

Utilização

Inúmeras pesquisas são feitas para estudar a importância da consideração do processo construtivo na análise estrutural de edifícios em concreto. Conforme indicado por PRADO, J.F.M.A. (1999), as ações presentes durante a construção de estruturas de edifícios em concreto armado são significativamente influenciadas pelo processo construtivo e podem ultrapassar a capacidade definida no projeto estrutural.

Grande parte das ações permanentes (peso próprio, revestimento, alvenaria e entre outros) solicita a estrutura durante a fase de construção, enquanto a estrutura ainda não foi finalizada e possui módulo de elasticidade diferente do final. Diante disso, a adoção de processos de análise estrutural que consideram a sequência de construção e carregamento, permite simular melhor o modo como os edifícios de concreto são construídos.

A partir da versão 17 dos Sistemas TQS, é possível considerar o efeito construtivo de uma maneira mais refinada no processamento do pórtico através de uma nova ferramenta chamada Efeito Incremental. Este recurso possibilita ao Engenheiro analisar o modelo com a simulação de efeitos gerados pela construção sequencial dos pisos e variação do módulo de elasticidade do concreto.

A seguir será mostrado, de maneira simplificada, como utilizar esse recurso nos Sistemas TQS. Para facilitar o entendimento, iremos dividir em três tópicos principais: (1) Ativação no modelo, (2) Edição do arquivo de critérios e (3) Análise dos Resultados.

1. Ativação no modelo

Para ativar esta ferramenta é necessário acessar os Dados do Edifício, e marcar a opção, como mostrado a seguir:

