

ANÁLISE COMPARATIVA DE ESTABILIDADE GLOBAL EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS COM A UTILIZAÇÃO DE LAJES LISAS E CONVENCIONAIS

Tayná Cristina de Andrade Righi (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Elyson Andrew Pozo Liberati (Orientador). E-mail: eapliberati@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Engenharias/Engenharia Civil

Palavras-chave: Punção, coeficiente γ_z , parâmetro de instabilidade α .

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise comparativa da estabilidade global de um edifício residencial de múltiplos pavimentos em concreto armado, projetado com lajes convencionais e lajes lisas maciças. As modelagens foram realizadas no software TQS, avaliando-se os parâmetros α , γ_z e RM2M1 conforme as normas ABNT NBR 6118:2023 e NBR 6123:2023. O modelo com lajes convencionais foi classificado como estrutura de nós fixos, enquanto o modelo com lajes lisas, inicialmente, apresentou classificação de nós móveis. Para atender aos requisitos normativos, no edifício de lajes lisas foi necessário aumentar a espessura da laje, dimensionar armaduras de punção em todos os pilares e ampliar as seções dos pilares. Após essas correções, a estrutura passou a ser classificada como de nós fixos. Os resultados ressaltam as particularidades de cada sistema, fornecendo subsídios para o dimensionamento e a escolha da solução estrutural mais adequada a cada projeto.

INTRODUÇÃO

As lajes lisas, também chamadas lajes planas, são amplamente utilizadas na construção civil brasileira e se diferenciam das lajes convencionais por não utilizarem vigas, sendo elementos estruturais maciços ou nervurados que se apoiam diretamente sobre pilares. Nesse sistema, os esforços são absorvidos diretamente pela laje, o que proporciona vantagens como redução do peso próprio da estrutura, maior flexibilidade arquitetônica, menor altura total da edificação e simplificação das armaduras e do processo de concretagem. No entanto, as principais desvantagens incluem a suscetibilidade à punção, falha causada por tensões de cisalhamento que podem resultar em rupturas repentinas, além do comprometimento da estabilidade global da edificação pela ausência do vigamento (ALBUQUERQUE, 2010; TRAUTWEIN, 2006).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo comparar a estabilidade global de um edifício residencial de múltiplos pavimentos utilizando dois sistemas estruturais

distintos: lajes convencionais e lajes lisas maciças, com análises realizadas por meio do software TQS.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia consistiu na modelagem, no software TQS, de dois edifícios residenciais, sendo um com lajes convencionais e outro com lajes lisas maciças, e na comparação da estabilidade global dos modelos. A partir disso, o modelo com lajes lisas recebeu correções até atingir parâmetros de estabilidade semelhantes ao modelo convencional. Utilizou-se planta padrão (Figura 1) de um edifício de 4 pavimentos, sendo o térreo e 3 pavimentos-tipo, além do barrilete e do reservatório superior.

Para a modelagem, foi feito um pré-dimensionamento do edifício de lajes convencionais e ajustes segundo orientações do software, chegando em uma espessura de laje de 10 cm, e pilares com seção transversal de 20 x 30 cm (600cm²) e 25 x 30 cm (750cm²).

