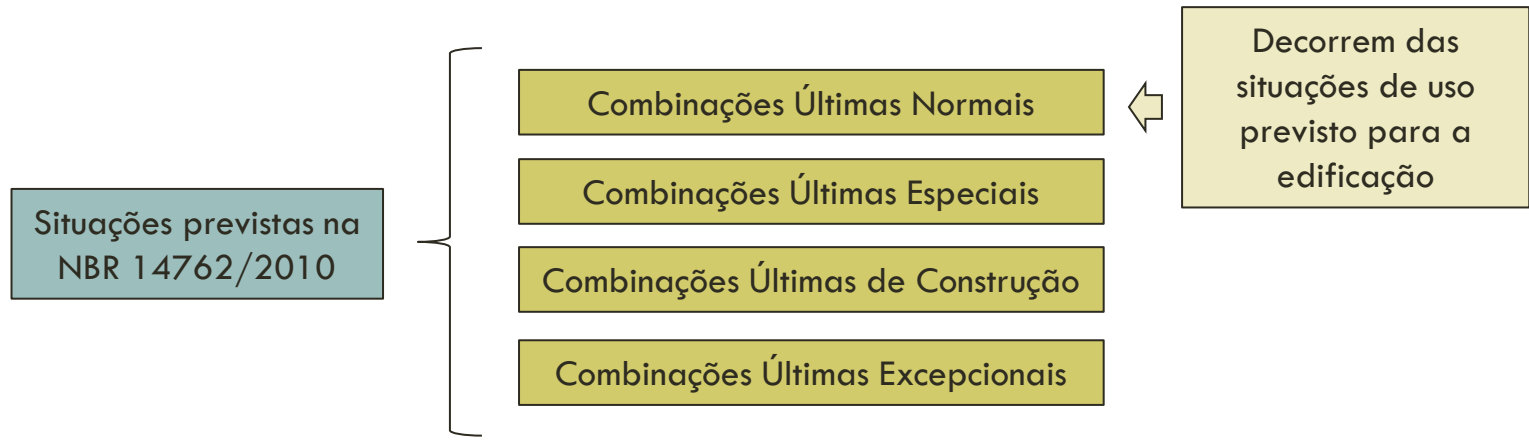
Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

COMBINAÇÕES ÚLTIMAS



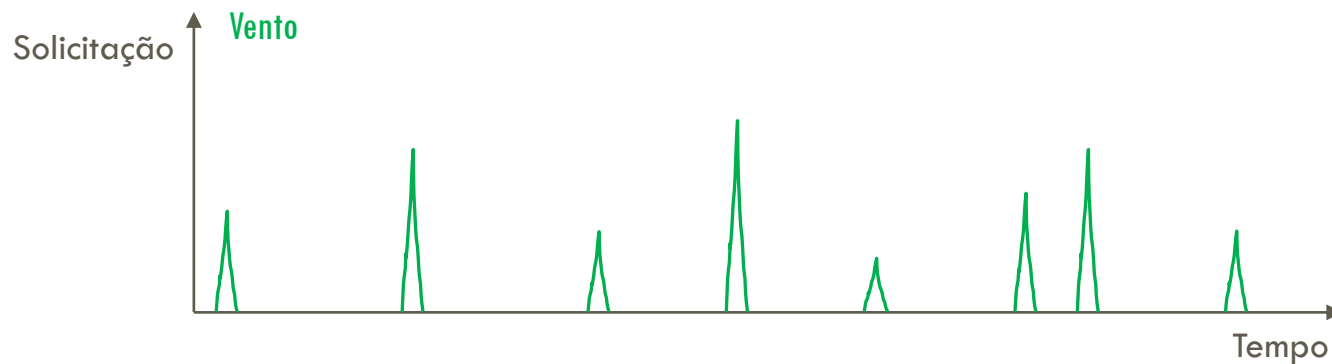
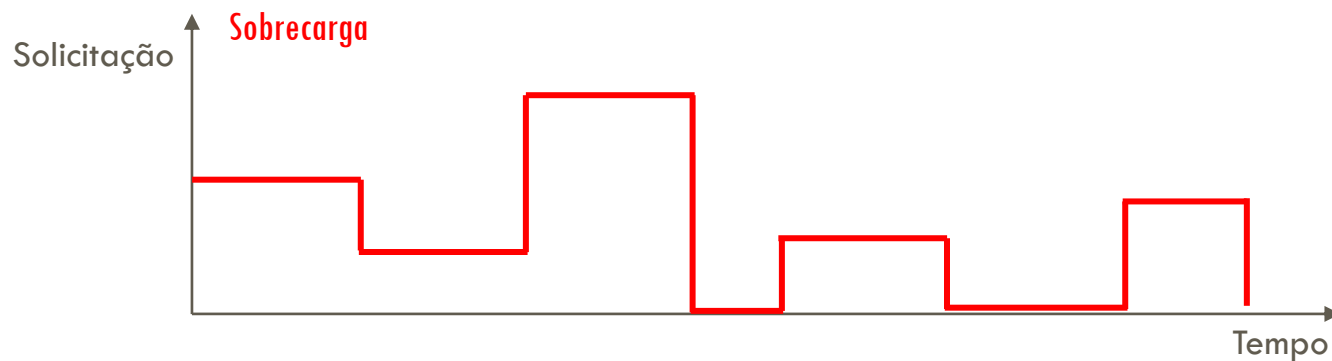
Ação Variável Principal