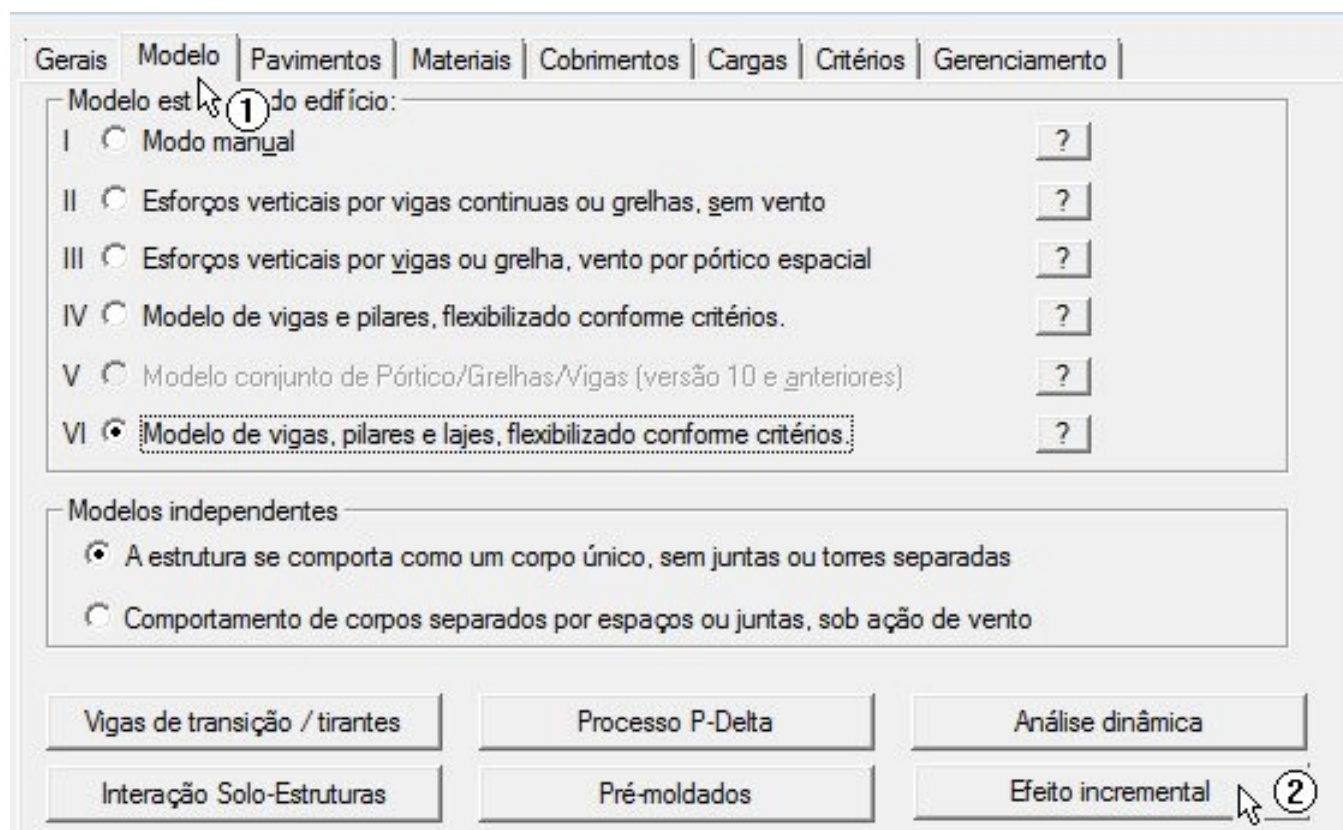


Figura 1

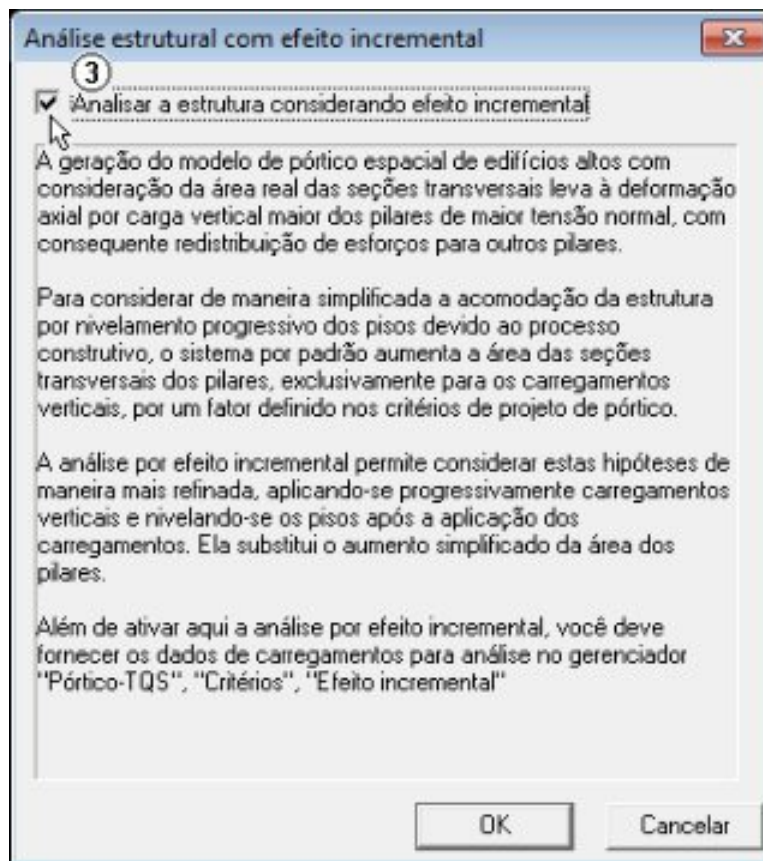


Figura 2

Para um edifício ser analisado com Efeito Incremental é necessário que o modelo estrutural de cálculo seja o Modelo VI.

