

## Alternância de Cargas

### Mensagem enviada à Comunidade TQS

#### Pergunta

Um colega de Salvador procurou-me, em busca de respostas às dúvidas que o afligiam em um projeto seu de um edifício, submetido à verificação de conformidades.

O Relatório da verificação alegava que o colega não teria considerado, devidamente, em seu projeto, a alternância de cargas variáveis, conforme prevê a NBR 6118 14.6.7.3. O colega argumentava, inconformado, que se tratava de um edifício usual, de escritórios, no qual, a sobrecarga prevista para "salas de uso geral e banheiro", segundo a NBR 6120, é de apenas 2 kN/m<sup>2</sup>.

- "Nunca considerei alternância de sobrecargas com valores menores do que 3 kN/m<sup>2</sup>. Esse limite, salvo engano, constava da Norma anterior!!"

Perguntou ele: Essa exigência, para sobrecargas de 2 kN/m<sup>2</sup>, está correta? Como interpretar devidamente esse item citado da Norma?

#### Resposta

Façamos, inicialmente, uma leitura atenta do item 14.6.7.3 da NBR 6118. Diz a Norma, textualmente:

- "Para estruturas de edifícios em que a carga variável seja no máximo igual a 20% da carga total, a análise estrutural pode ser realizada sem a consideração de alternância de cargas."

Portanto, em outras palavras, o que a Norma pretende é que, no caso contrário, quando a sobrecarga representar mais de 20% da carga total, a alternância da mesma deve ser considerada na análise estrutural. Ou seja, a sobrecarga deve ser disposta, nos painéis de lajes e nos vãos das vigas, com os arranjos que conduzam aos valores mais desfavoráveis de esforços na estrutura, sempre que a sobrecarga for maior do que 20% da carga total.

No projeto do edifício do colega, tinha-se o seguinte:

- a) espessura média de piso, obtida pela divisão do volume total de concreto das lajes e vigas do piso pela área do mesmo = 0,17 m. A essa espessura, corresponde um peso unitário =  $0,17 \times 25 = 4,25$  kN/m<sup>2</sup>.
- b) peso do revestimento de piso = 1 kN/m<sup>2</sup>
- c) sobrecarga = 2 kN/m<sup>2</sup>.

Logo, temos, para o peso total =  $4,25 + 1 + 2 = 7,25$  kN/m<sup>2</sup>. A sobrecarga representa, portanto,  $2 / 7,25 \times 10 = 27,6\% > 20\%$

De fato, nesse caso, a sobrecarga representa mais de 20% da carga total, e, por isso, segundo a NBR 6118, a análise estrutural deve considerar a alternância da sobrecarga.

Talvez seja essa, como diz o colega, uma exigência da Norma que se contrapõe à prática corrente de projeto. Talvez seja essa, por isso mesmo, um dos itens da Norma menos observado pelos projetistas, meio escondido, lá em meio do capítulo 14. Talvez, na próxima revisão, esse item seja modificado, tornando-se mais permissivo. Mas a exigência em vigor é essa! E o Relatório da verificação de conformidades estava correto. Mesmo sobrecargas de 1,5 kN/m<sup>2</sup>, no projeto do colega, exigiria alternâncias, para determinação de esforços máximos na estrutura.

Abraços,

Antonio Carlos Reis Laranjeiras

Salvador, BA

22/03/2009

## Mensagem 2

Caro Prof. Laranjeiras,

Estranhei na sua análise não aparecerem as cargas das alvenarias, acredito que foi um esquecimento. As alvenarias têm carga permanente sempre consideráveis no contexto geral. Acredito mesmo que com elas consideradas o percentual da carga acidental cairá dos 20%.

Abraço

Palmeira

São Luís - MA

## Mensagem 3

Palmeira,

V. tem razão. Esqueci as paredes divisórias, na avaliação da carga total do piso.

Vamos fazer essa correção. Como disse, era um edifício de escritórios, com divisórias de gesso acartonado, com peso avaliado em 0,5 kN/m<sup>2</sup> de piso. Ah, ia também esquecendo o peso do forro falso + instalações de ar condicionado, preso à laje. Mais 0,5 kN/m<sup>2</sup> de piso. Um acréscimo, pois, de 1 kN/m<sup>2</sup>.

