

## Calculadoras

Muito se comenta a respeito das "calculadoras", ou melhor, sobre as ferramentas disponíveis no sistema TQS para **análise de elementos "isolados"**. Como fazer o dimensionamento de armadura em uma seção qualquer sem ter que criar um novo edifício? Como fazer uma rápida estimativa se o esforço cortante numa seção está exagerado?

O texto a seguir procura responder questões como essas de forma resumida e prática.

### A importância das "Calculadoras"

Se pensarmos bem, dentro do contexto atual de um projeto profissional, não faz muito mais sentido dimensionar um elemento de forma totalmente isolada da estrutura. As exigências nos dias de hoje são muito mais abrangentes. Só para citar algumas:

Este elemento precisa fazer parte de um modelo globalmente equilibrado e adequado às estruturas de concreto. É necessário verificar este elemento perante inúmeras combinações de ações, geradas a partir de cargas de diferentes naturezas.

O dimensionamento e detalhamento deste elemento deve atender diversos requisitos construtivos e de segurança. Trata-se de um reflexo direto do avanço dos computadores nas últimas décadas. Os sistemas computacionais profissionais caminham cada vez mais no sentido de integrar plenamente todas as etapas de um projeto: concepção - análise - dimensionamento - detalhamento - desenho.

Todavia, mesmo diante de toda esta "ofensiva" tecnológica, as **"calculadoras" continuam sendo ferramentas indispensáveis** durante qualquer projeto estrutural. Elas são decisivas e fundamentais:

Na verificação de resultados, **etapa obrigatória em qualquer projeto.**

Na otimização de um dimensionamento, **possibilitando a elaboração de um projeto diferenciado.**

Na viabilização de ajustes e alterações, **comuns em praticamente todos os projetos.**

Na compreensão de um determinado comportamento particular, as **"calculadoras" são ótimas ferramentas de estudo.**

### As "calculadoras" no sistema TQS

Diante do que foi exposto anteriormente, a TQS sempre procura, na medida do possível, disponibilizar diversas ferramentas auxiliares aos nossos usuários. Há sim uma preocupação neste sentido, tanto é que o sistema dispõe de diversas calculadoras:

- Calculadora para o dimensionamento de armadura longitudinal em seção retangular ou "T" submetida à flexão simples (chamada dentro do editor de esforços e armaduras do TQS-Lajes e dentro do editor rápido de armaduras do TQS-Vigas).

**Cálculo de momento fletor / área de armadura em seção retangular/T**

Seção		Armadura		Outros critérios	
Largura	20 cm	Quantidade		K40 - As mínima	2 - NBR-6118:2003
Altura ÚTIL	56,7 cm	Bitola		KL21 - Altura da seção p/As mínima	0 - Altura total da seção
Largura mesa colaborante	0 cm	Espaçamento		K72 - Seção p/As mínima	0 - Seção retangular
Altura mesa colaborante	0 cm	Área de armadura	5,492 cm <sup>2</sup>	Resistência à tração F <sub>ctk,sup</sub>	33,345 kgf/cm <sup>2</sup>
Largura colaborante inferior	0 cm	Tipo de aço	CA50A	Posição limite da linha neutra x/d	0,3
Altura colaborante inferior	0 cm			Distância arm compressão à face	3 cm
				Cobrimento	2,5 cm
Momento fletor na seção		Concreto		Largura da seção de cálculo, em cm. Para trechos maciços de laje, entre com 100 cm para obter resultados por metro.	
Valor característico	9 tfm	Fck	250 kgf/cm <sup>2</sup>		
Resultado do cálculo					
Tipo de seção		As - Armadura principal		Momento ==> As	
Retangular		5,49 cm <sup>2</sup>		As ==> Momento	
Altura da linha neutra		As' - Armadura dupla		Fechar	
9,83 cm		0,00 cm <sup>2</sup>			
Momento Mk					
9,00 tfm					

- Calculadora para o dimensionamento de armadura longitudinal em de seção retangular ou "T" submetida à flexão composta normal (chamada dentro do editor de esforços e armaduras do TQS-Lajes e no menu visualizar do sub-sistema Escadas-TQS).

