

Vibrações Excessivas

Dúvida enviada à Comunidade-TQS

Esse assunto já "rolou" na Comunidade; onde os Eng. Sergio e Alio apresentam como essa análise é processada pelo TQS.

Mas, as dúvidas aparecem quando "rodamos...(pela primeira vez)" e precisamos dessa análise em um projeto:

- A NBR 6118/03; prescreve que "deve-se afastar o máximo possível a frequência própria da estrutura (f) da frequência crítica (f crit)..."

- Alio: E-mail do dia 09/11/04

c. NBR6118:2003

Muito embora não esteja explícito em seu texto, acredito que os limites estabelecidos na tabela 23.1 da NBR6118:2003 se referem a análise de um pavimento. Deve-se procurar afastar ao máximo a frequência própria da estrutura da frequência crítica.

d. Modo de vibração correto

Na análise de pavimentos, nem sempre o modo de vibração que possui uma frequência menor é aquele que deve ser levado em conta, mas sim aquele que mobiliza mais massa segundo a direção vertical (normalmente o eixo Z global). Exemplos de alguns casos:

Ex1: pode existir um trecho solto no modelo que mobilize uma massa muito pequena do pavimento.

Ex2: em pavimentos modelados por pórtico espacial (necessário quando da existência de retração ou variação térmica), muitas vezes o primeiro modo se refere a movimentos no plano do pavimento, e não segundo a direção vertical.

Além de checar os valores de participação modal, uma maneira interessante de verificar qual modo é aquele que deve ser considerado é visualizar a animação gráfica de cada um deles.

Nas diversas "processadas do ELS-VE", estou notando pela visualização da animação gráfica, que a frequência que mais está mobilizando massa na direção vertical é a do modo 10 (ou o último, já que o número de vibrações pode ser editado), onde tem-se o menor período, e conseqüentemente a maior frequência!

Então; A frequência (grelha-TQS) que tenho que comparar com a Tab. 23.1 da NBR 6118!? É a maior!? (que mais mobiliza a estrutura). Vejamos:

- Tab. 23.1: "Salas de dança": f crit : 7,0 Hz

- A frequência da Estrutura (f), então, tem que ser $> 1,2 \times 7,0$: 8,4 Hz

- Na análise que fiz do TQS (10 modos de vibração) tenho valores de frequência que variam de 4,6 a 10,3 para períodos de 0,216 a 0,098; respectivamente:

- Nos modos de vibrações 8,9 e 10 : OK, passaria.

- Nos outros modos: Não OK. As frequências estão menores que 8,4 Hz.

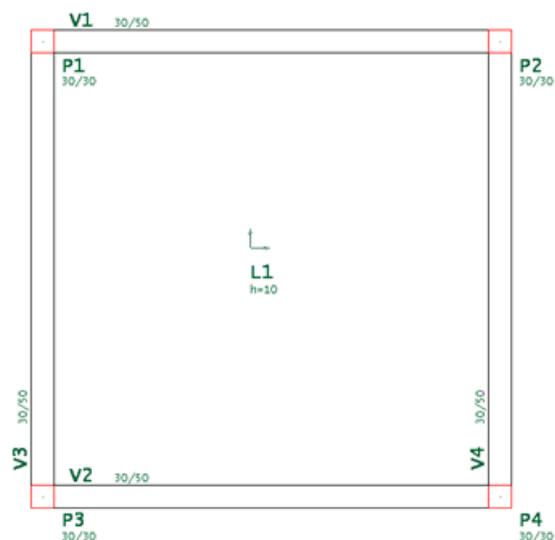
Resposta

Somente para lembrar, naquele e-mail do dia 09/09/2004, o meu objetivo principal foi distinguir a análise de um pavimento isolado (ex: vibração provocada por pessoas numa laje) com a de um edifício como um todo (ex: vibração provocada pelo vento num prédio). São dois estudos distintos, cujos limites são diferentes. A meu ver, os valores de frequência crítica definidos na tabela 23.1 da NBR6118:2003 se referem às vibrações originadas pela ação de pessoas em um pavimento.

