

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO

Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ
DATA: 25/11/2024

APT 8

Questão nº 1

A norma brasileira NBR 6118 especifica formas de garantir a durabilidade a partir de recomendações baseadas na classe de agressividade ambiental (CAA).

De acordo com CAA estabelece os níveis de protensão:

- nível 1: parcial
- nível 2: limitada
- " 3: completa

O nível 1 estabelece a verificação quanto a abertura de fissuras ($w < 0,2 \text{ mm}$). Os outros níveis deve-se verificar ainda o ELS - descompressão.

O controle da abertura de fissura é importante para evitar a penetração de agentes agressivos, evitando a corrosão das armaduras.

A verificação quanto a descompressão garante a eficiência da força de protensão aplicada.

· Pesquisas estão em andamento para substituição das armaduras de aço por

Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior

Edital nº 54 - 30/01/2024

DOU nº 24, de 02 de Fevereiro de 2024

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO

Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ
DATA: 25/11/2024

APT8

Questão nº 1

armaduras não corrosivas, ~~se~~ as barras de FRP (Fiber-Reinforced Polymers). Essas barras como armadura passiva já é uma realidade, estando em andamento a primeira norma de projeto de estruturas de concreto com barras de FRP. A ideia é que em breve estudos com armaduras ativas sirvam de base para normas

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

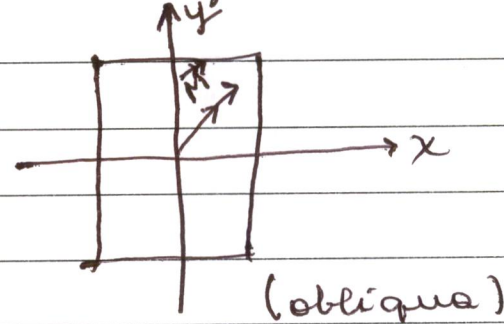
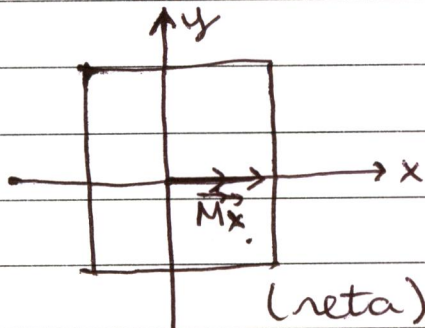
CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO

Local: Sala D201 - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ
DATA: 25/11/2024

APT8

Questão nº 2

A flexão composta reta é aquela onde o momento atua na direção de um dos eixos principais de inércia. Já a oblíqua, o momento atua em direção divergente



sendo x e y eixos que coincidem com os principais de inércia.

O dimensionamento ocorre nos domínios 1 e 5, sendo o 1 para flexo-tração (a força normal é de tração) e o domínio 5 para flexo-compressão (N de compressão), caso comum para pilares.

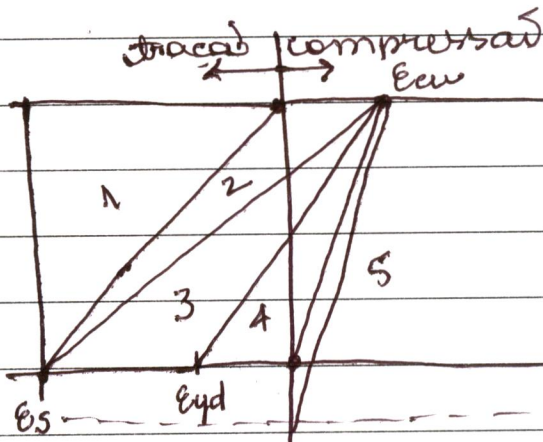
O equacionamento envolve a solução de equações não lineares e pode ser complexo. Por isso, costuma-se empregar ábacos que dependem dos esforços adimensionais (v e μ) e da posição da armadura (direção do momento atuante). Nesses ábacos, o ábaco

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024	APT8

Questão nº 2

de Montoya é bastante empregado.

Dale mencionar que as armaduras em pilares são adotadas de forma simétrica, para evitar erros em execução e contar com possíveis mudanças na direção de esforços, um exemplo é a mudança da carga de vento.



PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024	APT8

Questão nº 3

Os efeitos de 2ª ordem referem-se aos esforços calculados tomando como referência a estrutura deformada. De modo contrário, a teoria de 1ª ordem, amplamente empregada nos cursos de análise estrutural, assume que os deslocamentos da estrutura são irrelevantes para a obtenção dos esforços solicitantes.

Os efeitos de 2ª ordem podem ser globais ou locais. Os efeitos globais de 2ª ordem são verificados considerando toda a estrutura. A norma brasileira, ABNT NBR 6118:2023 - Projeto de Estruturas de Concreto, estabelece dois métodos para a verificação desses efeitos.

O método baseado no parâmetro de instabilidade α leva em conta a altura total do edifício e é indicado para até quatro pavimentos. Com o valor de α calculado, ele é comparado a valores de α_{lim} , determinados pela norma. Caso o valor de α seja superior ao α_{lim} , os efeitos de 2ª ordem devem ser contabilizados.

