



Estruturas de Concreto Protendido

- Ângelo Vieira Mendonça, Prof. Dr.



Estruturas de Concreto Protendido

- Peças de concreto protendido

NBR 6118:2003 define : “Peça que é submetida a um sistema de forças especialmente e permanentemente aplicadas, chamadas forças de protensão e tais que, em condições de utilização, quando agirem simultaneamente com as demais ações, impeçam ou limitem a fissuração”.



Características do concreto protendido

- ❑ Fatores da grande aplicação da protensão em peças construídas em concreto.
(competitividade do material concreto)
- ✓ Disponibilidade em todo o mundo;
- ✓ Razões econômicas (material barato);
- ✓ Grande liberdade arquitetônica;
- ✓ Proteção do aço contra o fogo e corrosão.



Características do concreto protendido

✓ Armadura de protensão ou armadura ativa

É o elemento que será tracionado e, quando devidamente ancorado, transmitirá a força de protensão ao concreto.

✓ Estado transitório das forças de protensão

- A protensão não determina um estado fixo de tensões e de deformações, como a princípio pode parecer.
- Devido a fenômenos físicos na armadura ativa e no concreto, as forças de protensão sofrem um decréscimo ao longo do tempo, chamados de *perdas de protensão*.

Finalidades da protensão

Viabilização de serviço no regime elástico

Se for aplicada uma pré-compressão no concreto, para reduzir as tensões para um nível que evite a fissuração, o comportamento da peça pode estar no regime elástico

✓ Vantagens do regime elástico

- As tensões devidas ao carregamento externo e à protensão podem ser calculadas individualmente, e posteriormente podem ser superpostas;
- As expressões da resistência dos materiais para flexão composta são válidas.

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{P \cdot e}{I} y + \frac{M_q}{I} y$$

q: carregamento externo;

P: força de protensão;

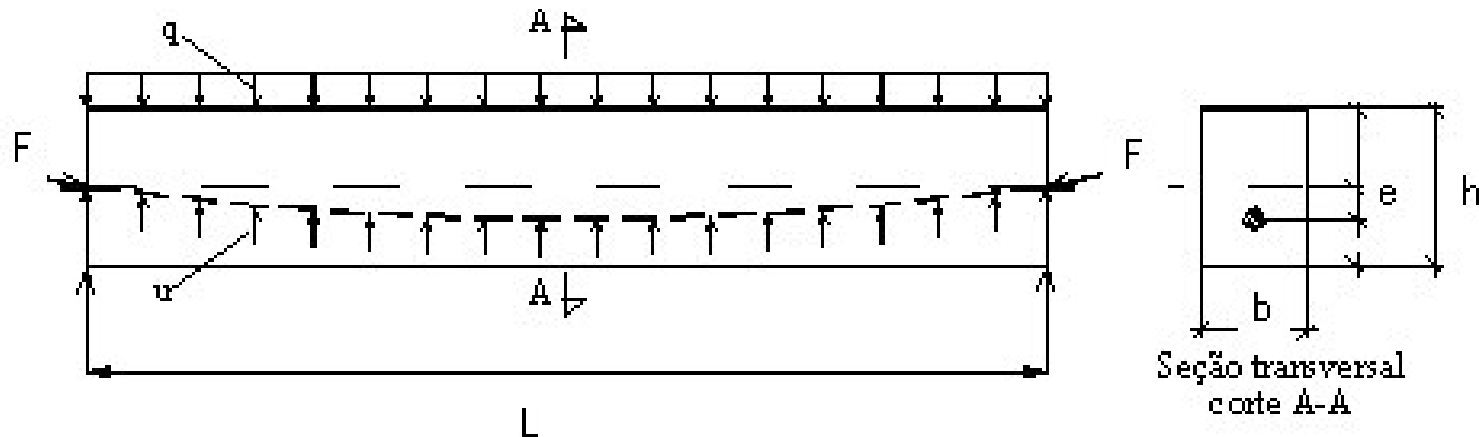
M_q: momento devido a q.

