

## Flecha excessiva

### Dúvida enviada à Comunidade-TQS

Fiz uma vistoria em um pequeno prédio de escritório de dois pavimentos, sendo que a laje piso do primeiro pavimento está com as flechas das lajes dentro das normas, porém a laje utilizada para cobertura do pavimento superior apresenta uma flecha excessiva, esta laje é pré-moldada-TRELIÇA, com 12 cm de espessura, sendo que a laje apresenta vãos de 7,00 metros, e neste vão a laje teve uma flecha de 12 cm no meio do vão, também existem várias fissuras acompanhando os trilhos da laje, mas não existe fissura transversal à laje, a obra está construída a 10 anos e existem divisórias chegando até o teto, onde percebe-se que para a instalação das divisórias a mais ou menos 6 anos, teve-se que cortá-las acompanhado-se o teto, as divisórias tem na parte que encosta no teto, vidro, perguntei se os vidros costumavam quebrar-se, porém a afirmação foi negativa, presumi então que a flecha ocorreu assim que a laje foi desformada e estabilizou-se.

Gostaria de uma opinião dos nobres colegas, a respeito dessa flecha excessiva, se existe a possibilidade de ocorrer aumento dessa flecha ou mesmo a ruína da laje.

### Resposta

A sua narrativa foi boa e nos permitiu interpretar razoavelmente a sua questão:

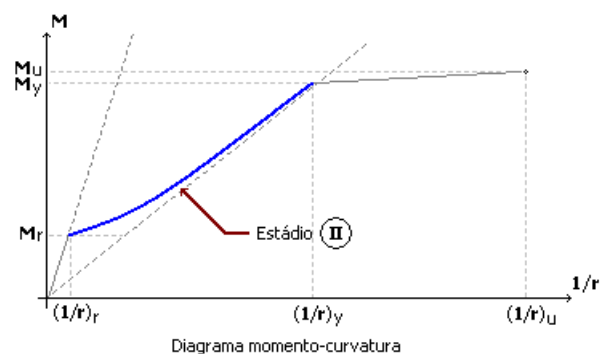
- a respeito dessa flecha excessiva, se existe a possibilidade de ocorrer aumento dessa flecha ou mesmo a ruína da laje?

Pelo que aprendi com os "Tios", a fluência acarreta ampliações nas deformações devido ao encurtamento gradual da seção comprimida e as conseqüentes rotações das seções transversais.

Vamos reproduzir um trecho do texto sobre "Estado Limite de serviço" enviado no passado pelo Alio:

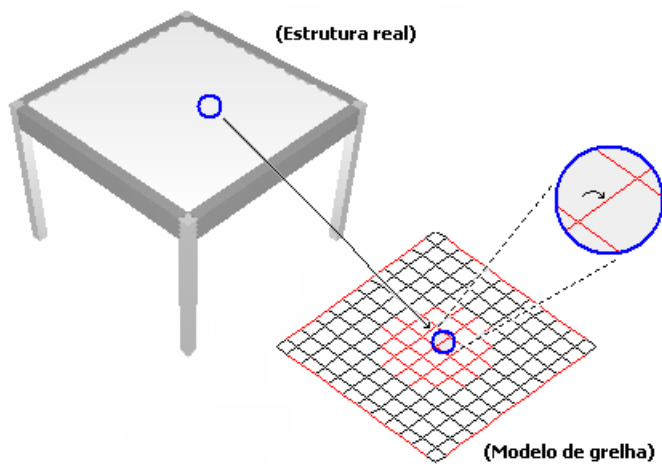
#### item "V.4 Particularidades do estágio II"

Nos elementos de concreto-armado, não ocorre a transição direta entre os estádios I (não-fissurado) e o II puro (totalmente fissurado). As fissuras são discretas, isto é, aparecem somente em algumas seções de uma região da estrutura.

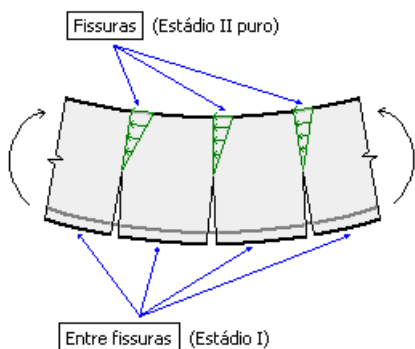


Vamos ilustrar melhor esta transição correspondente ao estágio II.

