

# ANÁLISE COMPARATIVA DOS EFEITOS DE 2ª ORDEM EM MODELOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO ARMADO

Estevão Rezende Brisolla (IC), Elias Calixto Carrijo (PQ)

PIBIC  
Câmpus Goiânia  
\* [elias.carrijo@ifg.edu.br](mailto:elias.carrijo@ifg.edu.br)

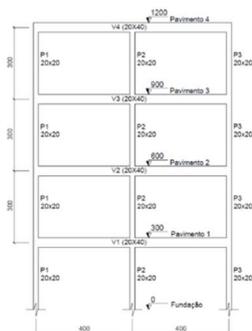
**Palavras Chave:** Efeitos de 2ª ordem; P-Delta; Gama-Z; Não Linearidade do Concreto; Concreto Armado.

## Introdução

Uma das etapas durante a elaboração do projeto de um edifício é sua análise estrutural, onde são analisados os comportamentos de sua estrutura devido às cargas que lhe são impostas. Durante o processo analítico, os projetistas estruturais fazem a análise estrutural dos edifícios levando em consideração a não linearidade física (NLF) e geométrica (NLG) do concreto armado. A NLF considera o material empregado na construção do edifício como não elástico, ou seja, os deslocamentos obtidos pelas cargas solicitantes não obedecem a Lei de Hooke. Isso acontece, pois o concreto sofre o efeito da fissuração, da fluência e do escoamento de suas armaduras. A NLG diz respeito a configuração deformada da estrutura durante a solicitação dos esforços. Se um prédio estiver tão somente sob ação do peso próprio de seus elementos estruturais por exemplo, teoricamente seu deslocamento será apenas no sentido da força gravitacional. Mas se combinarmos o peso do concreto, que gera forças verticais, com a ação do vento incidindo lateralmente, serão constatados deslocamentos e esforços adicionais na estrutura deformada, denominados efeitos de 2ª ordem, podendo ser globais, locais ou localizados. Neste trabalho serão comparados os momentos de 2ª ordem globais gerados por dois modelos estruturais de concreto armado, um pórtico plano e um pórtico espacial, por meio do cálculo do coeficiente Gama-Z (yz), proposto pela norma NBR 6118:2014, e simulações no software AltoQi Eberick® que utiliza o processo iterativo P-Delta (PΔ).

## Metodologia

Para elucidar o método de cálculo do coeficiente yz e do método PΔ, foi modelado um pórtico plano em concreto armado de 4 pavimentos e um pórtico espacial de 20 pavimentos. A ferramenta computacional utilizada é o software Eberick da AltoQi que utiliza o processo iterativo PΔ para computar os efeitos de segunda ordem.



## Resultados e Discussão

Comparação entre os momentos de 2ª ordem calculados por meio da aproximação proposta na NBR 6118:2014 (0.95\*yz) e pelo método iterativo PΔ (Pórtico 2D)

$$1 - \frac{M_{1^a+2^a \text{ ordem } (0,95yz)}}{M_{1^a+2^a \text{ ordem } (P\Delta)}} \times 100 = 1 - \frac{49,56}{52,27} \times 100 = 5,18\%$$

Comparação entre os momentos de 2ª ordem calculados por meio da aproximação proposta na NBR 6118:2014 (0.95\*yz) e pelo método iterativo PΔ (Pórtico 3D)

$$1 - \frac{M_{1^a+2^a \text{ ordem } (0,95yz)}}{M_{1^a+2^a \text{ ordem } (P\Delta)}} \times 100 = 1 - \frac{49,56}{52,26} \times 100 = 5,17\%$$

## Conclusões

Podemos concluir que os esforços de 2ª ordem calculados pelo processo iterativo P-Delta têm uma diferença não desprezível em relação aos calculados pela aproximação proposta pela NBR 6118:2014. Os dois modelos estruturais analisados tiveram resultados muito parecidos, sendo 5,18% de diferença entre os métodos para o pórtico plano e 5,17% para o pórtico espacial, o que assegura a confiabilidade e precisão do método P-Delta.

## Agradecimentos

A Deus, meu pai José Carlos de Oliveira Brisolla, minha mãe Diana Rezende de Moraes e minha noiva Ana Laura de Seno Amâncio Zara, pois sem eles(as) eu não teria chegado até aqui.

Ao querido prof. Elias Calixto Carrijo pela brilhante ideia desse projeto, pela grande amizade e pela confiança depositada em mim desde o início da iniciação científica.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=317027>>. Acesso em: 7 out. 2020.

CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. Ação do vento e estabilidade global das estruturas de concreto. In: Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado. São Paulo: Pini Ltda., 2009. p. 180-249.

IGLESIA, S. M. Ebook: o efeito P-Delta nas estruturas de edifícios. [s.l.] AltoQi, 2016.

MARTHA, L. F. Análise estrutural. In: Métodos básicos da análise de estruturas. Rio de Janeiro: PUC (RJ), 2010. p. 3.