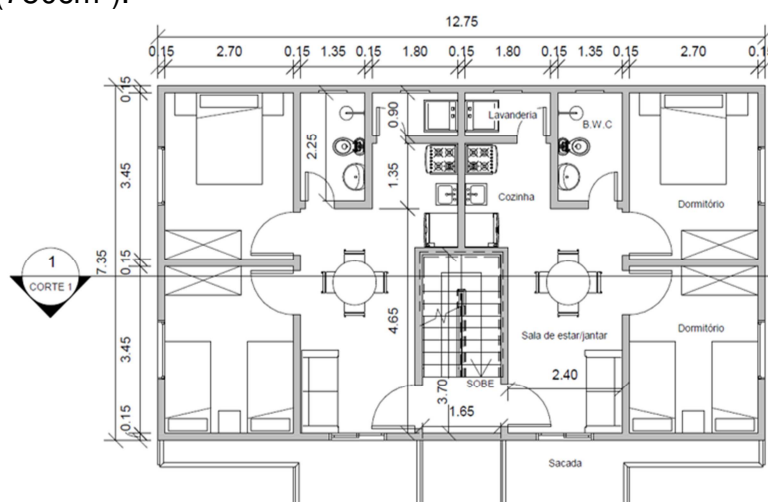


Figura 1 – Planta baixa do pavimento tipo.

Em ambos os modelos, analisou-se os efeitos do vento com determinação do coeficiente de arrasto pelo ábaco da ABNT NBR 6123:2023, considerando uma média entre ventos de alta e baixa turbulência, totalizando 0,98 para vento a 0° (menor lado da edificação) e 1,15 para vento a 90° (maior lado da edificação). Os resultados foram avaliados pelos parâmetros α e γ_z , conforme ABNT NBR 6118:2023, que classificam a estrutura como de nós fixos ou móveis e indicam a necessidade de considerar efeitos de segunda ordem no dimensionamento. Também se utilizou o parâmetro RM2M1, obtido no TQS via processo $P\Delta$, para estimar a magnitude desses efeitos em relação aos de primeira ordem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o parâmetro de instabilidade α para ambos os edifícios estudados. Pela ABNT NBR 6118:2023, para edifícios com mais de 4 pavimentos, o

limite desse coeficiente é 0,6. Já para o coeficiente γ_z , cujo valor limitante pela mesma norma é 1,10, tem-se os resultados representados na Figura 3. Para ambos os coeficientes, se o resultado for acima do valor limite, o modelo é classificado como de nós móveis, e, abaixo dele, como de nós fixos.

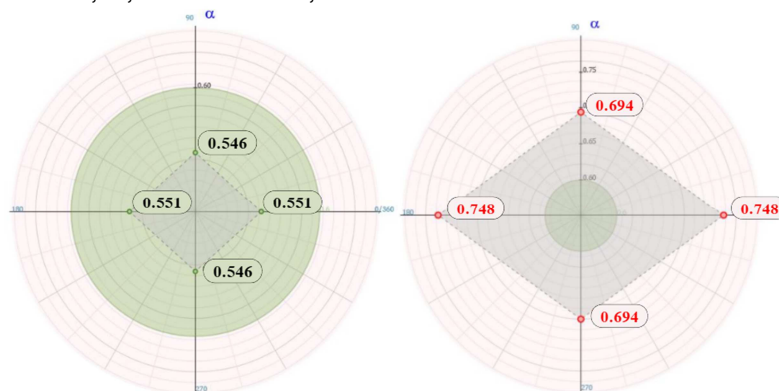


Figura 2 – Valores resultantes do parâmetro de instabilidade α para os modelos de lajes convencionais e de lajes lisas maciças, respectivamente.

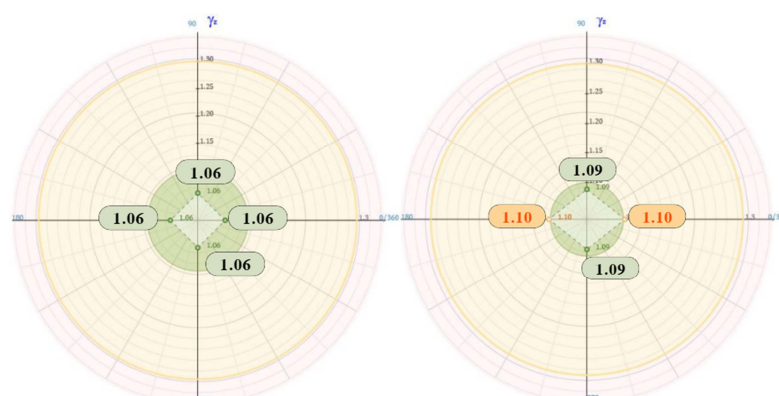


Figura 3 – Valores resultantes do coeficiente γ_z para os modelos de lajes convencionais e de lajes lisas maciças, respectivamente.