2. Edição do Arquivo de Critérios

Para analisar o modelo considerando efeito incremental de carga é de extrema importância que o engenheiro conheça o cronograma de construção da obra, pois a análise depende diretamente como cada fase da obra será construída. Portanto, antes de fazer o processamento do modelo, é necessário definir nos critérios do Pórtico as parcelas de carregamento que irão atuar em cada etapa construtiva, e também como o módulo de elasticidade irá variar com o tempo, como mostrado a seguir:

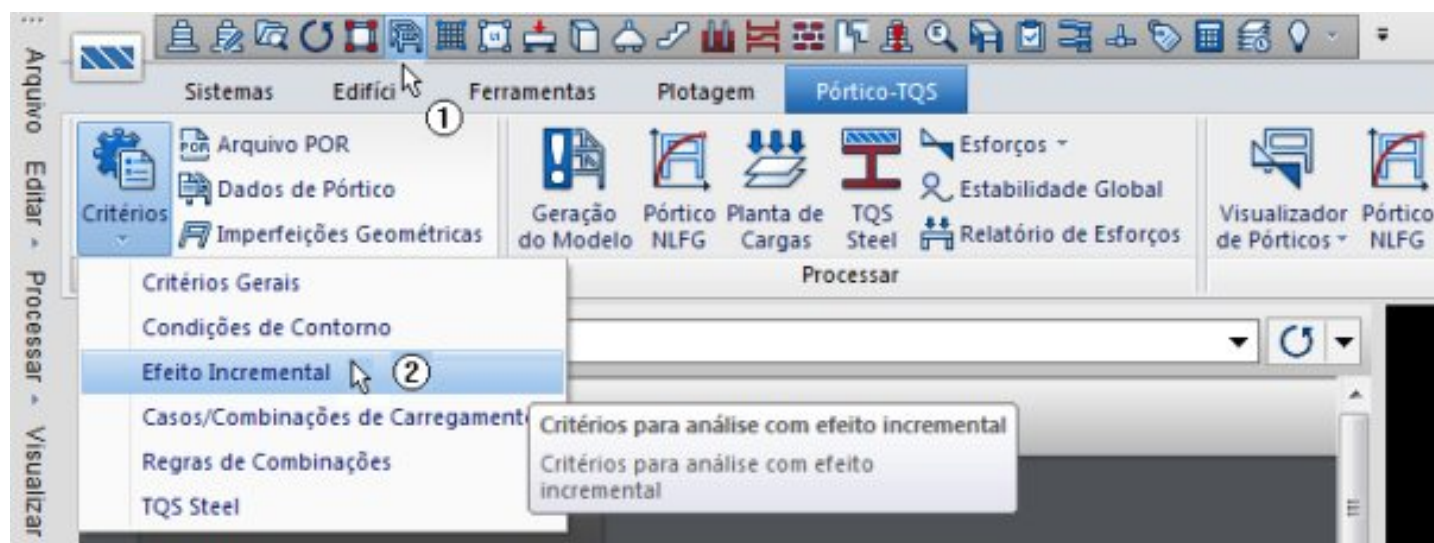


Figura 3

Na aba “Histórico de Carregamento” (ver figura abaixo), é feita a definição do número de dias que separam cada uma das etapas construtivas e a parcela do carregamento que atuará em cada fase. A soma das parcelas de carga, em cada caso, deve ser sempre 100%.

Definição de Parcelas e etapas de carga

Histórico de Carregamento | Curva E x Tempo

Explicação
Nesta área são definidos os critérios que controlam o histórico de carregamento e o número de fases construtivas a serem analisadas.

Critérios
Número de pavimentos construídos ao mesmo tempo:
Número de dias que representam uma fase construtiva:

Histórico de Carregamentos:

Caso de carregamento	Parcela(%)	Fase
Todas permanentes e acidentais dos pavimentos	0	0
	100	Final
Peso Próprio	100	0
	0	Final
Cargas permanentes	0	0
	100	Final
Cargas acidentais	0	0
	100	Final
movel (1)	0	0
	100	Final
movel (2)	0	0
	100	Final

OK Cancelar

Figura 4

Na aba “Curva E x Tempo” (ver figura abaixo), é definida a variação do módulo de elasticidade com o tempo. Os valores da curva são definidos por uma porcentagem do módulo de elasticidade ou do fck final. Também pode-se adotar um módulo de elasticidade fixo.