Com relação aos modos de vibração analisados pelo sistema, eu procurei naquela mensagem salientar a importância da visualização gráfica dos mesmos, de tal forma que um modo “válido” (usualmente aquele de mobiliza a maior massa na direção vertical) fosse corretamente tomado como referência. Vou tentar deixar isto mais claro através de um exemplo.

a. Exemplo

Seja o pavimento bem simples apresentado a seguir.



Vamos analisá-lo através de dois possíveis modelos gerados pelo programa:

- Modelo de grelha: apenas carga vertical, 3 graus de liberdade por nó, apoios elásticos para simular os pilares.
- Modelo de pórtico espacial: MESMA carga vertical, 6 graus de liberdade por nós, apoios elásticos para simular os pilares.

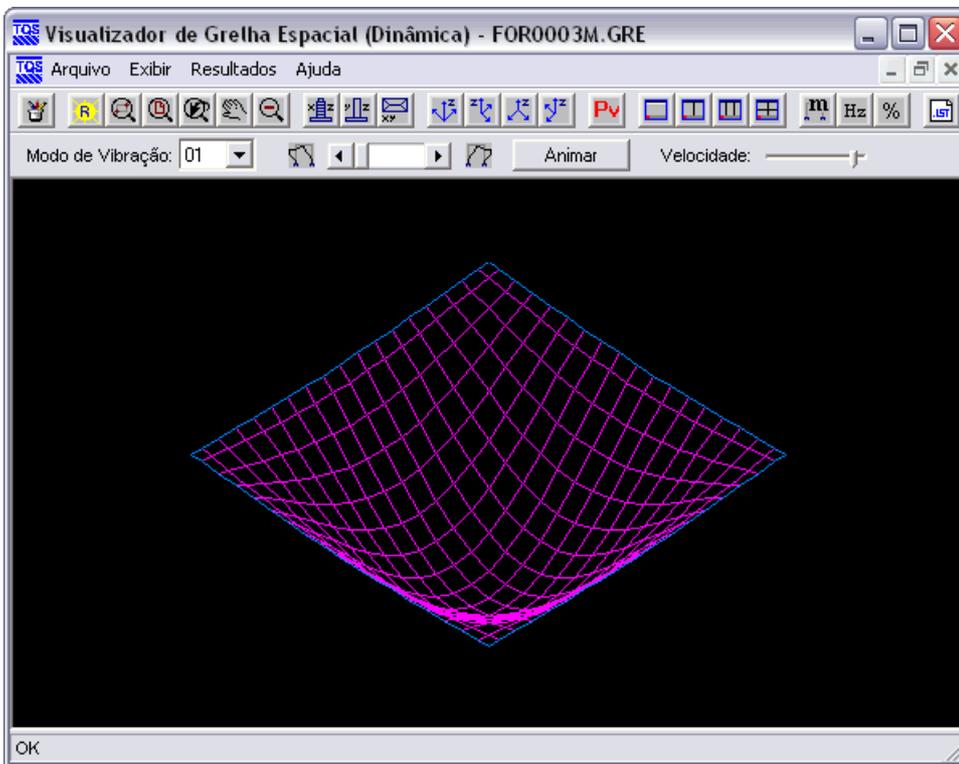
Eis os resultados do programa.

b. Modelo de grelha

Neste caso, o primeiro modo de vibração deve ser sempre tomado como referência.

Modo de Vibração	Período (s)	Frequência (Hz)	Frequência (rad/s)	Autovalor
01	,218	4,596	28,875	833,791
02	,096	10,436	65,573	4299,835
03	,093	10,765	67,640	4575,113
04	,064	15,693	98,599	9721,770
05	,062	16,019	100,653	10131,000
06	,057	17,477	109,810	12058,320
07	,053	18,909	118,808	14115,360
08	,039	25,934	162,949	26552,240
09	,038	26,169	164,427	27036,100
10	,026	37,808	237,555	56432,190

A frequência própria calculada pelo programa é 4,596Hz. A animação deste modo é apresentada a seguir.



