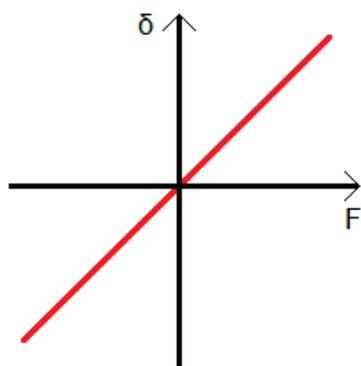


## Apoios Unilaterais

A simulação do comportamento do solo é sempre uma dificuldade quando trabalhamos com modelos analíticos. O comportamento não linear (o solo "trabalha" a compressão, mas não à tração) não pode ser facilmente simulado em modelos elásticos lineares e portanto, verificações complementares são necessárias para o estudo de estruturas como radiers ou sapatas de grandes dimensões.

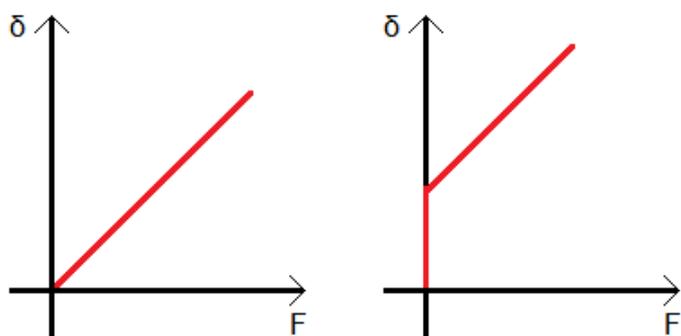
Para sanar parte desta dificuldade foi incorporada uma nova ferramenta de análise estrutural: apoios unilaterais. Trata-se de um apoio com tratamento não linear que permite ao usuário definir um valor máximo de deslocamento para o apoio, antes que ele realmente comece a atuar. Este tratamento é feito para cada uma das direções de translação dos apoios.

Os apoios lineares normalmente utilizados possuem o seguinte diagrama força X deslocamento:



Ou seja, estes apoios "trabalham" em ambas direções, para deslocamentos positivos e negativos.

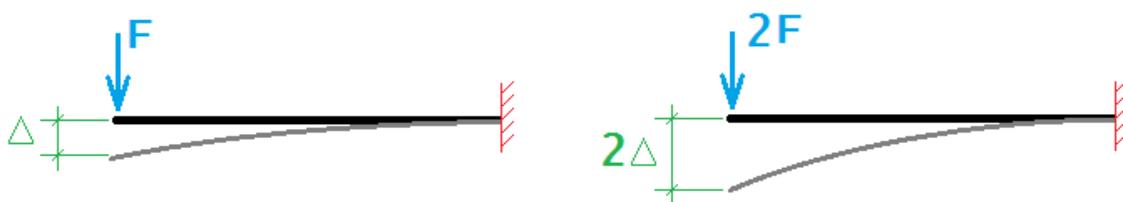
Os apoios unilaterais podem apresentar os seguintes diagramas força X deslocamento para cada uma das direções:



Para cada uma das direções de translação de um apoio é possível a definição deste comportamento.

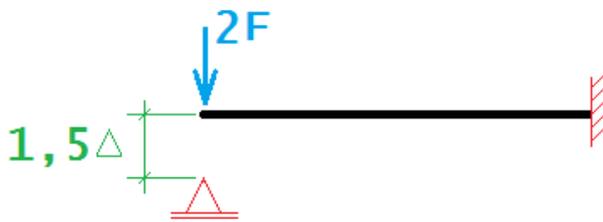
## Explicação esquemática

Para facilitar o entendimento do funcionamento desta ferramenta vamos apresentar uma viga em balanço conforme a figura abaixo:



Percebemos que para uma força  $F$  a viga desloca  $\Delta$  em sua extremidade e para um força  $2F$  o deslocamento seria  $2\Delta$ .

Imagine se tivéssemos a seguinte situação onde gostaríamos de calcular as reações de apoio:



Sabemos que a viga encostará no apoio. Mas qual a reação do apoio móvel?

Apesar do esquema apresentado acima ser simples, ele representa bem as possibilidades que esta nova ferramenta permite, aplicando-se a uma série de situações do dia a dia do engenheiro estrutural:

- Juntas entre edifícios: se um lado do edifício desloca-se muito, fecha-se a junta e começa a solicitar o outro lado;
- Radiers: os apoios "para baixo" existem, mas os "para cima" não;
- Sapatas: a mesma situação dos radiers;
- Entre outros.

## Definição no modelador estrutural

Dentro do Modelador Estrutural é possível fazer a definição de apoios unilaterais para os modelos do pavimento ou modelo global da estrutura. É possível fazer a definição de 6 valores, que correspondem os 6 sentidos de translação possíveis (X positivo e negativo, Y positivo e negativo e Z positivo e negativo).