Se $\alpha > \alpha_{lim}$, então: considerar efeitos globais de 2ª ordem

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO

Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ
DATA: 25/11/2024

APT 8

Questão nº 3

Se $\alpha \leq \alpha_{lim}$, então: desconsiderar efeitos globais de 2ª ordem

Outro método disponível na NBR 6118, é o método γ_3 , método brasileiro concebido pelo professor Augusto Vasconcelos. O coeficiente γ_3 é calculado e:

Se: $\gamma_3 < 1,1$ então: desconsiderar os efeitos de 2ª ordem

Se $\gamma_3 > 1,1$ então considerar

Caso seja necessário, o coeficiente γ_3 pode ser empregado como coeficiente de majoração dos efeitos de 1ª ordem. Nesse modo, o momento solicitante de cálculo de 1ª ordem (M_{sd1}) é majorado, resultando no momento de 2ª ordem ^(M_{sd2}). O momento total ($M_{d,tot}$) é a soma de M_{sd1} e M_{sd2} .

mesmo que os efeitos globais sejam desconsiderados, os efeitos locais devem ser contabilizados na verificação da estabilidade de pilares.

A depender do índice de esbeltez (λ) de um pilar, ele pode estar sujeito a perda de estabi-

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO

Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ
DATA: 25/11/2024

APT8

Questão nº 3

lidade, caracterizando o Estado-limite de Instabilidade (ELU-I).

O ELU-I ocorre quando, em elemento submetido a altas cargas compressivas apresenta seu eixo deformado, surgindo momentos atuantes na seção crítica. Com aumento dos deslocamentos, e dos momentos, o pilar pode assumir uma configuração instável. O ELU-I é atingido para valores de carga inferiores a capacidade resistente da seção, ocorrendo de forma repentina.

Os métodos da norma para levar em conta os efeitos locais e, então evitar o ELU-I, são quatro: método do pilar-padrão^(PP) com curvatura aproximada; método do PP com rigidez aproximada; método do PP com diagramas momento-normal-curvatura acoplados; e método geral.

Os métodos de pilar padrão consideram a deformação do pilar aproximada por uma função senoidal ($y(x)$):

$$y(x) = a \cdot \sin(\pi x)$$

↳ flecha máxima

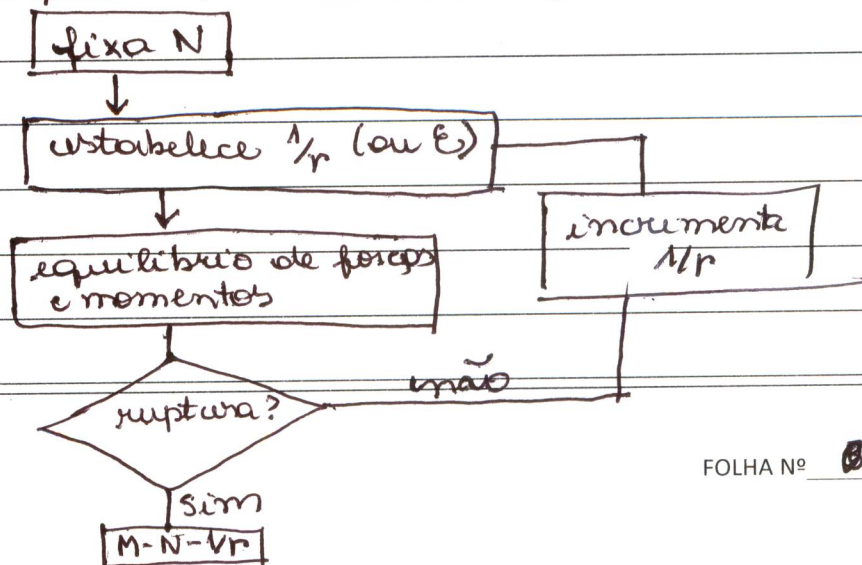
PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024	APT8

Questão nº 3

A expressão de $y(x)$ é deduzida a partir do estudo de colunas perfeitas (Euler), que também chega no valor de carga crítica de flambagem.

Com o uso do PP, a não linearidade geométrica (NLG) é considerada de forma aproximada nos referidos métodos. Já a não linearidade física (NLF) é dada de forma aproximada nos métodos de rigidez aproximada e de curvatura aproximada, a partir de expressões simplificadas disponíveis na norma.

O método do PP - com diagramas $M-N-1/r$ acoplados considera a NLF de modo não aproximado. Os diagramas $M-N-1/r$ podem ser traçados por um processo iterativo, iniciado pelo fluxograma a seguir:



amp

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024	APT 8

Questão nº 3

O processo envolve o emprego de métodos numéricos para as equações de equilíbrio. Um método empregado pode ser o método de Newton-Raphson.

O método geral assume a deformada de forma não aproximada (NLG). Ele considera uma discretização do pilar e em cada ponto o deslocamento é obtido.