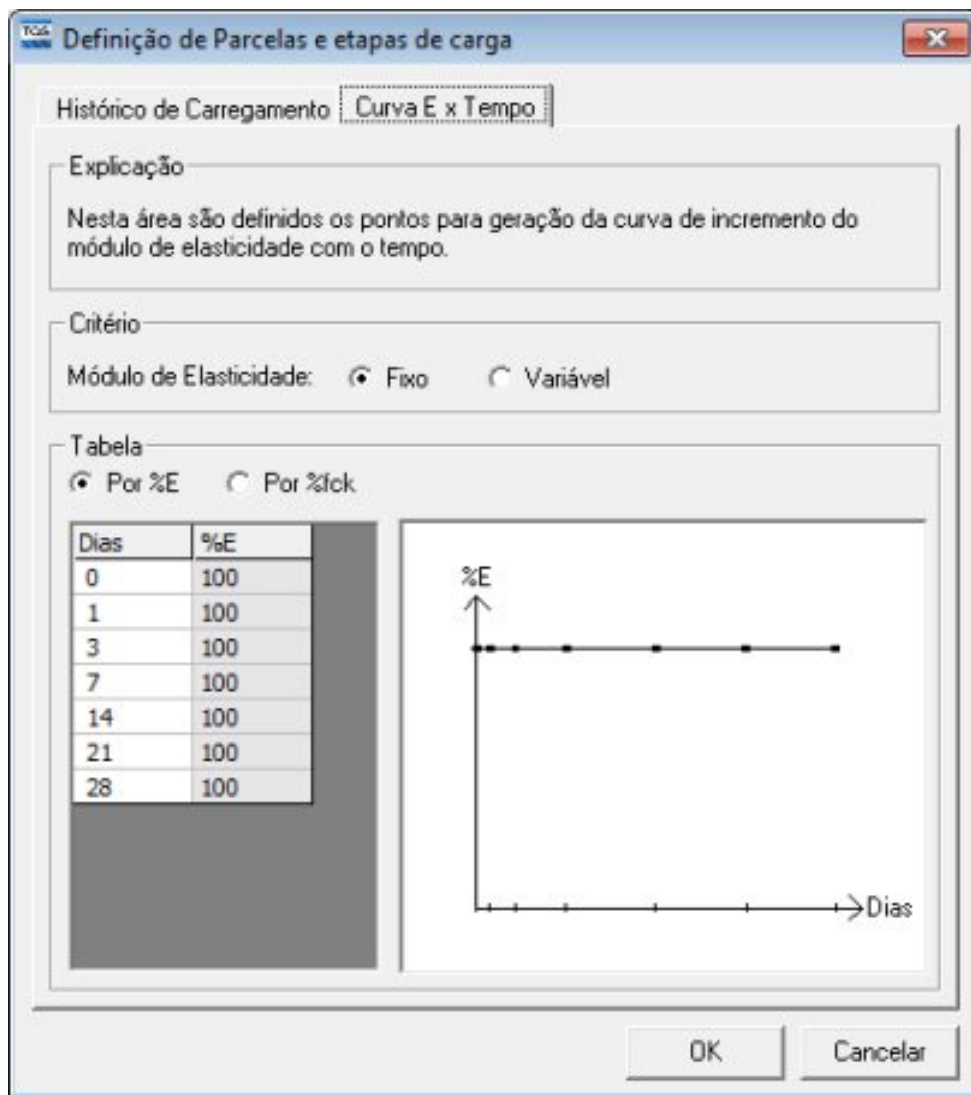


Figura 5

Após a edição dos critérios de projeto é gerado, dentro da pasta "Espacial" do edifício, um desenho esquemático que apresenta as diversas fases construtivas pela qual a estrutura irá passar.