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \gamma_{qj} \psi_{oj} F_{Qj,k}$$

Somatório das Ações Permanentes

Somatório das Ações Variáveis Secundárias

VARIAÇÃO DAS AÇÕES COM O TEMPO



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



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

COMBINAÇÕES DE SERVIÇO

Combinações Quase Permanentes	Verificação de situações de longa duração
Combinações Frequentes	São utilizadas para os estados-limites reversíveis
Combinações Raras	São utilizadas para os estados-limites irreversíveis

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} F_{Qj,k}$$

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} F_{Qj,k}$$

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{1j} F_{Qj,k}$$

(Consultar a norma para mais informações)

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

FATORES DE PONDERAÇÃO DA NBR 14762 (2010)

AÇÕES PERMANENTES (γ_g)						
COMBINAÇÕES	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições in loco	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	Indiretas
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais/Construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)

(Consultar a norma para mais informações)

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

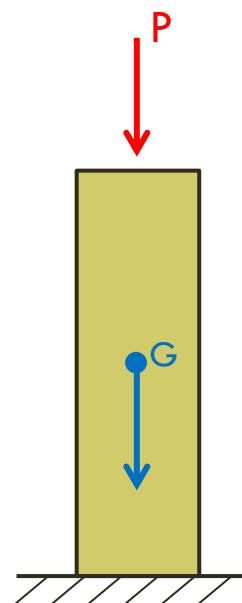
Segurança

Exercícios



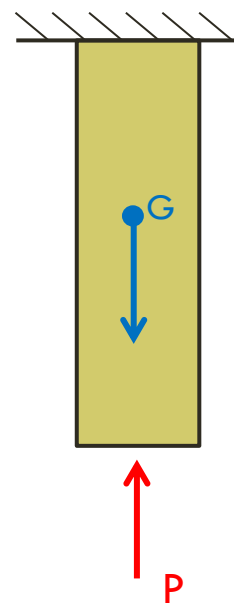
O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhaval 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Ação permanente favorável à segurança? Como isso é possível?



$$S = P + G$$

$$S = P - G$$



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios

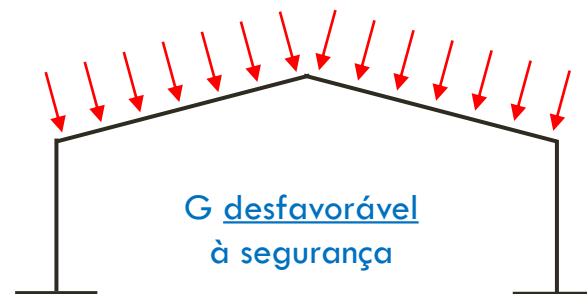


O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: NOTAS DE AULA de Luciano Barbosa dos Santos está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

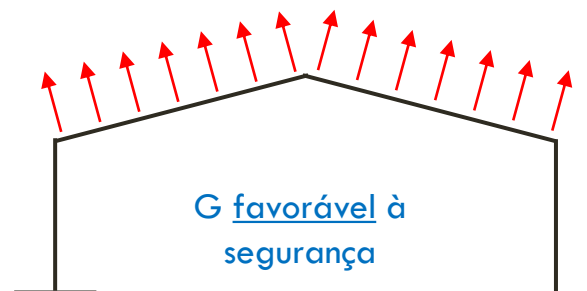
Ação permanente
favorável à segurança?
Como isso é possível?