Seja um trecho de um pavimento, representado por uma barra do modelo de grelha e submetida à uma flexão positiva.

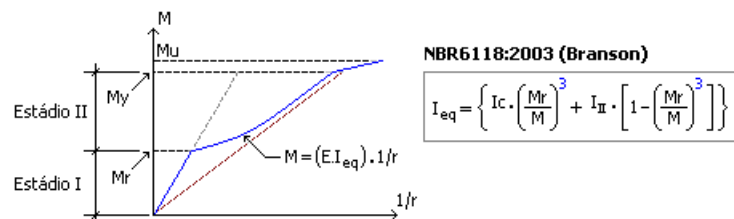


Uma vez ultrapassado o momento de fissuração em certos pontos deste trecho, aparecerão fissuras em algumas seções. Com isso, parte da barra passará para o estágio II puro, e a outra permanecerá no estágio I. Entre as fissuras, o concreto ainda continuará resistindo aos esforços de tração.

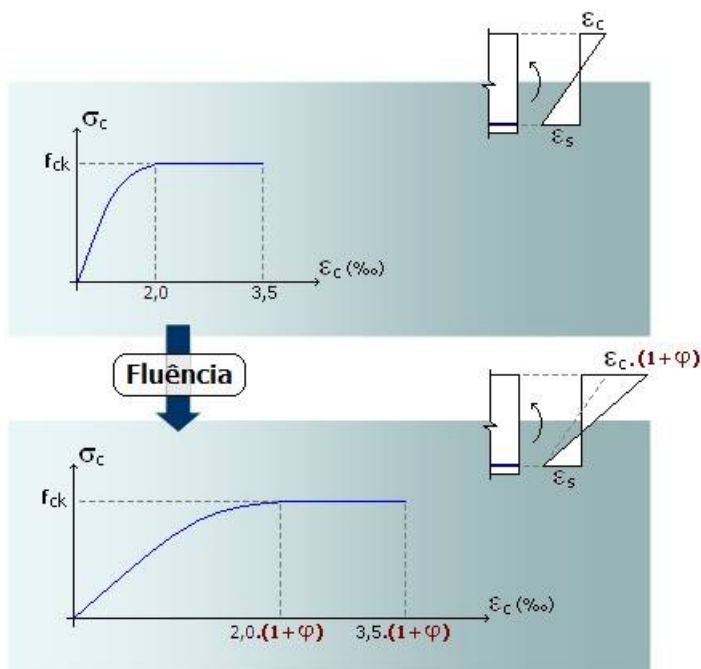


Existem diversas formulações que retratam a situação descrita anteriormente.

A nova norma NBR6118:2003 optou pela fórmula de Branson, na qual é feita uma interpolação direta das rigidezes entre os estádios I e II puro, resultando-se numa rigidez equivalente ( $EI_{eq}$ ).



A deformação lenta pode ser tratada através da correção do diagrama tensão-deformação do concreto:



Agora, vamos voltar a laje da sua questão:

O que aconteceu ao longo dos anos:

1) Deformação excessiva - realmente ela deve ter ocorrido nos primeiros meses de "vida".

Além da baixa rigidez da laje, a grande deformação pode ter ocorrido pela utilização de concreto ruim na fabricação das vigotas ou no moldado in-loco, por escoramentos inadequados ou pela retirada prematura destes escoramentos.

2) O pessoal deve ter deixado a laje escorada um bom tempo depois disso. Isto inibiu a amplificação das deformações em um período de maior formação dos vazios no concreto provenientes da perda de partículas de água no concreto.

3) Como as rotações das seções transversais foram elevadas logo aos primeiros dias, apenas uma pequena parcela da seção transversal permaneceu comprimida. Se lembrarmos que a fluência age apenas sobre a região comprimida isto talvez explique porque as flechas não estão se amplificando, lembrando que já são passados 10 anos da construção.

4) Quanto à ruína, precisaríamos fazer uma análise completa para emitir uma posição mais técnica, analisando todo o conjunto estrutural e avaliando a capacidade de redistribuição da estrutura para absorver os esforços transmitidos pela laje (inclusive os de tração). Mas "a coisa toda" deve estar bem ruim.

Bem, esta é a visão que tive sobre o caso.

Luiz Aurélio