**Calculadora de flexão composta normal**

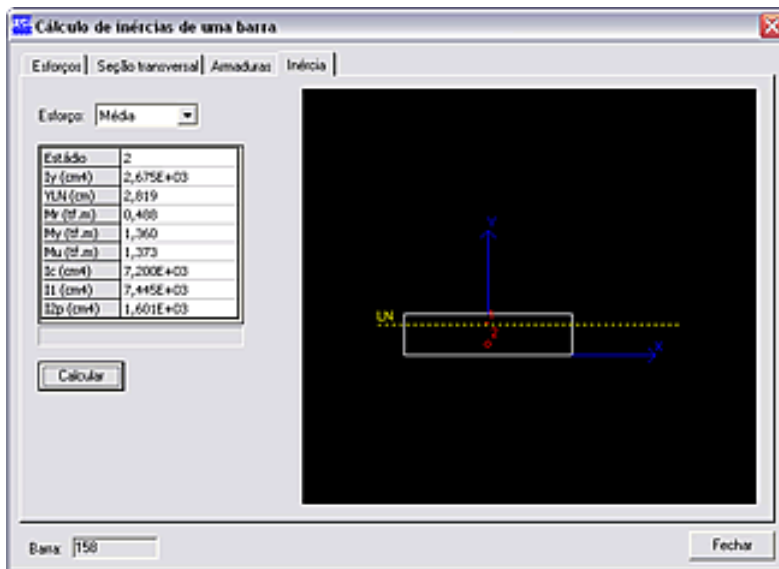
Seção		Apo		A seção está equilibrada	
Largura inferior	20 cm	Fyk	5000 kgf/cm <sup>2</sup>	Altura da linha neutra 18,13 cm	
Altura total da seção	60 cm	GamaS	1,15	Armadura mínima de 1,80 cm <sup>2</sup>	
Largura superior colaborante	0 cm	Es	0 kgf/cm <sup>2</sup>		
Altura superior colaborante	0 cm	Cobrimento superior + 1/2 bitola	3 cm		
Trapezoidal - largura superior	0 cm	Cobrimento inferior + 1/2 bitola	3,3 cm		
Altura de minipanel inferior	0 cm	Tipo de aço	A		
Concreto		Esforços característicos			
Fck	250 kgf/cm <sup>2</sup>	Força normal	0 tf		
Fctk,sup	0 kgf/cm <sup>2</sup>	Momento X	9 tfm		
GamaC	1,4	GamaF	1,4		
Verificação		Armadura necessária			
As superior	2,36 cm <sup>2</sup>	Número de bitolas superior	1		
As inferior	6,03 cm <sup>2</sup>	Número de bitolas inferior	0		
Verificação		Precisão			
		0,001			
		Máximo de iterações			
		50			
Verificação		Armadura necessária		Fechar	

- Calculadora para o dimensionamento de armadura transversal em seção retangular (chamada dentro do editor de esforços e armaduras do TQS-Lajes e dentro do editor rápido de armaduras do TQS-Vigas).

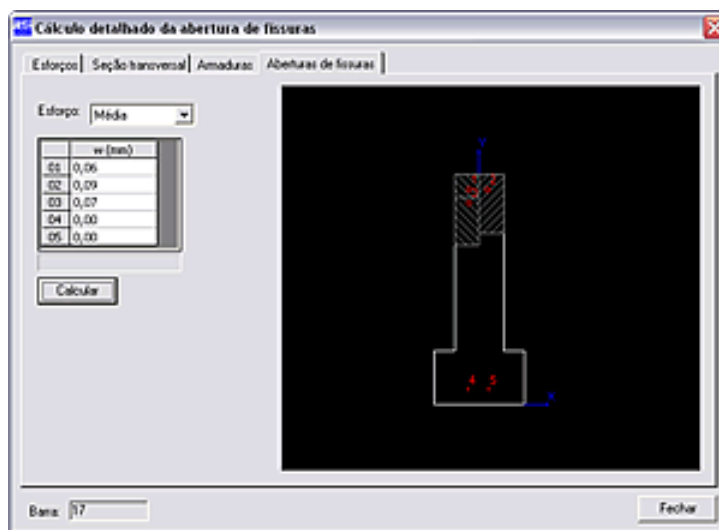
**Cálculo de área de armadura transversal em seção retangular**

Seção		Resultado do cálculo	
Largura	20 cm	VRd1	4,74 tf
Largura p/calc VRd1	0 cm	VRd2	49,21 tf
Altura ÚTIL	56,7 cm	VRd3	9,80 tf
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular como laje		Armadura transversal	2,05 cm <sup>2</sup>
Concreto		Modelo de cálculo	I
Fck	250 kgf/cm <sup>2</sup>		
Força cortante na seção			
Valor característico	7 tf		
Em lajes nervuradas, dependendo do espaçamento mínimo entre nervuras, pode ser necessário calcular o cisalhamento como vigas, e impor uma armadura mínima.			
Calcular		Fechar	

- Calculadora de inércia (estádio I, II ou III) de uma seção retangular, "T" ou "I" de acordo com o diagrama momento-curvatura (chamada dentro do visualizador de grelha não-linear).



- Calculadora de aberturas de fissuras em seção retangular, "T" ou "I" (chamada dentro do visualizador de grelha não-linear).