Vento de Pressão



Vento de Sucção



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

FATORES DE PONDERAÇÃO DA NBR 14762 (2010)

AÇÕES VARIÁVEIS (γ_q)				
Combinações	Efeito da temperatura	Ação do vento	Ações truncadas	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50
Especiais/Construção	1,00	1,20	1,10	1,30
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00

(Consultar a norma para mais informações)

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

FATORES DE COMBINAÇÃO DA NBR 14762 (2010)

AÇÕES	DESCRIÇÃO/SITUAÇÃO	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

(Consultar a norma para mais informações)

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



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

DESLOCAMENTOS MÁXIMOS DE ACORDO COM A NBR 14762/2010

DESCRIÇÃO	δ^a
Travessas de fechamento	L/180 ^b L/120 ^{cd}
Terças de cobertura	L/180 ^e L/120 ^f
Vigas de cobertura	L/250
Vigas de piso	L/350
Vigas que suportam pilares	L/500
Galpões em geral e edifícios de um pavimento	
– Deslocamento horizontal no topo dos pilares em relação à base	L/300
– Deslocamento horizontal do nível da viga de rolamento em relação à base	L/400
Edifícios de dois ou mais pavimentos	
– Deslocamento horizontal no topo dos pilares em relação à base	L/400
– Deslocamento horizontal relativo entre dois pisos consecutivos	L/500

Obs.:

- L é o vão teórico entre apoios ou o dobro do comprimento teórico do balanço, H é a altura total do pilar (distância do topo à base) ou a distância do nível da viga de rolamento à base, h é a altura do andar (distância entre centros das vigas de dois pisos consecutivos ou entre centros das vigas e a base no caso do primeiro andar);
- Deslocamento paralelo ao plano do fechamento (entre linhas de tirantes, caso eles existam);
- Deslocamento perpendicular ao plano do fechamento;
- Considerar apenas as ações variáveis perpendiculares ao plano de fechamento (vento no fechamento) com seu valor característico;
- Considerar combinações raras de serviço, utilizando-se as ações variáveis de mesmo sentido que o da ação permanente.
- Considerar apenas as ações variáveis de sentido oposto ao da ação permanente (vento de sucção) com seu valor característico.

(Consultar a norma para mais informações)

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

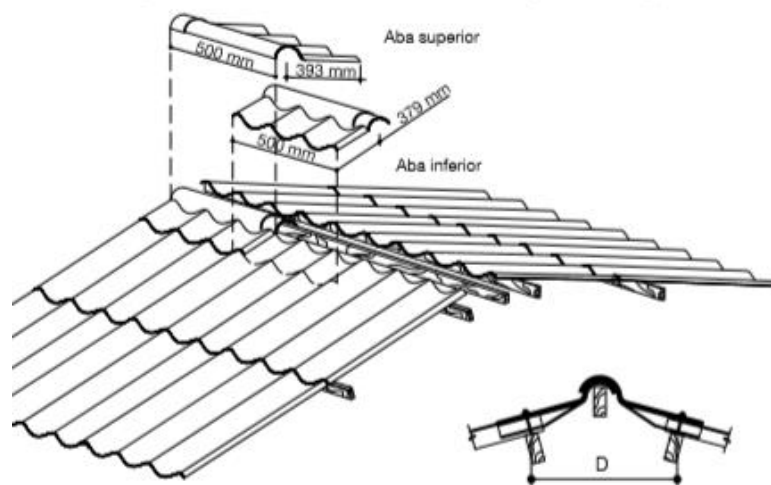
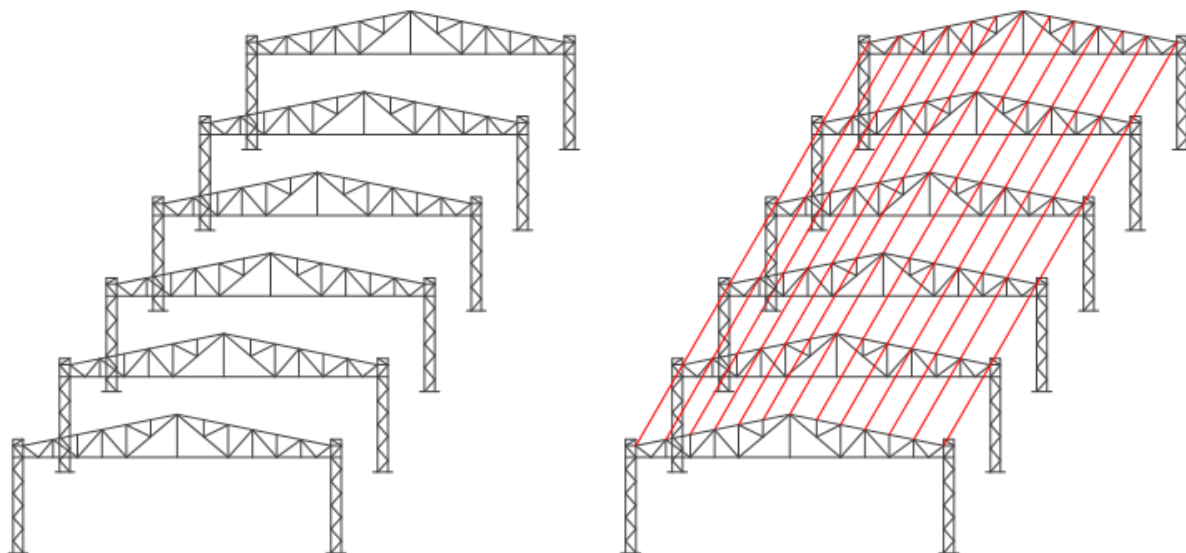
Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



