

PROCESSO SELETIVO 02/2024

PROVA ESCRITA - QUESTÕES DISSERTATIVAS

ÁREA DE CONHECIMENTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO

GABARITO

Todas as respostas estão baseadas em conceitos da NBR 6118 e em conceitos inerentes ao conhecimento básico de um professor da área de estruturas de concreto, sendo estes conceitos também encontrados na bibliografia constante do edital.

Questão 1: *Uma das questões primordiais referentes ao cálculo estrutural diz respeito à qualidade. Neste sentido, a NBR 6118 lista diversos requisitos a serem verificados com relação à qualidade da estrutura e do seu projeto. Elabore um texto referente a estes requisitos, ressaltando os itens relativos à durabilidade das estruturas de concreto armado em função da agressividade do meio ambiente. (1 pto)*

Resposta baseada nos capítulos 5, 6 e 7 da NBR 6118, devendo-se citar entre outros fatores:

Qualidade da estrutura - capacidade resistente (resistência maior que solicitação), desempenho em serviço (ELS), durabilidade.

Qualidade do projeto - solução apropriada; verificar condições impostas ao projeto; documentação adequada; conformidade do projeto.

Visando durabilidade das estruturas - verificar vida útil desejada; cuidado com mecanismos de envelhecimento e deterioração do concreto (lixiviação, expansão por ação de água/solo, reações químicas) ou do aço (carbonatação/despassivação); cuidado com agressividade do meio ambiente.

Com relação às questões ambientais: citar que são classificadas quatro tipos de CAA (I, II, III e IV). Explicar como é a agressividade, a classificação geral do tipo de projeto (se é meio rural, urbano, submerso, industrial etc), o risco de deterioração para cada CAA (insignificante, pequeno, grande e elevado). Citar que existe um fck mínimo a ser utilizado em função da CAA, bem como um cobrimento da armadura mínimo e um fator água cimento adequado. Não é necessário citar os valores destes cobrimentos de armadura.

Com relação a outros critérios de durabilidade do projeto e conseqüentemente a qualidade, é necessário verificar:

- drenagem;
- formas arquitetônicas e estruturais;
- qualidade do concreto e do cobrimento (já visto no item anterior);

- utilização correta de outras normas específicas;
- cuidado com utilização de aditivos;
- correto detalhamento da armadura;
- controle de lançamento e adensamento do concreto;
- controle da fissuração;
- inspeção e manutenção preventiva da estrutura.
- outros fatores.

Questão 2: *Tendo em vista a extrema importância do conhecimento acerca dos materiais utilizados no concreto armado, pede-se:*

- Quais são as principais propriedades do material concreto e do aço utilizado como armadura passiva? (0,5 pto)*
- Apresente os diagramas tensão x deformação de cálculo do concreto (grupo I) e do aço para armadura passiva, explicando o comportamento destes materiais e os termos utilizados. (1,0 pto)*

Conhecer as propriedades e os diagramas é uma questão básica para ser ensinada aos alunos, e consta da NBR 6118 e de qualquer bibliografia:

Item a:

Concreto:

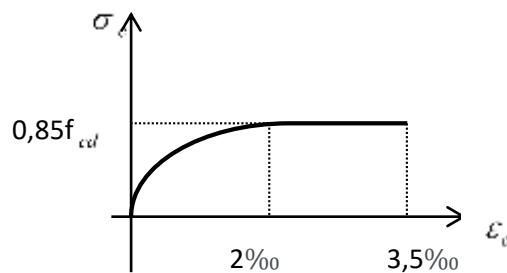
- classes de concreto: grupo I (até C50), grupo II ou concretos de alto desempenho (C55 a C90); classe de acordo com o fck; no mínimo utilizar C20 para estruturas com somente armadura passiva;
- massa específica: valor normalmente utilizado de 2500 kg/m³;
- citar trabalhabilidade, consistência, processo de cura
- características reológicas: retração, expansão, deformação imediata, deformação lenta, efeito da temperatura;
- característica mecânicas: bom material à compressão; resistência à tração muito pequena podendo ser desprezada no dimensionamento; definição do diagrama tensão x deformação; citar fck e fcd; falar sobre os módulos de elasticidade (inicial e secante), coeficiente de Poisson, módulo de elasticidade transversal; realização de ensaios a “n” dias; citar que a resistência à tração é mínima e na falta de ensaios se pode utilizar um valor médio (fctm);