Esta calculadora foi renovada a partir da versão V23. Para mais detalhes, consulte:

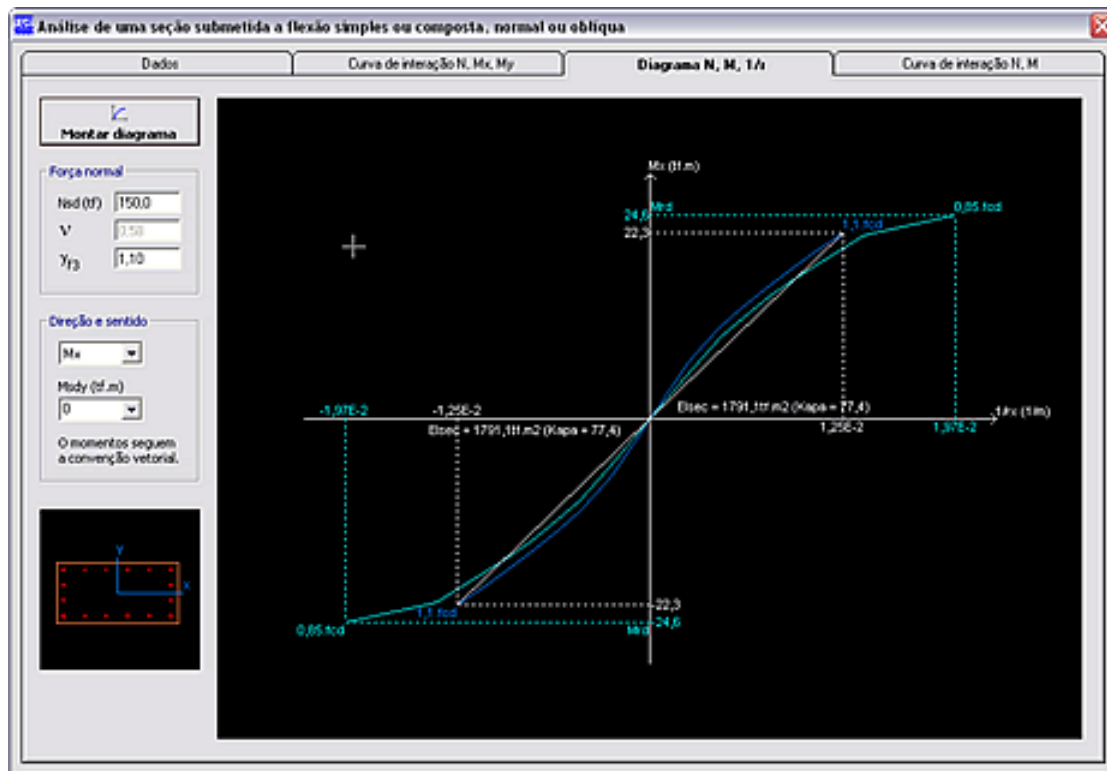
[Abertura de Fissuras](#)

## "Calculadora" genérica para solicitações normais

Na prática, seja no dimensionamento ou na verificação ELU de um elemento presente numa estrutura, o que está sendo efetivamente analisada é a segurança de uma seção transversal, de tal forma que a sua resistência de cálculo ( $R_d$ ) seja superior ou igual a solicitação atuante de cálculo ( $S_d$ ).

Nos elementos predominantemente fletidos, como as vigas e lajes, suas seções usualmente são analisadas à flexão simples ou composta normal. Já, os pilares à flexão composta normal ou oblíqua.

Além das "calculadoras" listadas no item anterior, desde a versão 11 do sistema TQS, foi disponibilizada uma ferramenta capaz de analisar uma **seção genérica submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua**.



Suas principais características são:

A seção pode ter um formato qualquer (retangular, "T", "I", "L", "U" ou poligonal qualquer).

A disposição das armaduras na seção pode ser qualquer.

Admite protensão na seção (a partir da versão 12.2).

A análise pode ser feita segundo as direções principais ou não.

Monta a curva de interação (Mx, My) para uma determinada solitação normal (Nd). No caso de flexão simples, basta definir Nd=0.

Monta diagrama N, M, 1/r em ambas direções e sentidos.

Calcula a rigidez secante (Elsec) e a rigidez kapa segundo a NBR6118:2003.

Monta curva de interação (N, M) em ambas direções.

Este programa pode ser executado fora do contexto de um edifício. Ele está instalado na pasta que contém os programas TQS (\tqsw\exec) e se chama **PMCURV.EXE**. Pode-se inclusive criar um atalho diretamente para o mesmo na área de trabalho do **Windows**.

Através desta "calculadora", pode-se facilmente: verificar a seção de uma viga à flexão simples ou composta, verificar a seção de uma laje à flexão simples ou composta, verificar a seção de um pilar à flexão composta normal ou oblíqua, obter a rigidez kapa para o cálculo dos efeitos locais de 2a. ordem através do método do pilar-padrão acoplado a diagrama N, M, 1/r, verificar seções protendidas, com ou sem armadura passiva, etc. Enfim, por ser genérica, esta ferramenta pode ser a solução para inúmeros problemas e desafios que aparecem durante um projeto estrutural.

Esta calculadora foi renovada a partir da versão V23. Para consultar mais detalhes, consulte:

[Flexão Composta Oblíqua](#)

Alio Kimura (TQS Informática)