O deslocamento pode ser obtido por analogia de Mohr, associando sistemas real e fictícios:



M_i = momento em cada nó



Consulta a $1/r$ no diagrama $M-N-1/r$



$1/r$ incide em um sistema

fictício como carregamento



Calcula momentos na estrutura fictícia



momentos equiva- les aos deslocamentos da estrutura real

Concurso Público para provimento efetivo de vagas no cargo de Professor da Carreira de Magistério Superior

Edital nº 54 - 30/01/2024

DOU nº 24, de 02 de Fevereiro de 2024

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024	APT8

Questão nº 3

Os métodos apresentados devem obedecer:

$90 > \lambda > \lambda_{lim}$ { PP com $1/r$ aproximada
PP com k aproximada
↳ rigidez

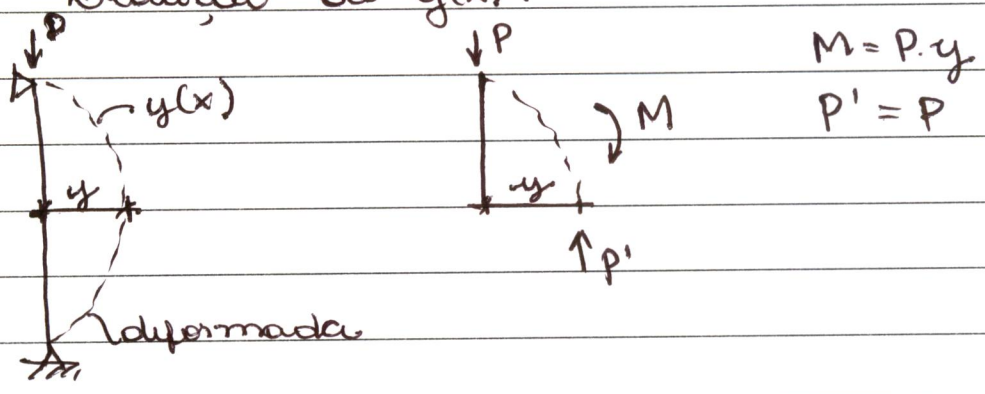
$90 > \lambda > 120$ { PP com $M-N-1/r$ aceplado

$120 > \lambda > 200$ → método geral

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024	APT8

Questão nº 3

Dedução de $y(x)$:



Na relação $M = 1/r$:

$$\frac{M}{EI} = \frac{1}{r} \quad \text{expressão aproximada de}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{d^2 y}{dx^2}$$

Substituindo M e fazendo $K = \sqrt{P/EI}$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + y K^2 = 0 \quad (\text{EDO}) \quad \frac{P y}{EI} = \frac{d^2 y}{dx^2}$$

Solução EDO: $y(x) = a \cdot \text{sen}(Kx) + b \cdot \text{cos}(Kx)$

Condições de contorno:

$p/x = 0 \rightarrow y = 0 \rightarrow b = 0$

$p/x = L \rightarrow y = 0 \rightarrow 0 = a \cdot \text{sen}(K \cdot L)$

$p/x \cdot \text{sen}(KL) = 0$ \hookrightarrow flecha máxima

$KL = n\pi$

$\hookrightarrow n = 0, 1, 2 \dots$ n é o modo de flambagem
modo 1 é o modo crítico

$P_{cr} \Rightarrow KL = 1 \cdot \pi$
 $K = \pi/L \rightarrow \left(\sqrt{\frac{P}{EI}}\right)^2 = \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 \rightarrow P_{cr} = \frac{n^2 \pi^2 EI}{L^2}$

$y(x) = a \cdot \text{sen}(\pi \cdot x)$

amp

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ DATA: 25/11/2024	APT 8

Questão nº 4

Os efeitos reológicos dos materiais impactam diretamente no desempenho das estruturas de concreto armado, caso não haja o devido tratamento.

A relaxação corresponde ao efeito sofrido pelas armaduras ativas. O caso de aço ao ser protendido é submetido a um alongamento. Com o tempo, ocorre a relaxação, onde, sob deformações mantidas a tensão aplicada tende a diminuir. Os efeitos da relaxação não são considerados no projeto de estruturas de concreto protendido a partir do cálculo das perdas de protensão.

O concreto está sujeito aos efeitos da retração e da fluência. A retração no concreto é configurada como a perda do volume de água, o que propicia o aparecimento de fissuras. Essas fissuras aparecem na etapa de cura do concreto.

A fluência corresponde ao aumento de deformações no concreto sob a ação de carregamentos constantes no tempo. Os efeitos da fluência impactam na verificação do Estado-Limite de Serviço (ELS) de deslocamentos excessivos.

O cálculo da flecha total de um elemen-

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO

Local: Sala D203-B - Bloco A - Escola Politécnica/CT/UFRJ
DATA: 25/11/2024

APT8

Questão nº 4

to estrutural deve considerar tanto a flecha imediata quanto a flecha diferida no tempo. Essa última leva em conta uma modificação realizada no módulo de elasticidade do concreto a partir de coeficientes tabelados pela ABNT NBR 6118:2023. Tal modificação é realizada para o cálculo da flecha por fluência.

A fluência também pode ser considerada em projeto de forma simplificada a partir do diagrama tensão - deformação modificado para o concreto à compressão.