https://www.eternit.com.br/wp-content/uploads/2019/10/ETE02720_Catálogo-técnico-fibrocimento_D.pdf
Último acesso em 11/06/2020

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

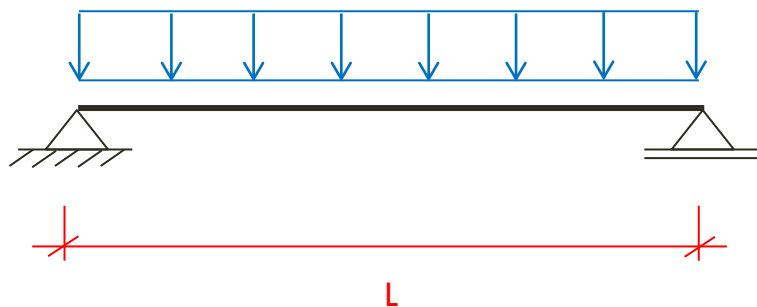
Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

COMBINAÇÃO POSITIVA

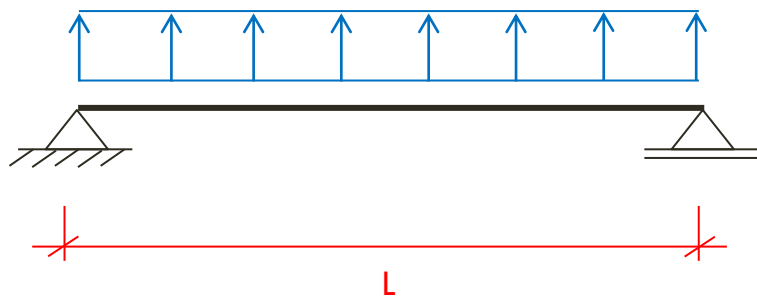


Recomendações da NBR 14762:2010

Considerar combinações raras de serviço, utilizando-se as ações variáveis de mesmo sentido que o da ação permanente.

$$\delta \leq L/180$$

COMBINAÇÃO NEGATIVA



Recomendações da NBR 14762:2010

Considerar apenas as ações variáveis de sentido oposto ao da ação permanente (vento de sucção) com seu valor característico.

$$\delta \leq L/120$$

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

FIM DA PARTE 2/3

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

PFF — ESTRUTURAS DE AÇO EM PERFIS FORMADOS A FRIO

PARTE 3: EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

NOTAS DE AULA

Luciano Barbosa dos Santos
Professor CTEC/UFAL

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

Ações

Segurança

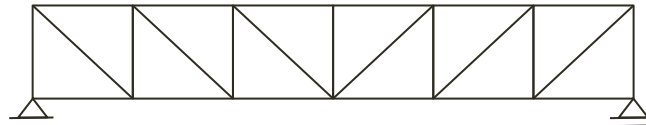
Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Exercício 1: Barra de Treliça



