SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE LAJES ALVEOLARES DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO – ANÁLISE DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

Gabriel Hora Cardoso (PIBIC/CNPq/Uem), Anamaria Malachini Miotto Farah (Orientador), e-mail: anamiotto@uol.com.br

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Engenharia Civil/Maringá, PR.

Engenharias I – Engenharia Civil

Palavras-chave: simulação numérica, lajes alveolares, concreto protendido.

Resumo:

O mercado de engenharia brasileira tem buscado soluções que proporcionem rapidez e menor custo as obras, dentro deste panorama a solução de utilizar lajes alveolares protendidas tem ganhado espaço. Buscando estudar, compreender e aperfeiçoar o uso destas peças, o trabalho em questão realiza ensaios no *software* Abaqus para reproduzir ensaios físicos já realizados e assim comparar os resultados numéricos aos experimentais afim de calibrar o uso do programa para o estudo destas lajes.

Introdução

A economia mundial sempre buscou produzir mais em menos tempo e com menos custo, visando tal objetivo o mercado das lajes alveolares protendidas ganhou espaço de importância no ramo da construção civil.
Tal peça não utiliza armadura reduzindo seu custo e pelo fato da existência de vazios reduz o peso próprio da estrutura, as vantagens ainda somam aumento na produtividade e a aplicação para vencer grandes vãos – segundo a FIP (1992) estas peças são utilizadas em vãos de 4 a 20 m e podem suportar uma carga superior a 30 KN/m². Sabendo da importância deste produto para o mercado brasileiro, diversas universidades tem incentivado pesquisadores a estudar e aprimorar as lajes para a realidade brasileira, contudo as pesquisas tem sido feitas através da realização de ensaios laboratoriais que demandam dinheiro, espaço e tempo. Tentando vencer tais desafios este trabalho em questão busca realizar simulações com o *software* Abaqus versão 6.12 modelando lajes ensaiadas por CATOIA (2011) e submetendo-as a testes de cisalhamento, para desta forma regular

o programa afim de obter resultados numéricos próximos aos do modelo físico, complementando assim o trabalho de PIC 9971/2013: “Análise numérica de lajes alveolares de concreto pré-moldado” que trata do comportamento a flexão destas lajes.

Materiais e métodos

As lajes alveolares são feitas unicamente de concreto, com seção transversal constante e com alvéolos longitudinais - que são os vazios que tornam a peça mais leve e com menor gasto de concreto, o que diminui o custo final.

A produção desta peça é realizada em pistas de concretagem com pré-tração das condoalhas e ancoragem. Este processo é de extrema importância pois a ancoragem, bem como a cura do concreto alteram a resistência da peça, assim como o transporte que podem gerar micro-fissuras. Este modelo de fabricação faz com que todo esforço de pré-tensão do aço seja transmitido ao concreto através da adesão entre eles - é por causa da protensão que a peça de concreto resiste aos esforços de cisalhamento e vence grandes vãos.

Para este projeto selecionou-se a laje L12-S-20-5-D12,7-ZC ensaiada por CATOIA (2011), a figura 1 esquematiza o ensaio realizado.

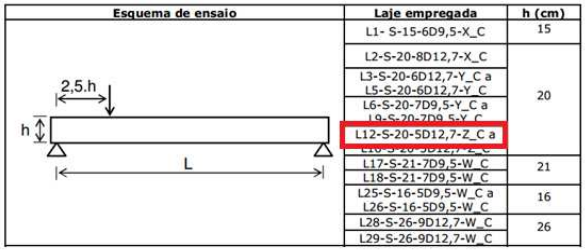

Figura 1 – Esquema de ensaio realizado por CATOIA (2011).

O experimento foi repetido no *software* Abaqus versão 6.12, onde primeiro criou-se a forma geométrica da peça seguindo os valores fornecidos na tese, a figura 2 apresenta o modelo criado.

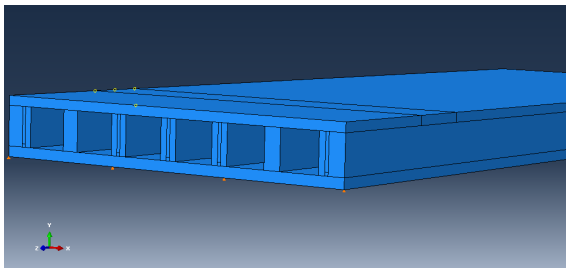

Figura 2 – Laje modelada no programa Abaqus.

Em seguida criou-se os materiais empregados com módulo de elasticidade e coeficiente poisson, aplicou-se a seção e o sistema de coordenadas ao modelo, seguindo com condições de contorno e aplicação de carga, por fim semeou-se a peça com tamanho 20 mm e gerou-se a malha com elementos C3D8R, a qual realiza cálculos por equações lineares e integração reduzida para solucionar o problema. A figura 3 esquematiza a aplicação da malha.