Aço:

- Elementos constituintes (Fe, C + ...);
- Classificação em CA25, CA50 e CA60: explicar as diferenças (barra lisa, entalhada e nervurada), incluindo que por exemplo o CA 50 se refere a uma tensão de escoamento de 500 Mpa.
- CA 50: fornecido em barras, mais utilizado como armadura principal de vigas, lajes, pilares e fundações;
- CA 60: fornecido em rolos, diâmetros menores, mais utilizado em estribos de vigas e pilares, e armadura longitudinal pequena de lajes;
- Citar algumas bitolas comerciais;
- Coeficiente de dilatação térmica é igual ao concreto, o que é bom!
- Módulo de elasticidade igual para todos os tipos de aço;
- Comportamento idêntico na compressão e na tração (citar escoamento e limite de deformação)

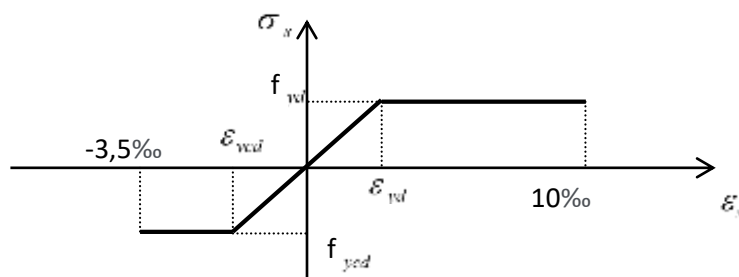
Item b:

CONCRETO:



- Explicar o conceito de f_{cd} como sendo um valor de resistência de cálculo, obtido pelo f_{ck} /fator de segurança = 1,4;
- Deformação de 2‰ – máxima deformação para compressão simples (pilares);
- Deformação de 3,5‰ – máxima deformação para flexão simples (vigas e lajes);
- Diagrama válido somente para compressão;
- Coeficiente 0,85: efeito Rush (perda de resistência sob carga mantida; ganho de resistência com o tempo entre 28 dias e o final de vida da estrutura; influência da forma do corpo de prova padrão)

AÇO:



Definir:

f_{yk} – Resistência característica de escoamento do aço à tração;

f_{yd} – Resistência de cálculo de escoamento do aço à tração;

γ_s – Coeficiente de segurança do aço, normalmente tomado como 1,15.

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

ε_{ik} - Deformação que dá início ao escoamento:

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

E_s - Módulo de elasticidade longitudinal do aço.

- Citar que o comportamento do aço é igual na compressão e tração, sendo a diferença no valor da deformação máxima de 3,5% para igualar com o valor máximo da deformação do concreto

$$f_{yd} = f_{ycd}$$

Questão 3: *Uma dos principais fatores para o bom funcionamento de uma estrutura de concreto armado é a aderência entre os materiais. Neste sentido, explique como funciona este mecanismo para barras tracionadas, incluindo conceitos de comprimento de aderência, emendas e ancoragens em apoios internos e externos de vigas. (1,5 pts)*

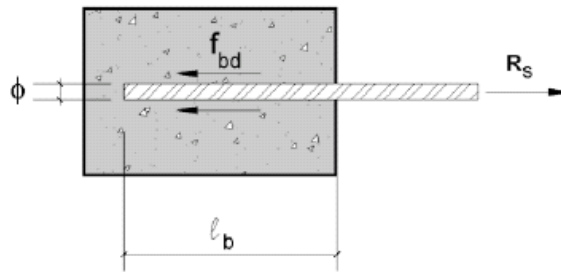
Principais conceitos a serem abordados:

Aderência - comportamento conjunto entre o concreto e o aço;

Principais fatores que influenciam: f_{ck} do concreto, diâmetro da barra, tipo e disposição das nervuras das barras utilizadas, posição das mesmas durante a concretagem, fator água-cimento, adensamento e a idade do carregamento.