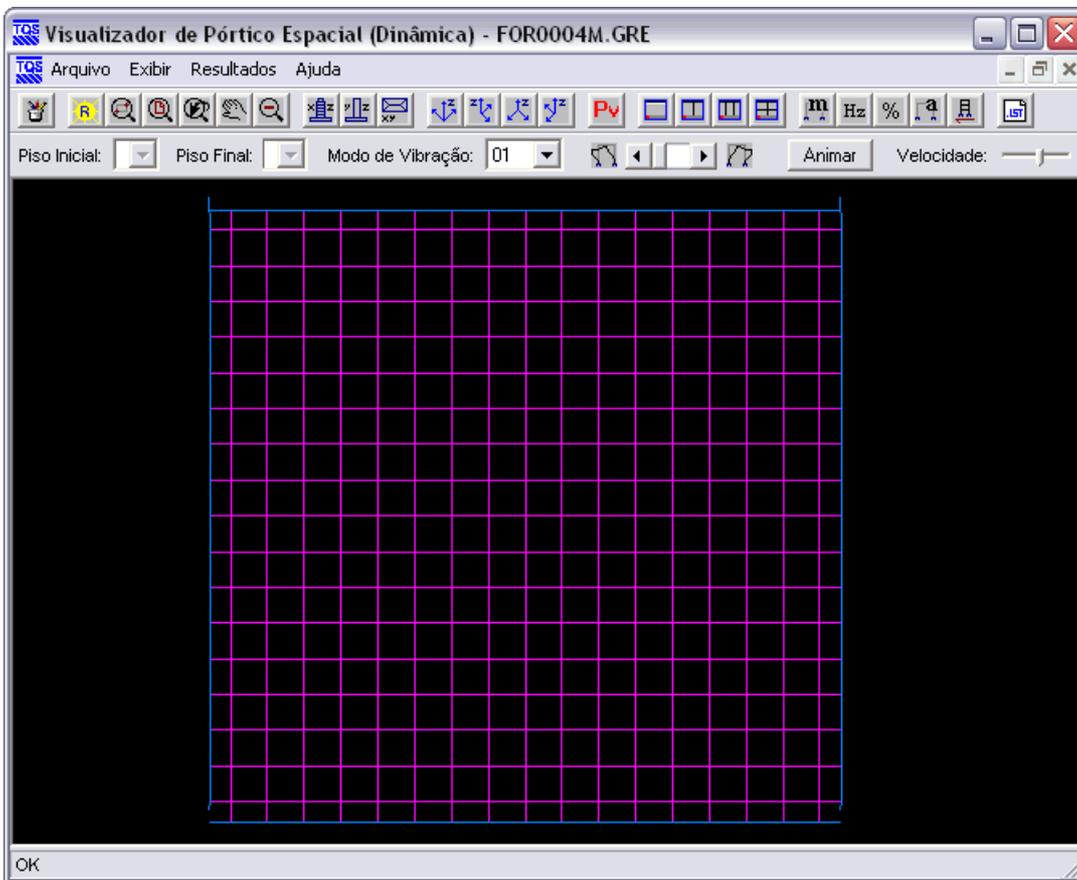
c. Modelo de pórtico espacial

Neste caso, o modo de vibração a ser tomado como referência é o 4, pois os três primeiros modos não mobilizam massa na direção vertical (Direção Z).

