



## ANÁLISE DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS CONSIDERANDO O FASEAMENTO CONSTRUTIVO

BÁRBARA CHAGAS RACHINHAS<sup>1</sup>; OTÁVIO AUGUSTO PETER DE SOUZA<sup>2</sup>;  
JORGE RODRIGUES<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFPEl – [barbararachinhas@gmail.com](mailto:barbararachinhas@gmail.com)

<sup>2</sup>UFPEl – [otavio.peter@hotmail.com](mailto:otavio.peter@hotmail.com)

<sup>3</sup>UFPEl – [jorger@ufpel.edu.br](mailto:jorger@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho integra-se em um projeto de pesquisa dedicado a tópicos avançados no domínio da modelação do comportamento de estruturas, dentre os quais se inclui a análise de estruturas ao longo do seu processo construtivo. É um estudo que faz parte do trabalho de conclusão do curso de Graduação em Engenharia Civil da primeira autora.

Normalmente, no projeto estrutural de edifícios faz-se apenas uma análise global da estrutura, na qual todas cargas de projeto são aplicadas em um modelo estrutural completo do edifício. A análise é assim efetuada como se todos os elementos da estrutura fossem executados simultaneamente e também no mesmo instante em que todas as cargas são aplicadas. Ora, de fato não é isto que ocorre na realidade (DAS e PRASEEDA, 2016), visto que os edifícios são construídos por fases, piso a piso, havendo, durante a construção, diferenças no tempo de início da atuação das diversas cargas. É possível efetuar a análise estrutural de edifícios considerando as etapas da construção, esta denomina-se análise faseada. Comparando-se a análise global e a análise faseada, pode haver resultados diferentes, em termos dos esforços e deformações nos elementos estruturais.

Quando se realiza a análise de estruturas de edifícios considerando o faseamento construtivo, deve-se levar em consideração a deformação axial (ou encurtamento) dos pilares, devido ao esforço normal ao qual estão sujeitos. Em um determinado piso de um edifício, caso todos os pilares possuam seções semelhantes, haverá deformações axiais maiores nos pilares mais carregados. Havendo esforços normais e deformações axiais diferentes entre os pilares, vai haver também deslocamentos verticais diferenciais impostos aos elementos estruturais horizontais (vigas e/ou lajes), dos quais resultam esforços que podem ser significativos (TAVARES *et al.*, 2009). Relativamente a este aspecto, confrontando as duas formas referidas de efetuar a análise estrutural de edifícios, os resultados que se obtêm podem ser diferentes.

Outros fatores que contribuem para os efeitos do encurtamento axial dos pilares, caso a estrutura seja de concreto, são os efeitos diferidos/reológicos, designadamente a retração e a fluência do concreto. Estes fenômenos influem na evolução, ao longo do tempo, das deformações nessas estruturas, pelo que devem ser considerados quando se realiza uma análise com modelação do faseamento construtivo.

Um outro aspeto que deve ser considerado numa análise faseada das estruturas de edifícios são os efeitos de segunda ordem (TAVARES *et al.*, 2009).

Diante dos vários fatores que contribuem para a existência de diferenças entre as análises citadas, considera-se relevante realizar uma comparação entre ambas, para que seja possível a elucidação da importância de efetuar a análise faseada, a qual é mais ajustada à realidade do processo construtivo usualmente adotado em edifícios. O principal objetivo neste trabalho é constatar e analisar as dessemelhanças em termos de esforços e deformações, entre a análise de estruturas de edifícios efetuada com modelos globais (estrutura completa) e a realizada considerando o faseamento construtivo.

Ressalta-se que havendo diferenças em termos dos esforços e deslocamentos obtidos com ambas formas de análise, haverá também diferenças no dimensionamento dos elementos estruturais, designadamente, no caso das estruturas de concreto armado, nas armaduras calculadas. Este fato releva a importância do estudo que se pretende efetuar, tanto pelo aspecto da segurança quanto pelo aspecto econômico.

## 2. METODOLOGIA

A pesquisa que se está a desenvolver tem como objetivo geral realizar uma análise comparativa entre os resultados que se obtêm, no que tange a deformações e esforços nas estruturas de edifícios, quando se realiza uma análise estrutural global ou uma análise faseada. Está previsto efetuar a análise das estruturas de dois edifícios hipotéticos, um deles com estrutura em pórtico, e o outro com estrutura em pórtico com parede/núcleo, em princípio, centralizado. De modo a analisar o efeito do número de pisos dos edifícios vai-se fazer variar esse parâmetro desde 5 até um máximo de 20 para a estrutura do primeiro tipo, ou de 40 para a estrutura do segundo tipo.

Esta pesquisa enquadra-se no nicho descritivo e quantitativo, o qual pretende principalmente descrever, comparar, analisar e/ou verificar relações entre os fatos e fenômenos variáveis, onde os dados podem ser traduzidos numericamente, para então efetivar a análise. A escolha das estruturas genéricas se deu de forma intencional, pois tais tipos estruturais são de grande utilização na realidade construtiva, de modo a assemelhar-se com a prática.