## Definição de apoios no modelo do pavimento ("grelha")

Ao se trabalhar com o Modelo 4, as restrições presentes no modelo do pavimento ("grelha") são, de certa forma, independentes do modelo global ("pórtico"). Neste caso também será necessário alterar os valores presentes no modelo global e tratados a seguir. Para a definição de apoios nesse caso, devemos acessar a aba "Grelha/Pav" dos dados das fundações ou pilares. No item "Grelha" é possível observar os valores de "gap +" e "gap -":

Grelha

Modelo de apoio conforme critérios

Apoio articulado contínuo

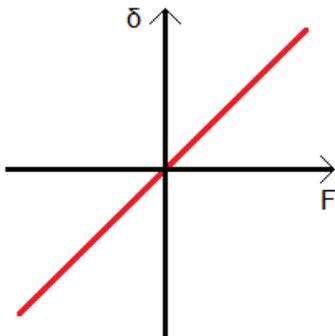
Apoio articulado independente

Apoio elástico contínuo

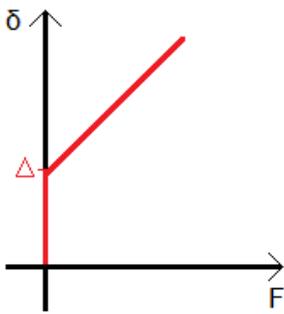
Apoio elástico independente

	Rotação	Translação	Gap+	Gap-
Coef mola X	0	0	0	0
Coef mola Y	0	0	0	0
Coef mola Z		0	0	0

Caso os valores sejam "zero", equivale a indicar que os apoios possuem comportamento linear para cada uma das direções, ou seja, trata-se de um apoio linear "comum":



Caso seja definido algum valor (em metros) para alguma das direções (+ ou -), o comportamento será não linear, de acordo com o diagrama a seguir:

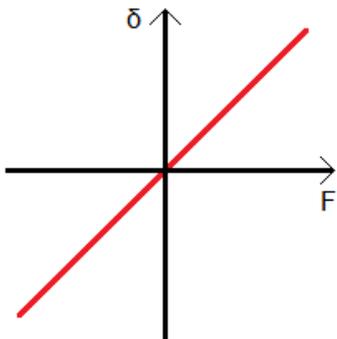


## Definição de apoios no modelo global ("pórtico")

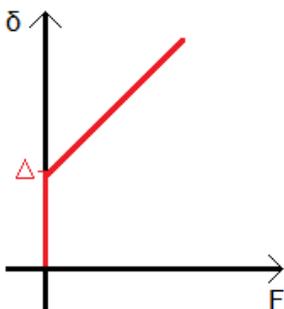
Para edifícios processados com o Modelo 4 ou 6, a definição dos dados das restrições do modelo global é feita através da aba "Pórtico" dos dados das fundações ou pilares. No item "Coeficiente de mola" é possível observar os valores de "gap +" e "gap -":

Coeficientes de mola	Padrão	Articulado	Elástico	Recalque		Gap+	Gap-
Coef mola rotação X	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value="0"/>		
Coef mola rotação Y	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value="0"/>		
Coef mola rotação Z	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value="0"/>		
Coef mola translação X	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Coef mola translação Y	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Coef mola translação Z	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Caso os valores sejam "zero", equivale a indicar que os apoios possuem comportamento linear para cada uma das direções, ou seja, trata-se de um apoio linear "comum":



Caso seja definido algum valor (em metros) para alguma das direções (+ ou -), o comportamento será não linear, de acordo com o diagrama a seguir:



## Definição de lajes sobre base elástica - radier

No caso de lajes sobre base elástica, independente se o Modelo 4 ou Modelo 6 estiverem ativados, a definição dos dados das molas que representam o solo é feita através da aba "Grelha" dos dados das lajes. No item "Laje sobre base elástica" é possível observar os valores de "gap +" e "gap -" para a translação em Z:

Laje sobre base elástica

Não  Sim

Mola

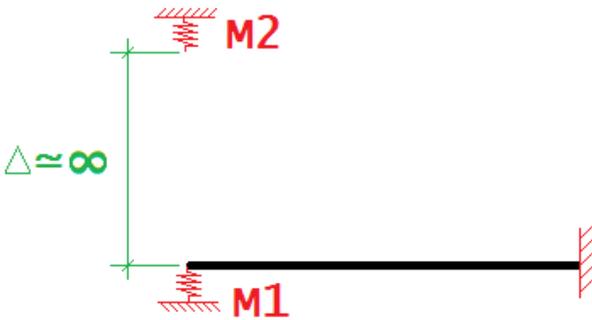
Coef Tx

Coef Ty

Coef Tz

Gap+  Gap-

Para a definição dos "gaps" do radier, utilizaremos uma extensão do conceito apresentado para os apoios unilaterais. Para este tipo de elemento desejamos que a translação "para baixo" seja restrita com mola, mas a translação "para cima" seja livre, sem mola. Ou seja, considerando o modelo que estamos utilizando nos exemplo, teríamos algo do tipo:



A mola M1 só trabalharia se a extremidade se deslocasse para baixo e a mola M2 só funcionaria se a extremidade deslocasse o suficiente para cima.

Como em estrutura correntes os deslocamentos dos apoios são da ordem de centímetros, poderíamos, como exemplo, usar a seguinte definição para uma laje sobre base elástica:

Laje sobre base elástica

Não  Sim

Mola

Coef Tx

Coef Ty

Coef Tz

Gap+  Gap-

Onde XXXX é o coeficiente de mola que representa o comportamento do solo onde a laje se apoia. O valor de "gap +" = 9,99 indica que a mola para translação "para cima" só trabalhará se o nó que contem a restrição deslocar 9,99 metros para cima. O valor de "gap -" = 0 indica que a mola para translação "para baixo" trabalhará sempre, já que não existe "gap".