Tipos de aderência: adesão, atrito, mecânica

Explicar comprimento de ancoragem (melhor por uma figura):



- influência da posição das barras durante a concretagem: zonas de boa e má aderência
- não é necessário apresentar fórmulas, e sim explicar o mecanismo;
- citar que barras CA 50 oferecem mais aderência que barras CA 60 e mais que CA 25;
- comprimento de ancoragem: transfere esforço entre aço/concreto através de um determinado comprimento. Comprimentos maiores para diâmetros maiores. Concretos com f_{ck} menor exigem comprimentos maiores. O comprimento de ancoragem pode ser reduzido segundo a relação de armadura calculada e efetivamente usada. Influência favorável do uso dos ganchos. Verificação de um comprimento de ancoragem mínimo.
- emendas: emendas podem ser por traspasse (mais usado), solda ou luva; se for emenda em barra tracionada o valor da emenda depende da % de barras numa mesma seção: quanto mais barras emendadas, maior é o valor da emenda; não se pode emendar 100% das barras se tiver mais de uma camada; as emendas consideradas em seções diferentes devem estar conveniente afastadas entre si; emendas de barras construtivas (por exemplo, armadura de pele), podem ser todas emendadas numa mesma seção somente com um valor referenciado por norma (15 ϕ ou 20 cm)
- ancoragem de barras inferiores em apoios internos: basta passar 10 vezes o diâmetro a partir da face do apoio ou serem levadas até o ponto determinado pelo deslocamento do diagrama de momento fletor;
- ancoragem de barras tracionadas junto a apoios inferiores extremos: ancorar em função da reação de apoio; contar a partir da face do apoio; cuidado com apoios estreitos, quando se deve usar barras conveniente dobradas ou até mesmo uma armadura transversal suplementar;
- ancoragem de barras tracionadas superiores junto a apoios compostos por pilares: ancorar em função do momento existente (engaste ou momento de pórtico).

Questão 4:

- a) *Como são classificadas as principais ações a serem consideradas num projeto? (0,5 pts)*
- b) *Quais são os carregamentos usuais a serem considerados para o dimensionamento de vigas, lajes e pilares, e quais são os principais esforços gerados para cada elemento estrutural? Considere elementos calculados isoladamente e sem uso de software específico. (0,5 pts)*

Item a:

As ações classificam-se em permanentes, variáveis e excepcionais

- ações permanentes: ocorrem com valores praticamente constantes durante toda a vida da construção
 - Ações permanentes diretas: peso próprio da estrutura, elementos construtivos fixos (paredes, esquadrias etc.), instalações permanentes, empuxos de terra e outros materiais granulosos quando considerados não removíveis e o peso da água em piscinas e reservatórios que permanecem cheios durante a maior parte da vida da edificação.
 - Ações permanentes indiretas: são constituídas pelas deformações impostas por retração e fluência do concreto, deslocamentos de apoio (para estruturas hiperestáticas e muito rígidas), imperfeições geométricas (globais ou locais).
- Ações variáveis ou acidentais - não são constantes durante a vida da construção.
 - Ações variáveis diretas: devido basicamente ao uso e ocupação da edificação (cargas definidas na NBR 6120) e forças devidas ao vento (NBR 6123)
 - Ações variáveis indiretas: variação da temperatura, ações dinâmicas.
- Ações excepcionais - duração extremamente curta e uma probabilidade muito baixa de ocorrência (terremoto choque de veículos e equipamentos, explosões, enchentes e incêndios)

Item b:

Consideração de modelos simplificados:

- Vigas:

Gerando momento fletor e esforço cortante:

- carregamento distribuído: peso próprio, ação de paredes, reação de lajes;
- carregamento concentrado: devido a um pilar que nasce na viga (viga de transição) ou devido à reação de uma outra viga que nela se apoia;
- momento atuando na extremidade da viga caso seu apoio extremo seja pilar: este momento simula o efeito de pórtico no encontro pilar/viga ou engaste no caso de pilares de grande dimensão na direção paralela à viga (maior ou igual a $\frac{1}{4}$ do pé direito).