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

QUESTÃO 1

Determine os esforços de projeto para uma barra de treliça submetida aos seguintes esforços básicos:

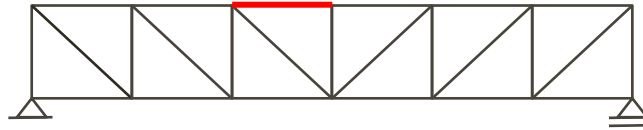
Peso próprio da estrutura de aço: -10kN

Peso próprio da telha sanduiche: -15kN

Sobrecarga no telhado: -20kN

Vento de sucção: $+35\text{kN}$

Vento de pressão: -5kN



Convenção de sinais:
(+) tração / (-) compressão

AÇÕES PERMANENTES (γ_g)

COMBINAÇÕES	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de construtivo industrializados com adições in loco	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	Indiretas
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais/Construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

QUESTÃO 1

Determine os esforços de projeto para uma barra de treliça submetida aos seguintes esforços básicos:

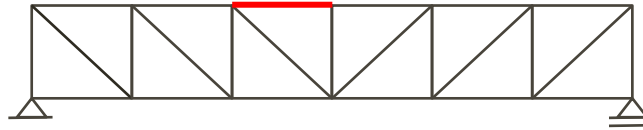
Peso próprio da estrutura de aço: -10kN

Peso próprio da telha sanduiche: -15kN

Sobrecarga no telhado: -20kN

Vento de sucção: $+35\text{kN}$

Vento de pressão: -5kN



Convenção de sinais:
(+) tração / (-) compressão

AÇÕES VARIÁVEIS (γ_q)

Combinações	Efeito da temperatura	Ação do vento	Ações truncadas	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50
Especiais/Construção	1,00	1,20	1,10	1,30
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00

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: 02

Assunto: PFF – Ações e Segurança

Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

QUESTÃO 1

Determine os esforços de projeto para uma barra de treliça submetida aos seguintes esforços básicos:

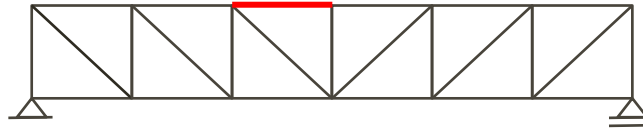
Peso próprio da estrutura de aço: -10kN

Peso próprio da telha sanduiche: -15kN

Sobrecarga no telhado: -20kN

Vento de sucção: $+35\text{kN}$

Vento de pressão: -5kN



Convenção de sinais:
(+) tração / (-) compressão

AÇÕES	DESCRIÇÃO/SITUAÇÃO	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

QUESTÃO 1

Determine os esforços de projeto para uma barra de treliça submetida aos seguintes esforços básicos:

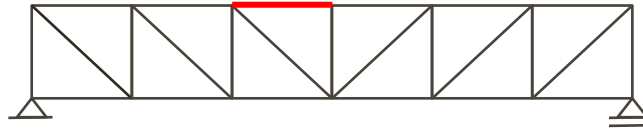
Peso próprio da estrutura de aço: -10kN

Peso próprio da telha sanduiche: -15kN

Sobrecarga no telhado: -20kN

Vento de sucção: $+35\text{kN}$

Vento de pressão: -5kN



Convenção de sinais:
(+) tração / (-) compressão

Resolução

Para combinação normal última:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \gamma_{qj} \psi_{oj} F_{Qj,k}$$

Comb. 1: A.V.P. = Sobrecarga no telhado

$$N_{d1} = 1,25 \times (-10) + 1,35 \times (-15) + 1,50 \times (-20) + 1,4 \times 0,6 \times (-5)$$
$$N_{Sd1} = -66,95\text{kN}$$

Comb. 2: A.V.P. = Vento de pressão

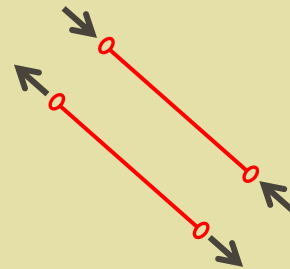
$$N_{d2} = 1,25 \times (-10) + 1,35 \times (-15) + 1,40 \times (-5) + 1,5 \times 0,8 \times (-20)$$
$$N_{Sd2} = -63,75\text{kN}$$

Comb. 3: A.V.P. = vento de sucção

$$N_{d3} = 1,00 \times (-10) + 1,00 \times (-15) + 1,40 \times (+35)$$
$$N_{Sd3} = 24,00\text{kN}$$

Conclusão:

$$N_{Sd} = -69,95\text{kN} / +24,00\text{kN}$$



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

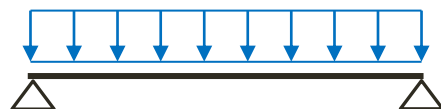
Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).