Em princípio serão realizadas modelagens tridimensionais dos edifícios em questão, utilizando um programa comercial de análise tridimensional de estruturas que permite considerar as fases da sua construção. Para proceder a inserção do faseamento construtivo serão analisados e considerados os intervalos de tempo necessários para a execução de cada fase.

Os resultados obtidos serão comparados em termos de deslocamentos (verticais e horizontais) e de esforços nos elementos da estrutura. A confrontação de resultados será efetuada de diversas formas: entre os dois tipos de análise (global e faseada); entre os dois tipos de estrutura dos edifícios (pórtico e pórtico associado com parede/núcleo); e ainda, entre os edifícios com diferente número de pisos. Com a análise deste último parâmetro, pretende-se verificar qual o efeito nos deslocamentos e esforços nos elementos estruturais, do aumento da altura dos edifícios.

No presente trabalho apresentam-se os resultados duma análise inicial que foi efetuada, sobretudo, para aprendizagem da utilização do programa de cálculo e para verificação inicial dos efeitos da consideração do faseamento construtivo na análise das estruturas de edifícios. Foi assim analisado um pórtico plano da

estrutura de um edifício com 5 pisos, com 2 vãos de 5 m e altura entre pisos de 3 m, conforme se representa na Figura 1. Em termos de cargas foi considerado o peso próprio dos pilares e vigas e uma carga distribuída de 20 kN/m para ter em conta o peso de lajes e de revestimentos de piso. Nesta primeira modelagem não se levaram ainda em consideração os efeitos do comportamento diferido do concreto (retração e fluência).

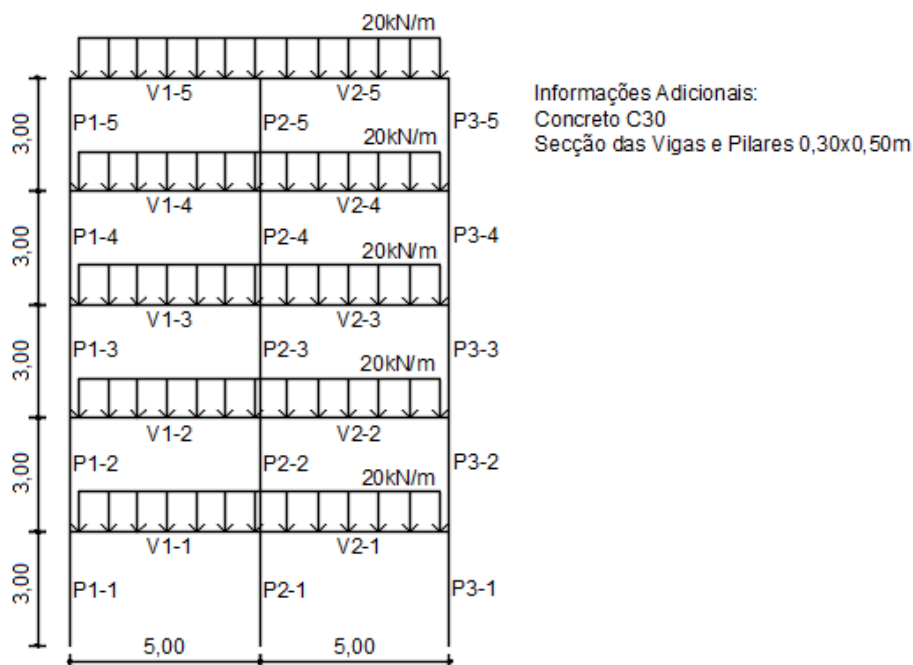


Figura 1 - Esquema da estrutura analisada

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Executada a análise da estrutura representada na Figura 1 obtiveram-se os resultados para os dois tipos de análise. Compararam-se as deformações e momentos fletores obtidos, conforme se representa na Figura 2 e na Figura 3.