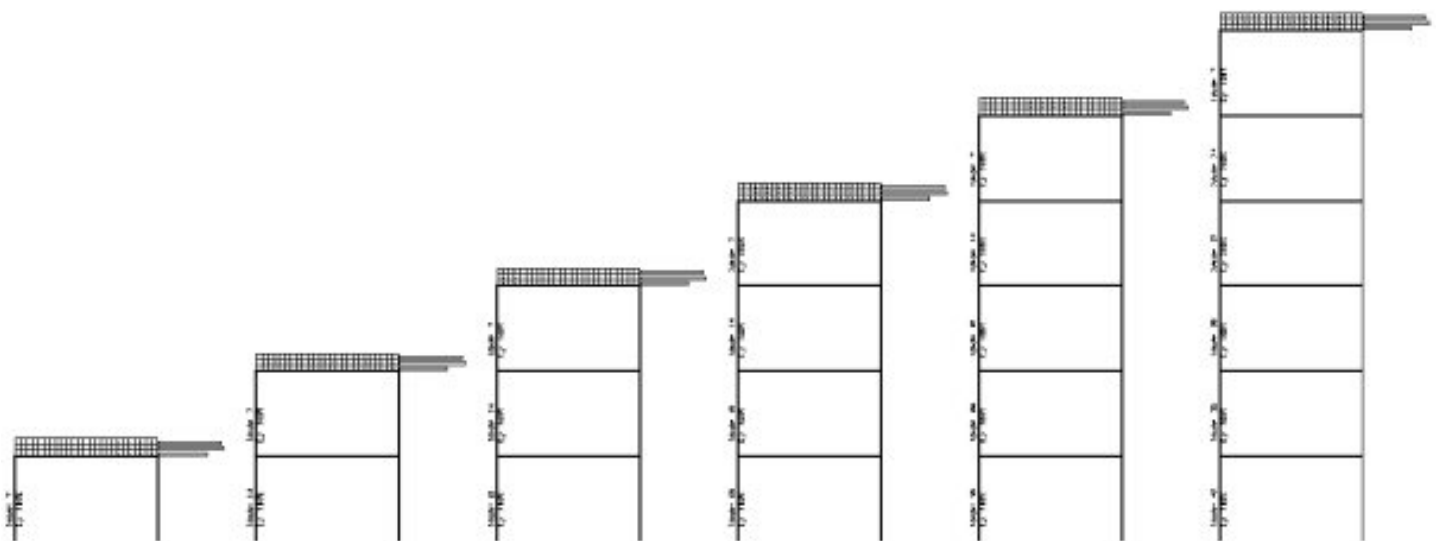


Figura 6

A seguir é apresentado como cada um destes esquemas é apresentado e os dados existentes em cada um deles.