Exercício 2: Viga Simplesmente Apoiada



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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

QUESTÃO 2

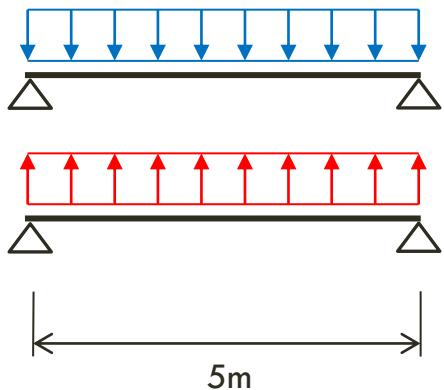
Determine os momentos fletores de projeto para uma viga simplesmente apoiada com 5m de vão livre, largura de influência de 1,50m.

Adote perfil Ue 125 x 50 x 17 x 2,65 fletido em relação ao eixo x-x.

Peso próprio da telha: $+0,05\text{kN/m}^2$
Sobrecarga no telhado: $+0,25\text{kN/m}^2$
Vento de sucção: $-0,70\text{kN/m}^2$

Convenção de sinais: (+) ↓ / (-) ↑

Obs.: lembre-se de levar em consideração o peso próprio do perfil.



Resolução

Como a largura de influência é de 1,50m, os demais carregamentos atuantes sobre a viga são:

Peso próprio da telha: $g_t = 0,05\text{ kN/m}^2 \times 1,50\text{ m} = 0,075\text{ kN/m}$
Sobrecarga no telhado: $q = 0,25\text{ kN/m}^2 \times 1,50\text{ m} = 0,375\text{ kN/m}$
Vento: $w = 0,70\text{ kN/m}^2 \times 1,50\text{ m} = 1,050\text{ kN/m}$

Consultando a tabela de perfis, vemos que o peso próprio do perfil adotado na questão é de 5,03 kg/m, ou seja:

$$g = 0,050\text{ kN/m}$$

a) Determinação dos Momentos Fletores de Projeto (M_{Sd})

A expressão ser utilizada na resolução da questão é:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \gamma_{qj} \psi_{oj} F_{Qj,k}$$

Combinação 1: Sobrecarga no telhado como ação variável principal

$$q_{d1} = 1,25 \times (+0,05) + 1,35 \times (+0,075) + 1,50 \times (+0,375)$$
$$q_{d1} = +0,73\text{kN/m}$$

$$M_{dx1} = q_{dx1} L^2 / 8 \rightarrow M_{Sdx1} = +2,28\text{kNm}$$

Combinação 2: vento de sucção como ação variável principal

$$q_{d2} = 1,00 \times (+0,05) + 1,00 \times (+0,075) + 1,40 \times (-1,05)$$
$$q_{d2} = -1,35\text{kN/m}$$

$$M_{dx2} = q_{dx2} L^2 / 8 \rightarrow M_{Sdx2} = -4,22\text{kNm}$$

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

QUESTÃO 2

Determine os momentos fletores de projeto para uma viga simplesmente apoiada com 5m de vão livre, largura de influência de 1,50m.

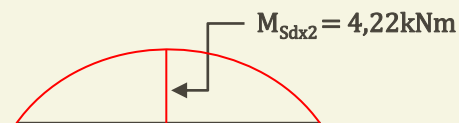
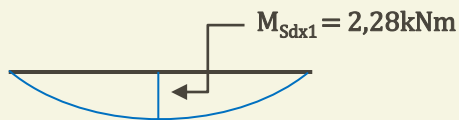
Adote perfil Ue 125 x 50 x 17 x 2,65 fletido em relação ao eixo x-x.

Peso próprio da telha: $+0,05\text{kN/m}^2$
Sobrecarga no telhado: $+0,25\text{kN/m}^2$
Vento de sucção: $-0,70\text{kN/m}^2$

Convenção de sinais: (+) ↓ / (-) ↑

Obs.: lembre-se de levar em consideração o peso próprio do perfil.