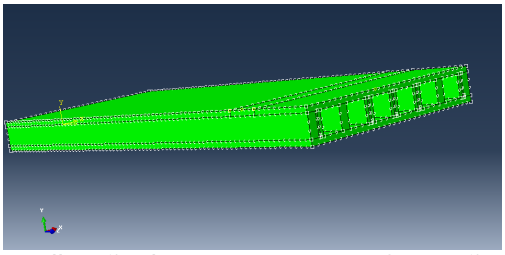

Figura 3 – Aplicação das sementes para formação da malha.

Ao fim da aplicação da malha o programa e os resultados são apresentados. Elemento mais complexos e malhas mais finas (menores tamanhos de elemento) apresentam melhores resultados, contudo demandam mais tempo e mais parâmetros fornecidos ao programa.

Resultados e Discussão

Os resultados do modelo físico ensaiado por CATOIA (2011), bem como do modelo numérico e o cálculo do valor teórico da flecha para este experimento são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados obtidos dos modelos físicos, numéricos e teóricos.

Flecha física	7,400000 mm
Flecha numérica	1,438520 mm
Flecha teórica	1,342508 mm

Para o cálculo da flecha teórica utilizou-se a equação de deflexão para vigas biapoiadas com aplicação de carga em um ponto de distâncias distintas dos apoios – BEER (2012) .
A figura 3 apresenta o modelo numérico gerado no *software* Abaqus na forma deformada pela aplicação da carga e sem aplicação da carga.

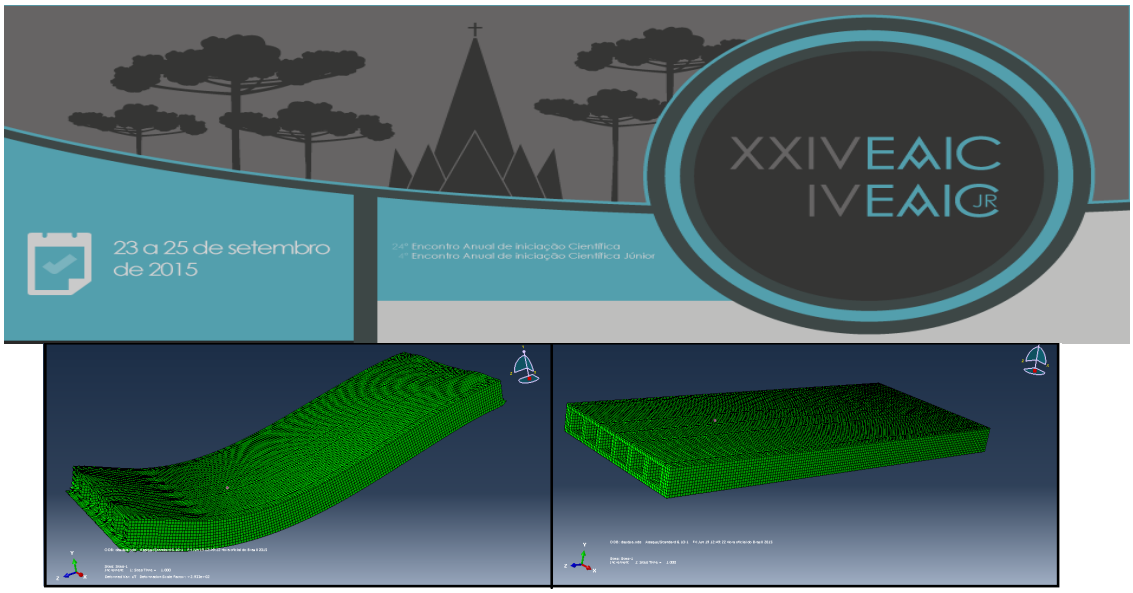

Figura 3 – Modelo numérico da laje L12 em estado deformado e indeformado.

Conclusões

O programa mostrou-se eficaz em simular o comportamento da laje, apresentado o resultado numérico próximo ao teórico. O distanciamento entre o valor numérico e o físico deve-se ao valor do módulo de elasticidade utilizado, o qual no programa e no cálculo teórico aplicou-se o valor fornecido por CATOIA (2011), contudo este pode ter sofrido alteração no transporte e movimentação da peça, formando microfissuras que alteram assim o real valor deste módulo no modelo físico, entende-se assim que o modelo numérico deve ser aperfeiçoado.

Agradecimentos

A fundação Araucária pelo financiamento deste projeto.

Referências

BEER, F.P. et al. **Mechanics of Materials.** 6ª edição, 2012.

CATOIA, B. **Lajes alveolares protendidas: cisalhamento em região fissurada por flexão.** 2011. 323f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

FEDÉRATION INTERNATIONALE DE LA PRÉCONTRAINTE – FIP. **Guide to good practice: quality assurance of hollow core slab.** London, England, 1992.

YANG, L. **ASCE Journal of Structural engineering.** Design of Prestessed Hollow core Slabs with Reference to Web Shear Failure. V.120, n.9, p. 2675 – 2696, 1994.