Finalidades da protensão

Balanceamento de cargas

Disposição da armadura ativa em configurações geométricas convenientes ao longo da peça com intuito usar as forças de para contrabalançar o efeito de cargas externas

✓ *Caso de cargas gravitacionais: cabos parabólicos*



Valor do
carregamento
equivalente

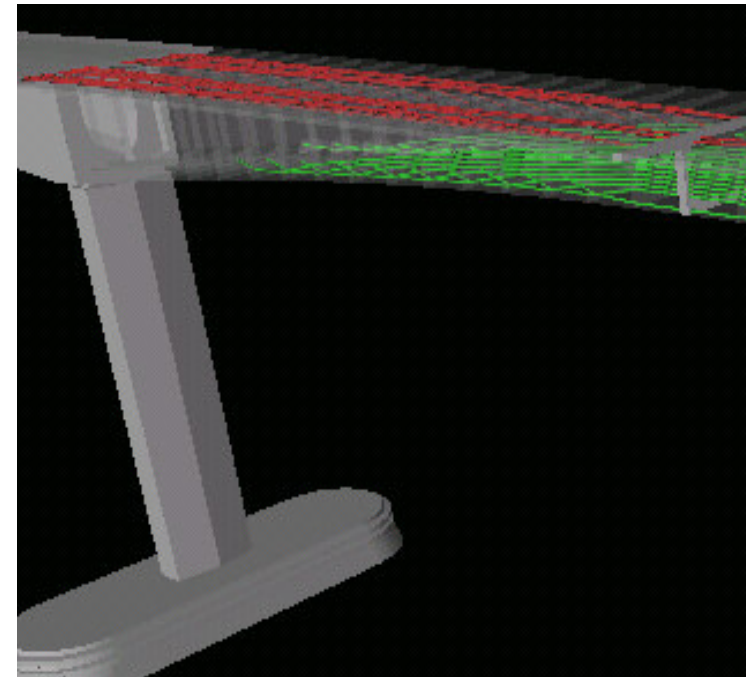
$$u = \frac{8 \cdot F \cdot f}{L^2}$$

f: fecha da viga

Finalidades da protensão

Elemento de união ou de continuidade

A protensão pode ser utilizada como dispositivo de união de unidades menores ou para conferir continuidade entre unidades inicialmente independentes



Finalidades da protensão

Acessibilidade ao Controle da Rigidez das Peças

- ✓ **O controle da intensidade da força de protensão permite um acesso direto a rigidez das peças;**

- ✓ **Desde que o concreto suporte as tensões de compressão, quanto maior a intensidade da força de protensão menos flexível será o sistema (menos resiliente).**

- **Estruturas típicas que requerem grande resiliência (absorção de energia de mecânica na fase elástica)**
 - ***Fundações de cais e portos;***

 - ***Fundações de máquinas, etc.***

Finalidades da protensão

Transporte de peça

Em alguns casos especiais, a protensão é aplicada para combater os esforços mobilizados durante o transporte das unidades para montagem da estrutura final.

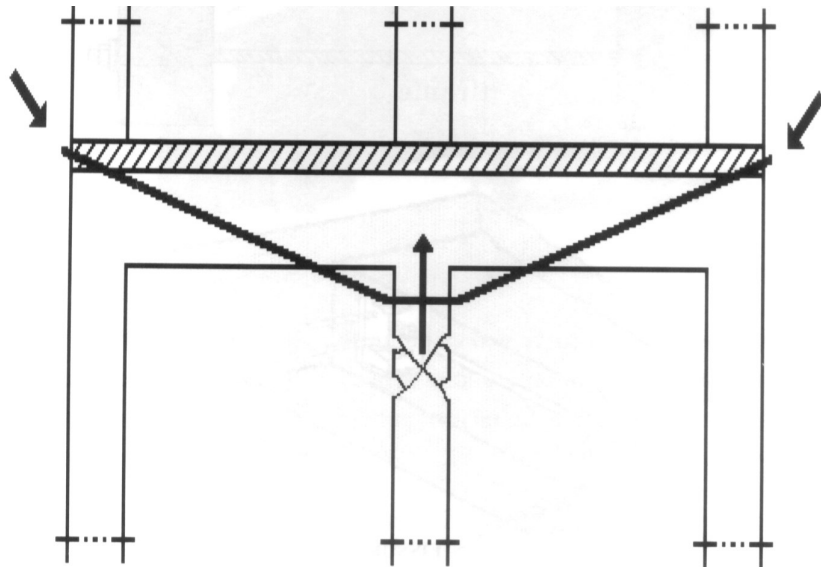
✓ ***Casos típicos:
peças pré-moldadas***