D.M.F.



Resolução

Como a largura de influência é de 1,50m, os demais carregamentos atuantes sobre a viga são:

Peso próprio da telha: $g_t = 0,05\text{ kN/m}^2 \times 1,50\text{ m} = 0,075\text{ kN/m}$
Sobrecarga no telhado: $q = 0,25\text{ kN/m}^2 \times 1,50\text{ m} = 0,375\text{ kN/m}$
Vento: $w = 0,70\text{ kN/m}^2 \times 1,50\text{ m} = 1,050\text{ kN/m}$

Consultando a tabela de perfis, vemos que o peso próprio do perfil adotado na questão é de 5,03 kg/m, ou seja:

$$g = 0,050\text{ kN/m}$$

a) Determinação dos Momentos Fletores de Projeto (M_{Sd})

A expressão ser utilizada na resolução da questão é:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \gamma_{qj} \psi_{oj} F_{Qj,k}$$

Combinação 1: Sobrecarga no telhado como ação variável principal

$$q_{d1} = 1,25 \times (+0,05) + 1,35 \times (+0,075) + 1,50 \times (+0,375)$$
$$q_{d1} = +0,73\text{kN/m}$$

$$M_{dx1} = q_{dx1} L^2 / 8 \rightarrow M_{Sdx1} = +2,28\text{kNm}$$

Combinação 2: vento de sucção como ação variável principal

$$q_{d2} = 1,00 \times (+0,05) + 1,00 \times (+0,075) + 1,40 \times (-1,05)$$
$$q_{d2} = -1,35\text{kN/m}$$

$$M_{dx2} = q_{dx2} L^2 / 8 \rightarrow M_{Sdx2} = -4,22\text{kNm}$$

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

FIM DA PARTE 3/3

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Complemente e aprofunde seus conhecimentos sobre análise estrutural, sobre segurança em estruturas e verifique com cuidado as recomendações das normas vigentes.

Leve a sério seus estudos!

Ao utilizar um programa computacional, seja ele comercial ou acadêmico, tenha sempre os seguintes cuidados:

- Estude-o com atenção e certifique-se de que sabe usá-lo corretamente;
- Verifique qual é a formulação que ele utiliza, se os resultados que você está obtendo são coerentes e se tudo está em conformidade com as prescrições normativas.

Ao fazer cálculos manuais, bem como ao utilizar aplicativos computacionais, procure sempre validar os resultados obtidos. Você pode, por exemplo, refazer os diversos exercícios disponíveis na literatura técnica até se certificar de que dominou os conceitos envolvidos e a marcha de cálculo dos problemas que estiver estudando.

Aja sempre com responsabilidade e bom senso!

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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. VELLASCO, P. (2016). **Comportamento e projeto de estruturas de aço**. Elsevier: editora PUC Rio. Rio de Janeiro, RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1988). **NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações**. 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.

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 (2019). **NBR 6120 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). **NBR 8681 – Ações e segurança em estruturas – procedimento**. Rio de Janeiro, RJ.

CODA, H. B.; PACCOLA, R. R. (2006). **AcadFrame: software acadêmico para análise de pórticos e treliças planas**. Departamento de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Disponível em: http://www.set.eesc.usp.br/software_depto/acadframe/. Último acesso em 03 de julho de 2020.

ETERNIT (2020/21). **Catálogo técnico. Telhas de fibrocimento CRS**. Disponível em: www.eternit.com. Último acesso em 11 de junho de 2020.

GONÇALVES, R. M.; MALITE, M.; SALES, J. J.; MUNAIAR NETO, J. (2005). **Segurança nas estruturas: teoria e exemplos**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.

TRIOLA, M. F. (2017). **Introdução à estatística**. LTC Editora. 12ed. 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: 02
Assunto: PFF – Ações e Segurança
Quantidade de Slides: 67

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).

IMAGENS/ILUSTRAÇÕES



Imagem de [Clker-Free-Vector-Images](#) por [Pixabay](#)



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



Imagem de [Clker-Free-Vector-Images](#) por [Pixabay](#)



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

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: **02**
Assunto: **PFF – Ações e Segurança**
Quantidade de Slides: **67**

Ações

Segurança

Exercícios



O trabalho PFF – AÇÕES E SEGURANÇA: 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/).