O total passaria a ser então;  $7,2 + 1,0 = 8,25$  kN/m<sup>2</sup>. Com isso, a sobrecarga passa a representar:  $2 / 8,25 = 24\% > 20\%$

Abraços,

Antonio Carlos Reis Laranjeiras

Salvador, BA

23/03/2009

## Resposta 1

Boa tarde Colegas da Comunidade TQS.

Os Sistema Integrados TQS disponibiliza importantes recursos relacionados a alternância de cargas.

O nosso usuário pode definir os casos de carregamentos que desejar e distribuir as cargas da maneira que ele bem entender.

Para criar os casos de carregamentos é necessário editar os dados do edifício e definir os casos desejados:



Editar edifício

Gerais | Modelo | Pavimentos | Materiais | Cobrimentos | Cargas | Critérios

Verticais | Vento | Adicionais | Combinações

Empuxo | Temperatura | Retração | Desaprumo | Hiperestático | Vibrações | Sismo | Outras

Título
ADIA Altern

Inserir

Apagar

Número de casos independentes gerados: 4

Sub-grupo de carregamento: Acidentais

Carregamento gerado nos modelos: No pórtico, formas e grelha

Criar casos p/vigas de transição normal e enrijecida:

Afetado pelo multiplicador da área axial de pilares:

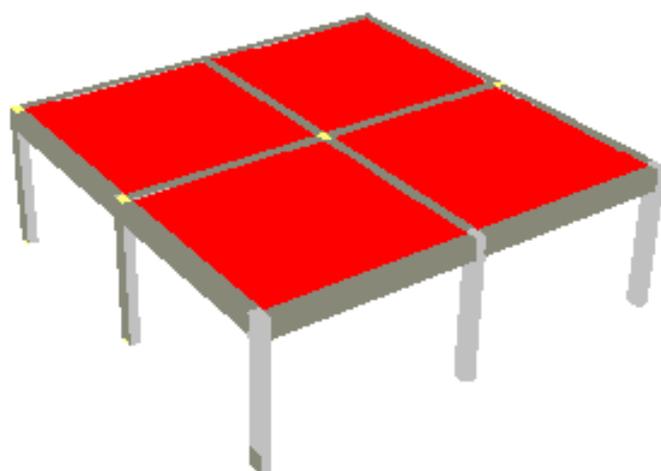
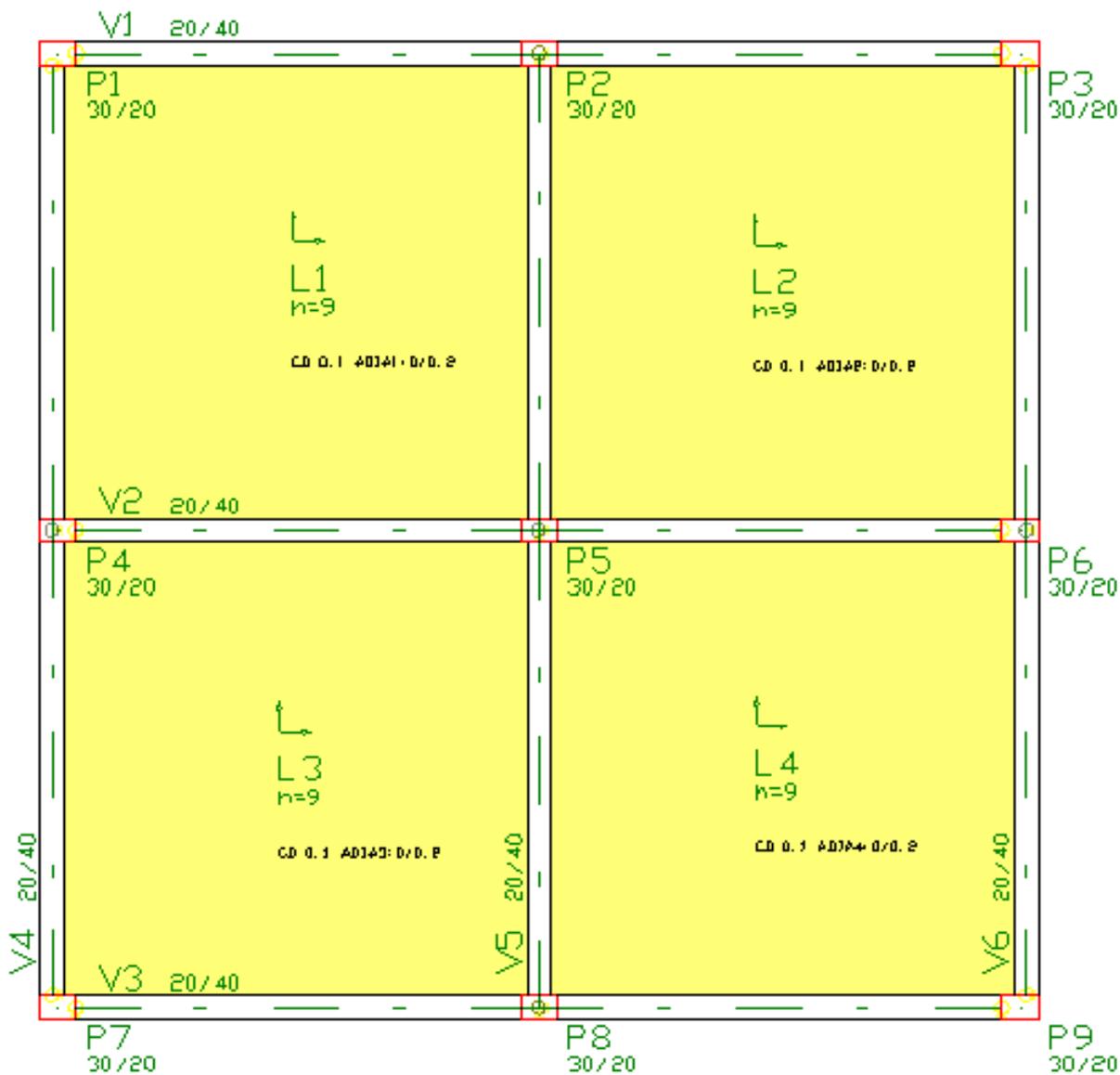
GamaF - ponderador de ações: 1.4