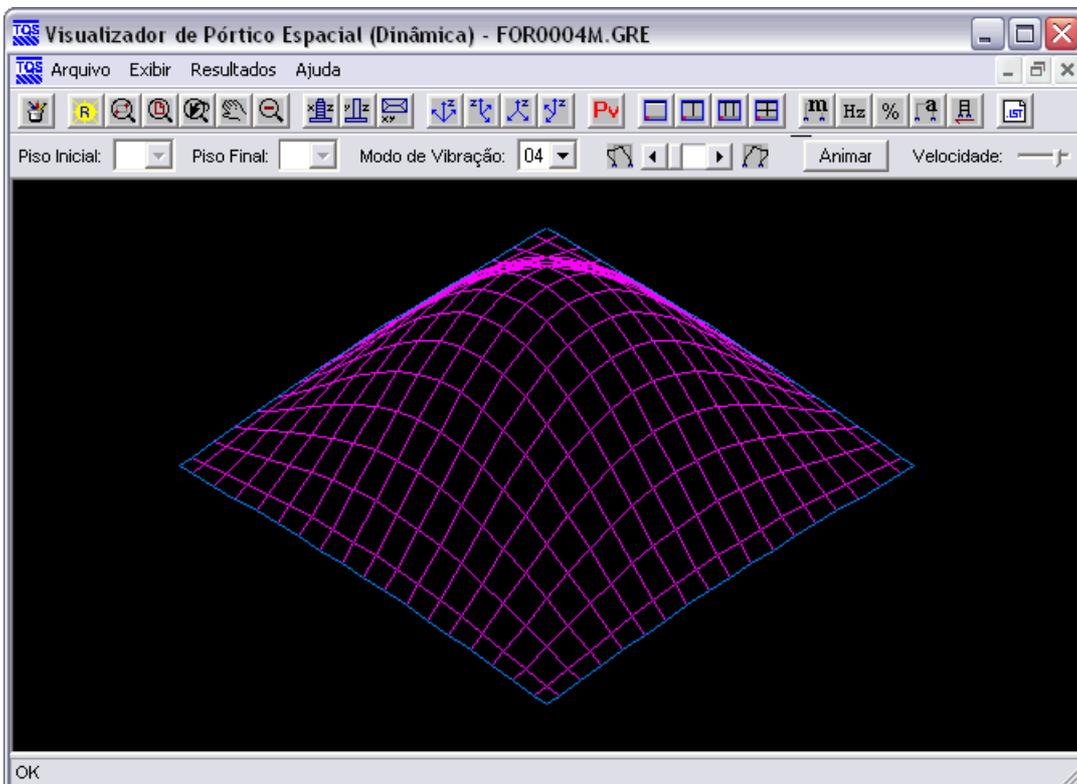
Modo de Vibração	Fatores de Participação			Participação Modal (%)		
	Direção X	Direção Y	Direção Z	Direção X	Direção Y	Direção Z
01	1,525	1,616	,000	46,355	52,076	,000
02	-1,616	1,524	,000	52,076	46,353	,000
03	,000	,000	,000	,000	,000	,000
04	,000	,000	-1,406	,000	,000	39,437
05						
06						
07						
08						
09						
10						

Modo de Vibração	Período (s)	Frequência (Hz)	Frequência (rad/s)	Autovalor
01	,373	2,683	16,860	284,257
02	,373	2,683	16,860	284,257
03	,261	3,835	24,098	580,724
04	,218	4,596	28,875	833,791
05	,096	10,437	65,578	4300,482
06	,070	14,240	89,475	8005,769
07	,064	15,693	98,599	9721,771
08	,062	16,164	101,561	10314,550
09	,057	17,477	109,810	12058,320
10	,039	25,934	162,949	26552,240

Veja a animação (em planta) do primeiro modo a seguir. Note que ela, embora resulte numa frequência própria menor, não se refere a vibração provocada por pessoas na laje. E por isso, pode ser descartada.



A frequência própria calculada pelo programa para o modo 4 também é 4,596Hz (idêntica ao primeiro modo obtido no modelo de grelha). Veja sua animação abaixo.



Concluindo...

A visualização gráfica de cada um dos modos de vibração, principalmente em casos onde o pavimento é modelado por pórtico espacial, é essencial. É através dela que será possível definir qual o modo a ser tomado como referência na comparação com os valores críticos tabelados na NBR6118:2003.

Não sei qual é o seu caso particular. Se for grelha, será necessário que o primeiro modo esteja dentro dos limites. Se for pórtico espacial, utilize o visualização gráfica para definir o modo a ser tomado como referência.

OBS: para saber se o modelo gerado pelo sistema é grelha ou pórtico espacial, utilize o resumo estrutural (item "Modelo") ou entre no visualizador de grelha para verificar se todos os esforços (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y e M_z) estão habilitados ou não.

Alio (TQS Informática).