Gerando momento torsor (a ser combinado com momento fletor e esforço cortante):

- torção distribuída: devido por exemplo à ação de uma laje em balanço sem continuidade, paredes com carga linear atuando fora do eixo da viga, etc
- torção concentrada: devido à um pilar que nasce na viga com excentricidade em relação ao eixo, à reação de uma viga engastada/livre que se apoia, etc

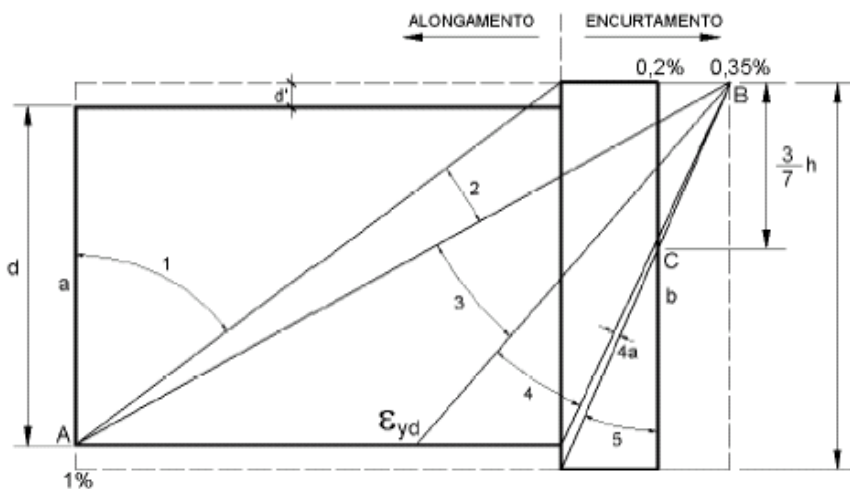
- Lajes: gerando momento fletor por unidade de comprimento, com esforço cortante normalmente desprezado;
- carregamento uniformemente distribuído: peso próprio, revestimento, sobrecarga de utilização, ação de várias paredes, existência de rebaixo com preenchimento de entulho;
- carregamento linear: existência de paredes em lajes de borda livre, existência de paredes (por exemplo em parede disposta em lajes apoiadas em uma direção de forma paralela ao seu menor lado)

Pilares: válido para estruturas de nós fixos

- carga normal: reação de vigas que são acrescidas piso a piso (kN), reação direta das lajes no caso delas serem planas;
- momento atuando segundo um (flexão composta normal) ou dois eixos (flexão composta oblíqua): devido ao efeito de pórtico (base e topo do pilar), efeito local de 2ª ordem, vigas apoiadas fora do eixo do pilar (importante para pilares pré moldados); momento de 1ª ordem mínimo a ser sempre considerado.

No caso de utilização de software são usados modelo de grelha ou modelo de pórtico plano ou tridimensional.

Questão 5: O estado limite último é caracterizado quando a distribuição das deformações na seção transversal pertencer a um dos domínios definidos pela NBR 6118 segundo a figura abaixo, válida para concretos do grupo I. (1,5 pto)



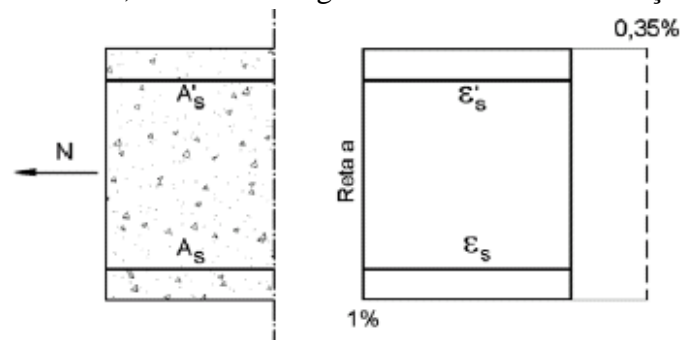
Com base nesta figura, faça uma explanação sobre os diversos domínios, identificando e justificando o melhor domínio para o dimensionamento de vigas sujeitas à flexão simples.