Ponderador favorável:  1

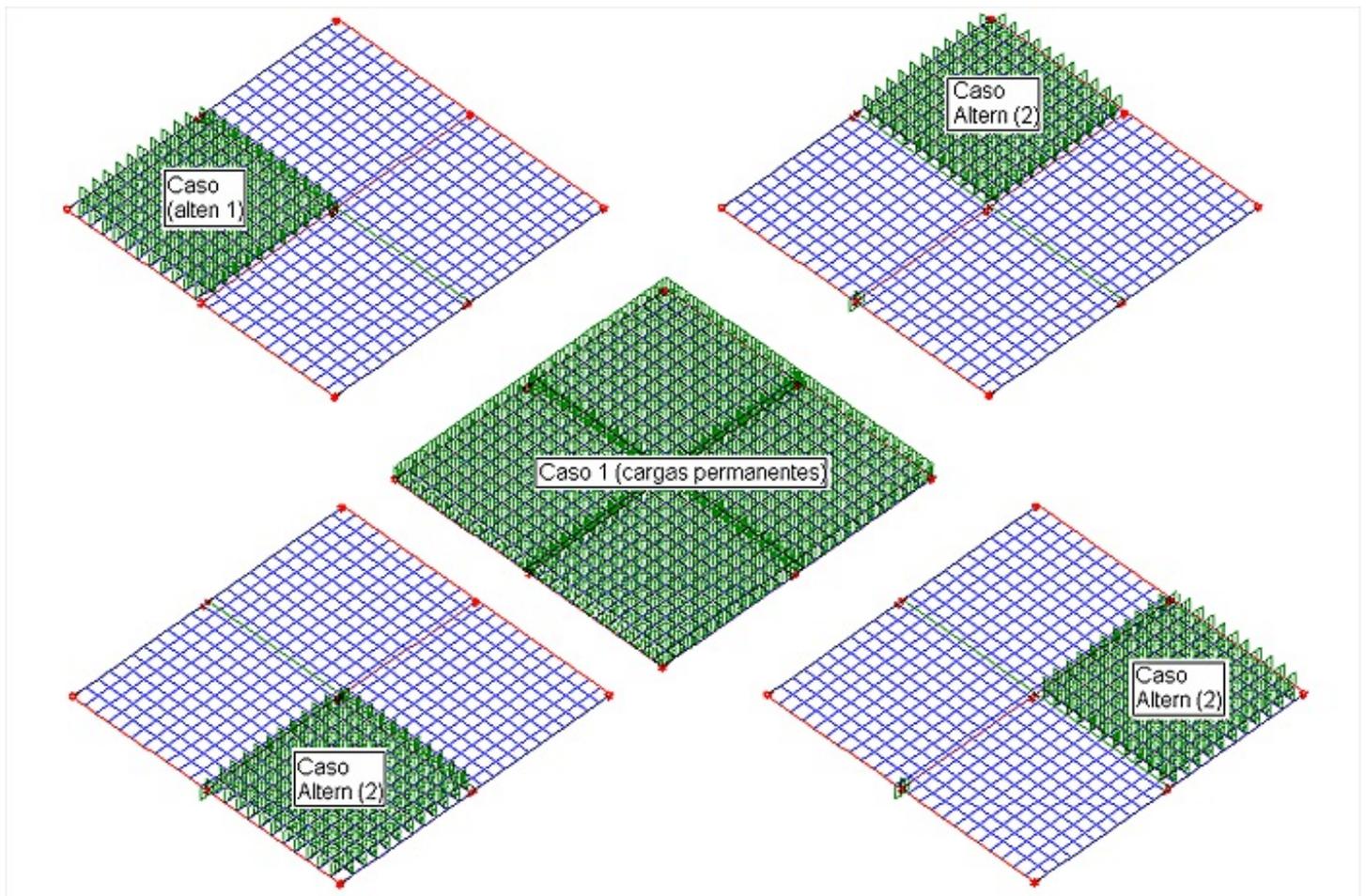
Fatores de redução de combinações: Psi0 0.8 Psi1 0.7 Psi2 0.6