Por essa análise, nota-se que, no edifício com lajes convencionais (nós fixos), os efeitos de segunda ordem são desprezíveis no dimensionamento, pois têm baixa magnitude frente aos esforços de primeira ordem. Já no edifício com lajes lisas (nós móveis), esses efeitos são relevantes e devem ser considerados. Isso é confirmado pelo coeficiente RM2M1, que avalia exatamente a relação entre os esforços de segunda e primeira ordem (Figura 4).

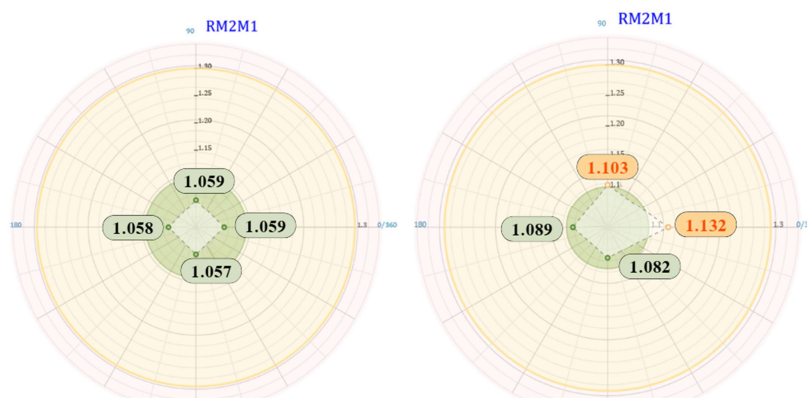


Figura 4 – Valores resultantes do coeficiente RM2M1 para os modelos de lajes convencionais e de lajes lisas maciças, respectivamente.

Em seguida, o edifício de lajes lisas foi corrigido para que adquirisse o comportamento de uma estrutura de nós fixos, assim como o modelo convencional. Para tal, foi necessário o emprego de lajes com espessura de 19 cm, com a presença de armaduras de punção, e o aumento da área de seção transversal dos pilares em até 110%, já que passaram a ter dimensões de 30 x 40 cm (1200 cm²) e 35 x 45 cm (1575 cm²), para que fosse possível aumentar a rigidez e a estabilidade global do modelo.

CONCLUSÕES

O edifício com lajes convencionais apresentou coeficientes α e γ_z dentro dos limites normativos, sendo classificado como estrutura de nós fixos, com rigidez e estabilidade adequadas frente às ações verticais e horizontais. Já o edifício com lajes lisas foi inicialmente classificado como de nós móveis, apresentando deslocamentos horizontais excessivos, maiores valores de RM2M1 e maior sensibilidade aos efeitos de segunda ordem.

Para alcançar desempenho estrutural equivalente ao modelo convencional, o edifício com lajes lisas passou por correções, incluindo aumento da espessura da laje para 19 cm, dimensionamento de armaduras de punção em todos os apoios e ampliação das seções dos pilares em até 110%. Após essas intervenções, o modelo também foi classificado como de nós fixos, atendendo aos critérios normativos de estabilidade global. Os resultados mostram que ambos os sistemas podem ser válidos, desde que dimensionados conforme o comportamento estrutural de cada tipologia. O modelo de lajes lisas maciças evidenciou ser mais complexo, exigindo análise aprofundada quanto à estabilidade global e à resistência à punção.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. J. P. **Punção em lajes lisas com armadura de cisalhamento e pilares de centro retangulares.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade de Brasília. Brasília, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto Armado.** Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações.** Rio de Janeiro, 2023.

TRAUTWEIN, L. M. **Punção em lajes cogumelo de concreto armado: análise experimental e numérica.** 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.