Em que casos não se deve aplicar o Gamaz?

O processo de avaliação dos efeitos de 2ª ordem mediante multiplicação dos momentos de 1ª ordem por um coeficiente $Gama_z$ baseia-se na hipótese de que as sucessivas linhas elásticas devidas à ação da carga vertical aplicada numa estrutura com os nís deslocados, se sucedem segundo uma progressão geométrica.

A carga de vento serve apenas para dar um começo de deslocamentos dos nós. Em seguida aplica-se a carga vertical com os nós já previamente deslocados. Surge então um momento adicional que se soma ao momento de 1ª ordem. Com o novo momento, a estrutura desloca-se mais um pouco, acarretando novo acréscimo de deslocamentos e portanto também de momentos. A hipótese é de existir uma relação constante r entre os acréscimos sucessivos de momentos e os acréscimos anteriores. Essa relação, sempre inferior a 1,00 representa a razão de uma progressão geométrica cujo termo final é zero. Considerando o primeiro termo unitário, a soma dessa progressão é 1/(1-r).

Verificou-se em numerosos casos, e isto foi objeto de algumas teses de mestrado e doutoramento, que até o valor $Gama_z = 1,3$ esta hipótese é válida com erro inferior a 5%.

Há casos excepcionais, entretanto, em que a hipótese formulada não se aplica, ou se aplica com maiores erros. São esses casos de exceção que descrevemos a seguir.

1. No topo do edifício alguns pilares sobem para apoiar lajes de tamanho reduzido ou caixas d'água.

Neste caso, sendo as cargas muito pequenas, os pilares possuem seção transversal mínima. As vigas ou paredes da caixa d'água possuem inércias muito superiores à do pilar. Assim sendo, no cálculo do pórticos espacial, a deformada do pilar se assemelha a uma barra bi-engastada, com a forma de S, com deslocamentos relativamente grandes. Ao se somar os produtos F × ? das cargas verticais pelos deslocamentos dos nós, as parcelas correspondentes a tais pilares se afastam completamente da regularidade observada nos andares-tipos.

A consideração do trecho de estrutura acima da cobertura fornecerá uma soma de produtos forças x deslocamentos para esse trecho, que falseia os resultados. Estes seriam mais corretos se fossem esquecidos os trechos acima da cobertura, ainda que tal procedimento fornecesse resultados contra a segurança.

Não se contentando com tais simplificações, o único recurso consiste em aplicar o processo P - Delta, sem usar a progressão geométrica.

2. Caso de mudança brusca de inércias entre pavimentos, em especial entre o térreo e o primeiro andar.

Pode-se julgar melhor a influência desse fator, imaginando os pilares do trecho em consideração totalmente rígidos. Eles só se deslocam em consequência dos deslocamentos de translação e rotação dos nós da base e do topo do trecho de pilar. O pilar, inicialmente reto, continua reto depois dos deslocamentos. A flexibilidade do pilar no trecho considerado influi no valor dos deslocamentos dos nós. Isto atrapalha a regularidade da progressão geométrica. Conforme os valores relativos das inércias, a tendência é de acarretar valores menores de $Gama_z$ do que os corretos. Pode-se arriscar a dizer que os desvios são pequenos mas podem existir casos em que isto não se dá.

3. Casos de P.D. muito diferentes entre os pavimentos.

Aumentando o P.D. a esbeltez dos pilares aumenta e também seus deslocamentos. Como estamos admitindo que os deslocamentos sucessivos formam uma progressão geométrica, pode haver uma discrepância sensível no pavimento em que P.D. se tornou muito maior. A tendência é resultar um valor de $Gama_z$ menor do que o verdadeiro. Somente com exemplos numéricos é que se pode "sentir" esta influência.

4. Casos de transição de pilares em vigas.

Quando alguns pilares são transicionados, principalmente por causa dos estacionamentos nos sub-solos, a hipóteses de existir uma P.G. pode ser totalmente falsa. Mesmo que as somas das áreas das seções transversais sejam mantidas, pois a carga vertical muda pouco, as inércias serão sempre muito diferentes. Não se pode adiantar nada sem ter um projeto em mãos para melhor julgamento.

5. Casos de transição por rotação de 90º de pilares na passagem do andar-tipo para o térreo ou para a garagem.

Este caso de transição é ainda mais grave do que o anterior. É muito perigoso aceitar, sem um espírito crítico mais severo, o valor calculado de $Gama_z$, sem uma análise criteriosa das influências em jogo.

6. Uso de fatores de redução de inércias de pilares e vigas.

Ao entrar no Estádio II, as vigas sofrem maiores reduções de inércias do que os pilares. Adotar-se um coeficiente único de redução, por exemplo 0,7 para vigas e pilares, influi muito pouco no resultado final. Adotar entretanto, a inércia no Estádio I é contra a segurança. A diferença pode ser muito grande no caso de pilares esbeltos, caso em que a caixa de elevadores fica muito solicitada.

7. Caso de estruturas que já possuem deslocabilidades com cargas verticais.

O critério simplificado da NB-1/2000 de corrigir a razão da P.G. levando em conta os deslocamentos devidos à carga vertical merece alguns comentários e comparações com processos mais rigorosos. A correção não é rigorosamente linear mas a aproximação parece ser razoável.

8. Caso de existirem torções do pórtico espacial

Quando sob ação do vento, ou mesmo da carga vertical sozinha, as lajes sofrerem não apenas translações, mas também rotações, o cálculo do parâmetro $Gama_z$ deve se referir aos deslocamentos de um eixo vertical fictício passando pelo centro de torção dos pilares. Não se pode garantir "a priori" que o coeficiente de amplificação de momentos seja constante para o edifício inteiro. Trata-se de um caso em que se devem estabelecer limitações para seu emprego.

9. Quando existirem recalques não uniformes nas fundações.

Os recalques nas fundações mudam a rigidez das ligações pilar-bloco e portanto influenciam os deslocamentos horizontais dos nós da estrutura.

Nenhum destes casos foi objeto da NB-1/2000 e devem ser alertados com certas limitações. São essas limitações que pretendemos abordar neste artigo, com base em diversos processamentos.

São Paulo, 5 de julho de 2000

A.C. Vasconcelos