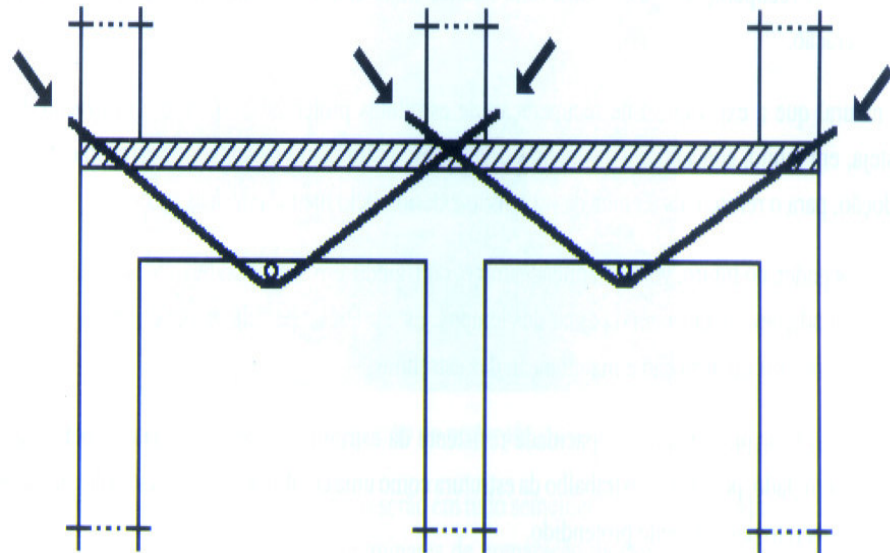
Finalidades da protensão

Reabilitação de estruturas

A protensão pode ser utilizada com uma alternativa à reabilitação de estruturas de concreto



✓ *Alívio de carga em pilares*



✓ *Criação de apoios*

Classificação de peças em Concreto Protendido ***NBR6118:2003***

✓ **Concreto com aderência inicial**

- Pré-alongamento da armadura ativa é feito utilizando-se apoios independentes e antes do lançamento do concreto;
- Ancoragem no concreto realiza-se só por aderência.

✓ **Concreto com aderência posterior**

- Pré-alongamento da armadura ativa é realizado após o endurecimento do concreto, sendo utilizados, como apoios, partes da própria peça;
- Em seguida, aderência da armadura com o concreto é criada de modo permanente, via da injeção das bainhas”

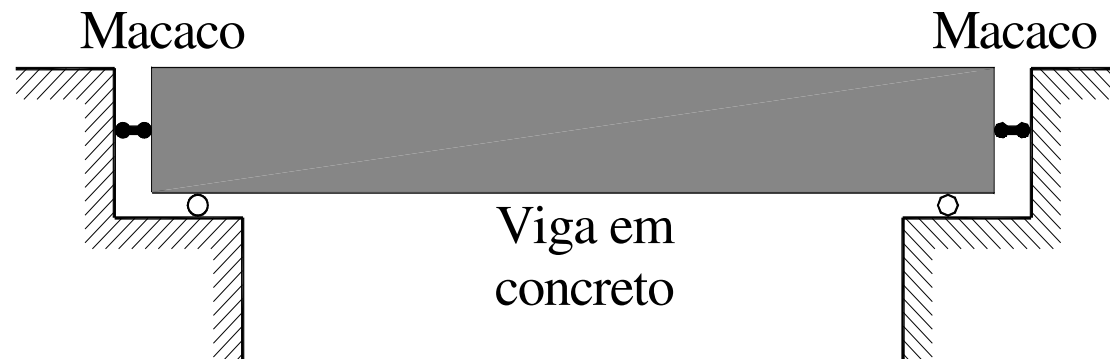
✓ **Concreto sem aderência**

- Idêntico ao caso do concreto com aderência posterior, exceto que não há injeção das bainhas.

