

## Cálculo de As Passiva

### Objetivo

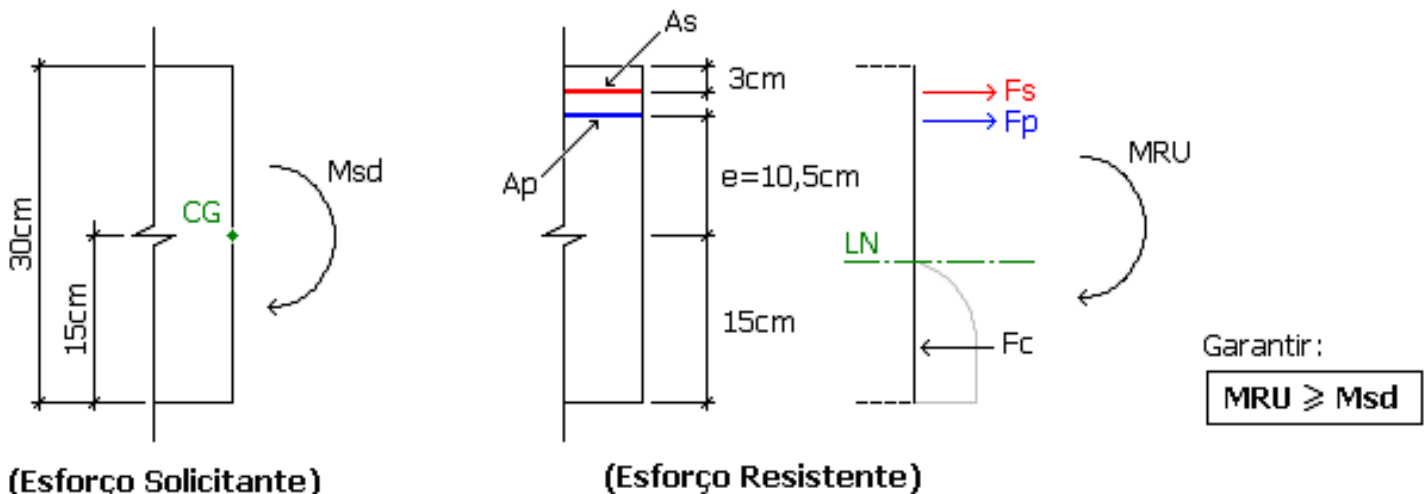
Demonstrar como é realizado o cálculo da armadura passiva no TQS/Lajes Protendidas, mostrando que o aumento da área de armadura não é proporcional ao nível de solicitação (momento fletor atuante).

### Teoria

A armadura passiva calculada dentro do editor de lajes protendidas, referente ao caso de carregamento CTNM (combinação total não majorada), corresponde a uma verificação quanto ao Estado Limite Último (ELU) à flexão da seção da RPU. Isto é, calcula-se uma área de armadura passiva, que juntamente com a armadura protendida definida, obtenha um momento fletor resistente último (MRU) superior ou igual ao momento solicitante de cálculo ( $M_{sd}$ ), atendendo assim a um item de segurança presente da nossa norma de concreto.

Vale lembrar que, o cálculo desta armadura é feito por um processo iterativo, e não por uma fórmula fechada.

Veja a figura abaixo:



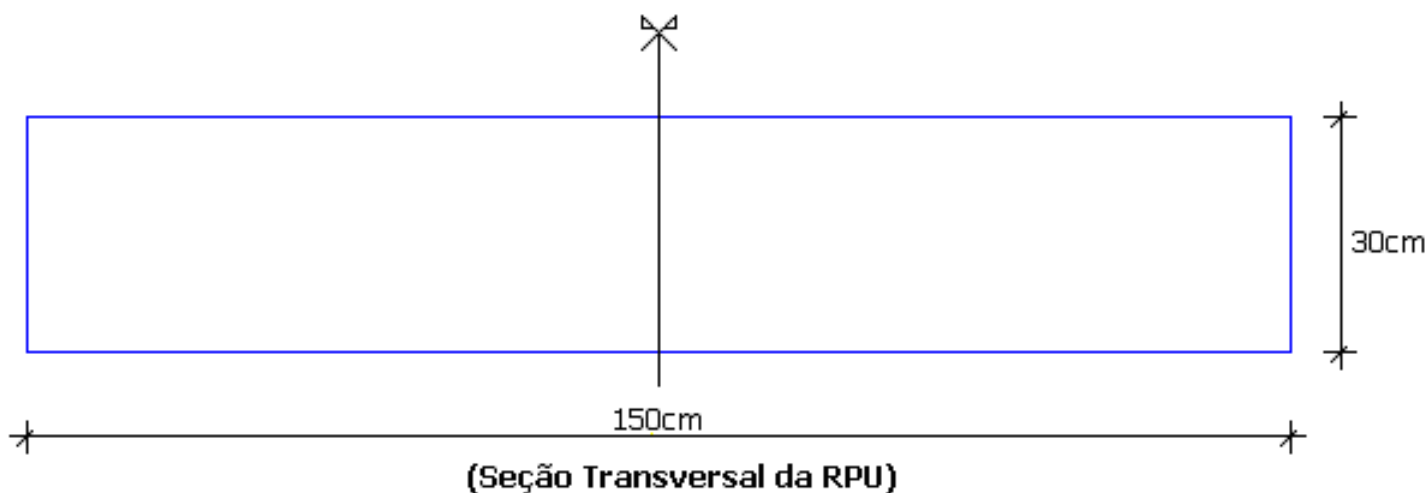
Novamente salientando: a medida em que se aumenta o momento fletor solicitante ( $M_{sd}$ ), deve-se garantir um acréscimo do momento resistente (MRU) para que a verificação quanto ao ELU seja atendida. Algumas maneiras para que isto ocorra podem ser:

- Aumentar a altura da seção.
- Aumentar a área de armadura protendida.
- Aumentar a área de armadura passiva.