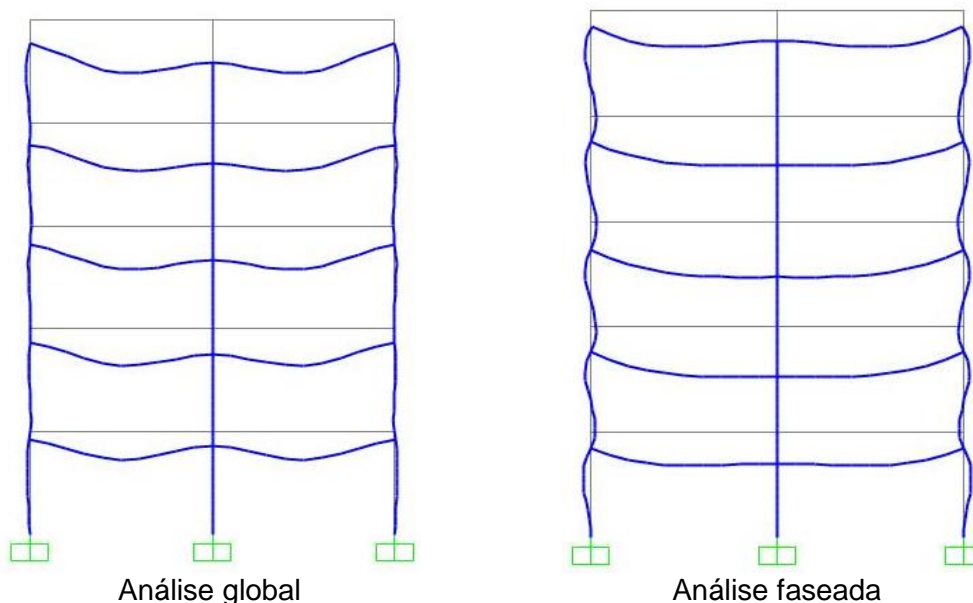


Figura 2 – Deformadas da estrutura.

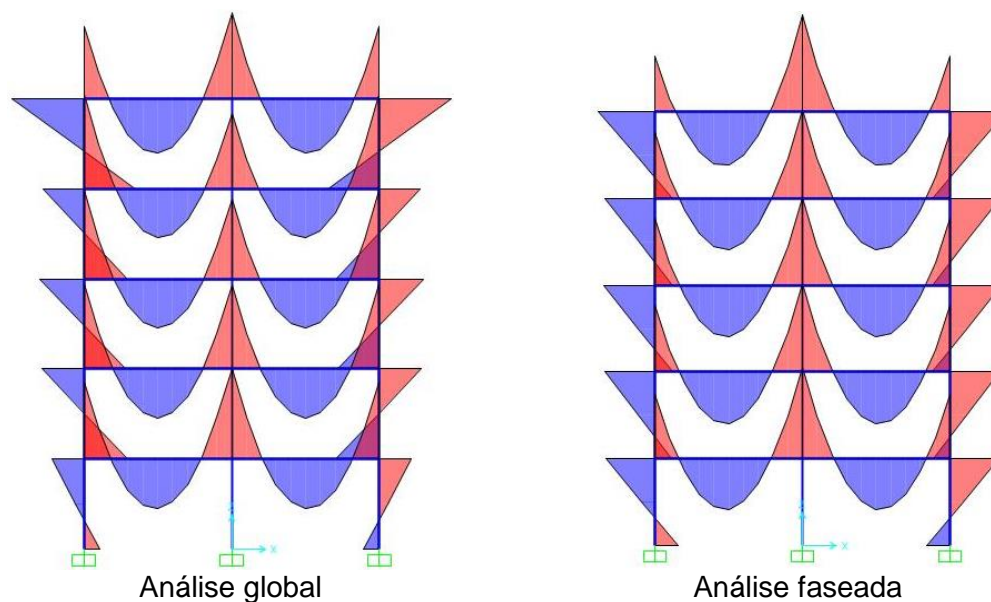


Figura 3 - Diagramas de momento fletor.

Analisando as deformadas da estrutura nota-se diferenças entre os dois tipos de análise. Nos pisos inferiores os deslocamentos verticais são maiores na análise faseada, já nos pisos superiores verifica-se o contrário, os deslocamentos verticais são maiores na análise global.

Em relação aos diagramas de momento fletor, constata-se que há várias barras onde os valores calculados com a análise faseada são superiores aos determinados com a análise global. Nos pilares a maior diferença nesse sentido, verifica-se em P1-1 e P3-1, onde, com a análise faseada obtém-se um momento fletor na seção do topo que é 34,4% superior ao calculado com a análise global. No que diz respeito as vigas, a maior discrepância está nas seções sobre o pilar P2-5 das vigas V1-5 e V2-5, onde obtém-se um momento fletor que é 17,5% superior ao resultado advindo da análise global.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados da análise efetuada neste trabalho mostram já a importância da análise estrutural com consideração do faseamento construtivo (mesmo que ainda não tenham sido inseridos os efeitos diferidos do concreto). Essa análise reproduz com maior fidelidade as etapas construtivas que efetivamente são executadas, pelo que permite calcular de forma mais correta os esforços nos elementos estruturais, garantindo uma melhor verificação da sua segurança e o seu correto dimensionamento, nomeadamente das suas armaduras, no caso das estruturas de concreto armado, sem que haja super ou sub dimensionamento.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAS, G. G.; PRASEEDA, K. I. Comparison of Conventional and Construction Stage Analysis of a RCC Building. **International Journal of Science Technology & Engineering**, India, v. 3, n. 03, p. 50-57, set. 2016.

TAVARES, A. S.; TAVARES, J.; GONÇALVES, F. Edifícios de Grande Altura - Aspectos Particulares de sua Análise e do seu comportamento. **Workshop "Edifícios de Grande Altura" - Ações Características e Comportamento**, 2009, Lisboa.