Sistemas de protensão

Dispositivo sem cabos

Protensão é aplicada no concreto sem o intermédio de cabos

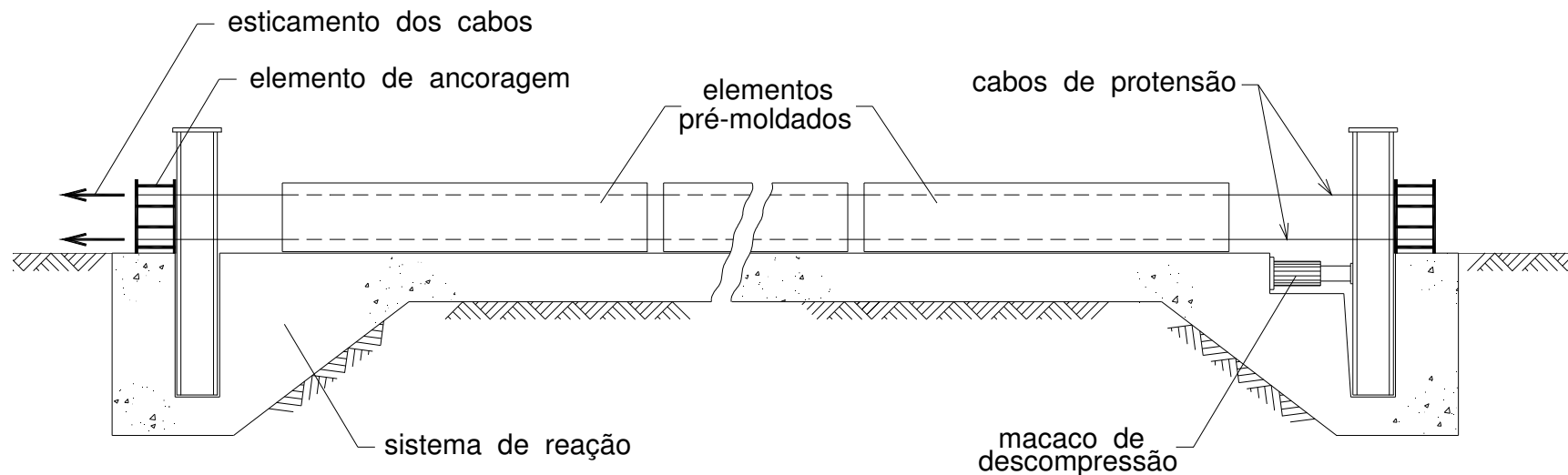


- ***Sistema não muito usual;***
- ***Acentuada perda de protensão(fluência do concreto);***
- ***Obras do metrô de São Paulo.***

Sistemas de protensão

Dispositivo de protensão com cabos

- ✓ Cabos pré-tracionados
- ***Estiramento dos cabos, antes do lançamento do concreto;***
- ***Apoios independentes da peça (pistas de protensão);***
- ***Peças pré-fabricadas.***





Sistemas de protensão

Dispositivo de protensão com cabos

✓ Cabos pós-tracionados

- ***Posicionamento de bainhas durante a montagem da fôrma da peça; antes ou após o lançamento do concreto, os cabos são introduzidos no interior da bainha;***
- ***Endurecido o concreto, os cabos são tracionados com o auxílio de macacos hidráulicos;***
- ***Ancoragem dos cabos na própria da peça;***
- ***Usualmente utilizada em peças concretadas in loco ou em unidades pré-moldadas a serem unidas pela protensão tais como, aduelas de pontes.***