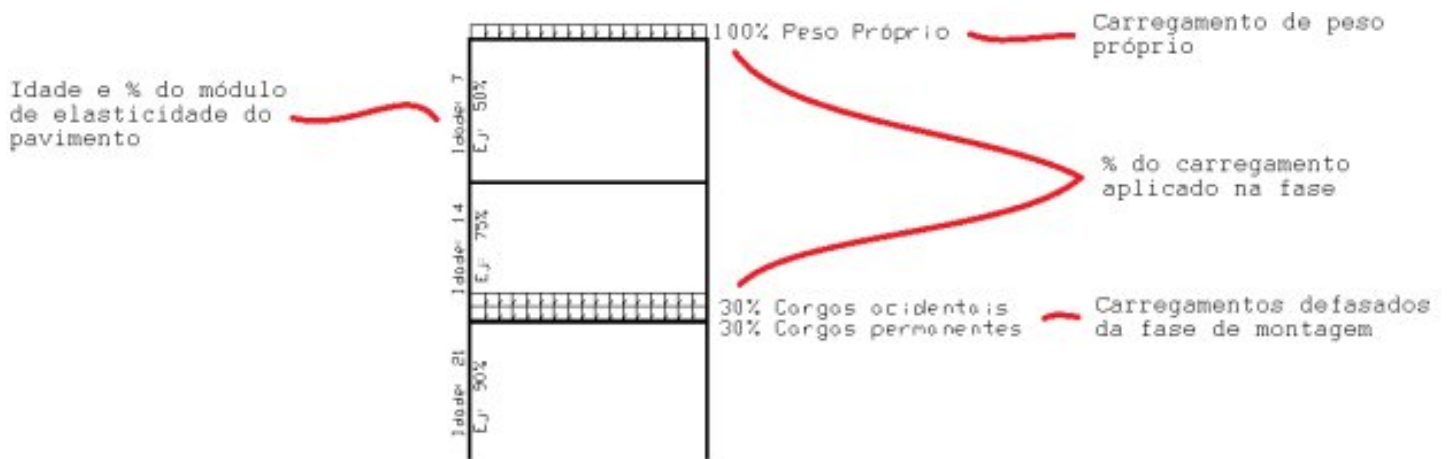


Figura 7

É extremamente importante que o engenheiro responsável pelo projeto verifique se os esquemas apresentados são os esperados para o edifício, uma vez que eles representam exatamente o modo como a análise estrutural será efetuada.

3. Análise dos Resultados

Após o processamento do pórtico, é possível visualizar um relatório que possibilita ao engenheiro verificar quais pilares receberam mais e menos carga devido à análise incremental, como mostrado a seguir.



Figura 8

Comparativo de esforços nos pilares após análise incremental

Valores utilizados

São utilizados apenas as cargas verticais neste comparativo.

Para o Modelo Elástico são utilizados os valores de reações obtidas através do caso 1, definido no modelo estrutural.

Para o Modelo Incremental são utilizados os valores de reações obtidas através da primeira combinação definida no modelo estrutural.

Tabela comparativa

Pilar	Esforço Normal na Base (tf)		
	Modelo Elástico	Modelo Incremental	Diferença (%)
P1	+77,27	+75,57	-2,2
P2	+151,88	+151,06	-0,55
P3	+141,74	+138,94	-2,0
P4	+150,58	+149,74	-0,56
P5	+77,26	+75,57	-2,2
P11	+135,51	+136,01	+0,37
P12	+270,48	+276,68	+2,2
P13	+247,58	+249,76	+0,87
P14	+267,21	+272,85	+2,4
P15	+135,12	+136,03	+0,67
P16	+76,74	+75,10	-2,1
P17	+152,10	+151,22	-0,58
P18	+141,48	+138,63	-2,0
P19	+150,27	+149,88	-0,26
P20	+76,60	+75,33	-1,6

Valores apresentados em tf. Para a terceira coluna, valores positivos indicam que o esforço normal aumentou no modelo com análise incremental. Valores negativos indicam que o esforço normal diminuiu.

Figura 9

Nesse relatório é feita a comparação dos esforços obtidos para dois casos/combinações de carregamentos. O primeiro caso/combinação utilizado é o caso de número 01 (segunda coluna do relatório), cujo nome é "Todas permanentes e acidentais dos pavimentos". Para este caso de carregamento o processamento com efeito incremental não é feito. Deste modo, temos os resultados de um processamento linear.

O segundo caso/combinação utilizado é a primeira combinação com todos os casos de carga vertical (terceira coluna do relatório). Diferentemente do caso 01, para esta combinação o processamento com efeito incremental é feito.

Na quarta coluna do relatório é mostrada a diferença (%) entre o caso 01 e a primeira combinação. Esta comparação tem o objetivo de apresentar ao engenheiro as diferenças entre o processamento linear e o processamento com efeito incremental. Deste modo, o engenheiro tem mais uma ferramenta para análise da sua estrutura.