Se você vai criar casos de carregamento não previstos pelo programa, primeiro crie-os aqui. Os carregamentos devem ser efetivamente lançados através do Modelador ou diretamente no pórtico.

No modelador estrutural as cargas são lançadas sobre as lajes e/ou sobre as vigas, o próprio usuário define os valores dos carregamentos, define também as regiões de incidência e associa estas cargas aos casos de carregamentos criados no edifício.



Veja neste exemplo bastante simples, foram criados quatro casos de carregamentos de cargas acidentais.



Após realizar os processamentos, o usuário pode visualizar os resultados gráficos de cada um dos casos de carregamentos, de cada uma das combinações e os resultados da envoltória de dimensionamento.

Atenciosamente.

Eng. Armando - Suporte TQS

## Resposta 2

Complementando a mensagem do Armando sobre alternância de cargas, que trata a alternância de cargas nas lajes de forma simples e prática, informo alguns procedimentos que podem ser adotados diretamente no sistema de vigas.

Para uma envoltória de esforços simplificada, mas rápida e prática, existe uma variável geral que é definida por viga onde o engenheiro fornece o valor que multiplica a carga normal (máxima) para a obtenção da carga mínima. Por exemplo, se for definido 0.7 para esta variável, o programa de vigas vai multiplicar todas as cargas já definidas por 0.7 e obter os valores correspondentes às cargas mínimas. Valores individuais de cargas mínimas também podem ser impostos diretamente, por carga.

De posse das cargas máximas e mínimas por vão (cada vão pode ter inúmeras cargas aplicadas) o programa de vigas realiza de forma AUTOMÁTICA a montagem de todos os carregamentos possíveis para a obtenção:

- a) Momentos fletores [+] máximos e mínimos;
- b) Momentos fletores [-] máximos e mínimos;
- c) Forças cortantes máximas e mínimas;
- d) Reações de apoios máximas e mínimas.

Se uma viga se apoia em outra, a carga máxima e mínima desta viga é a correspondente a reação de apoio máxima e mínima já calculada anteriormente.

Todo o dimensionamento e detalhamento de armaduras irá considerar os valores de esforços máximos e mínimos, envoltórias, calculados com esta alternância de cargas.

Este artifício é muito importante em algumas situações, por exemplo:

- 1) Em obras industriais onde a alternância de cargas é relevante;
- 2) Vigas comuns com um vão e dois balanços significativos. A alternância de cargas é altamente recomendada.

Saudações

Nelson Covas