No caso do editor de lajes protendidas, a altura da seção (RPU) e a área de armadura protendida definida são mantidas constantes, e a área de armadura passiva calculada. É importante notar que, a medida que aumentarmos o  $A_s$ , a linha neutra (LN) irá subir. Ou seja, a área de concreto comprimida aumenta e a efetividade das armaduras (protendidas e passivas) diminuem (ficam sob tensões mais baixas), podendo inclusive atingir o domínio IV (super-armada).

### Exemplo

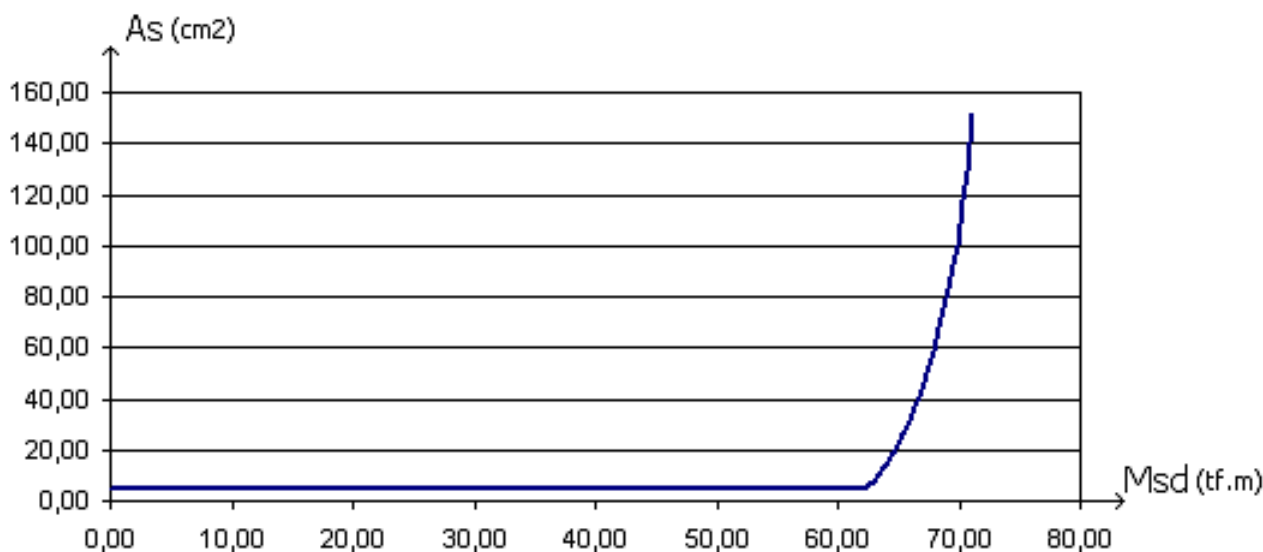
Toda a teoria explicada anteriormente ficará mais clara de agora em diante, de onde iremos trabalhar com os valores reais de seu exemplo.



Dados:	$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$ $E_c = 2580000 \text{ tf/m}^2$ $B = 150 \text{ cm}$ $H = 30 \text{ cm}$ $A_p = 29 \text{ cm}^2$ $F_{prot} = 296,2 \text{ tfe}$ $= 10,5 \text{ cmd}' = 3 \text{ cm}$ $M_{sd} = 1,4 * M_{CNTM} + 1,2 * M_{Hiper} = -81,7 \text{ tf.m}$ $A_s = ???$
--------	--

Observação: o momento total na seção (tanto o  $M_{CNTM}$  e o  $M_{Hiper}$ ) deve ser igual ao valor mostrado na legenda do editor vezes 1,5 (largura da seção).

Veja a seguir o gráfico da variação de  $A_s$  em função do momento atuante de cálculo ( $M_{sd}$ ), SEM considerar armadura de compressão (armadura dupla):



Note que, a partir de uma certa sollicitação ( $M_{sd}$ ), a área de armadura necessária ( $A_s$ ) cresce bruscamente, de uma maneira totalmente NÃO-LINEAR.

Na sua RPU 1 ( $M_{sd} = 81,7 \text{ tf.m}$ ), para equilibrar a seção somente com a armadura simples é necessário aumentar bastante área de armadura ( $>200 \text{ cm}^2$ ), fazendo com que a linha neutra (LN) suba.

Neste caso, só para se ter uma idéia, ao colocar uma armadura dupla  $A_s' = 20 \text{ cm}^2$  (a 3 cm da face inferior), a armadura necessária cai para  $25,7 \text{ cm}^2$ .

## Conclusão

O possível acréscimo brusco de armadura passiva em seção protendida é justificável pelas colocações anteriores.

A solução mais adequada neste caso é a utilização da calculadora de  $A_s$  passiva, disponibilizada no editor de lajes protendidas a partir da versão 10, na qual pode-se simular a existência da armadura dupla, que posteriormente deve ser detalhada na mão.

Alio Kimura

TQS Informática