Escrever sobre fornecendo os conceitos básicos:

- Limites de deformação:

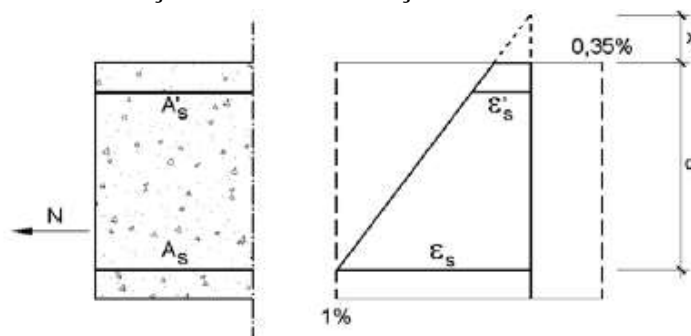
- O aço atinge o alongamento último e a ruína é por deformação plástica excessiva ($\varepsilon_s = 10\%$). Isto pode ocorrer em casos de tração (uniforme ou não uniforme) e em casos de flexão (simples ou composta);
- O concreto atinge o encurtamento último e a ruína é por ruptura do concreto (3,5‰ na flexão ou 2‰ na compressão simples).

a) **Reta “a”** - correspondente ao alongamento constante e igual a 1%, o que pode acontecer em casos de tração simples com armaduras simétricas, ou em casos de tração excêntrica com diferenças de armaduras, mas com alongamentos uniformes da seção.



b) **Domínio 1** (tração não uniforme, sem compressão):

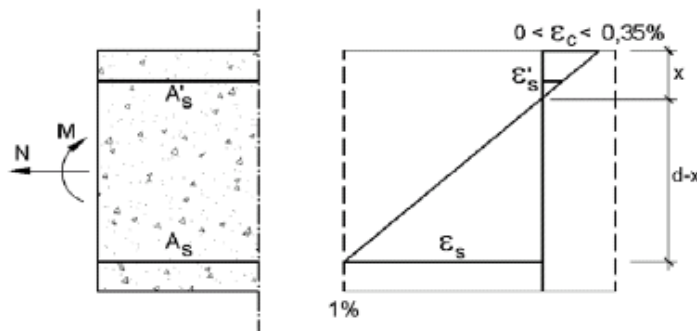
- O início se dá com $\varepsilon_s = 10\%$ e $\varepsilon_c = 10\%$, com $x = -\alpha \rightarrow$ reta “a” (tração centrada/uniforme);
- O término acontece com $\varepsilon_s = 10\%$ e $\varepsilon_c = 0$, com $x = x_1 = 0$ (tração excêntrica);
- O estado limite último é caracterizado pela deformação plástica excessiva da armadura tracionada ($\varepsilon_s = 10\%$);
- A reta da deformação gira em torno do ponto A ($\varepsilon_s = 10\%$);
- A linha neutra é externa à seção transversal;
- A seção resistente composta pela armadura, sem participação do concreto, uma vez que ele se encontra totalmente tracionado, servindo apenas para “proteger” a armadura;
- Corresponde aos casos de tração excêntrica e tração centrada.



c) **Domínio 2** (flexão simples ou composta):

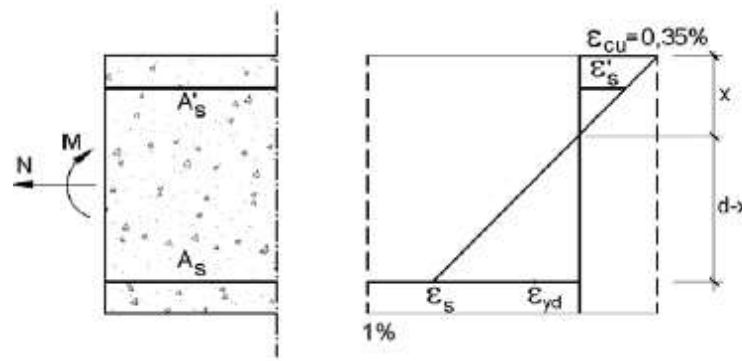
- O início se dá com $\varepsilon_s = 10\%$ e $\varepsilon_c = 0$, e com $x = 0$;
- O término acontece com $\varepsilon_s = 10\%$ e $\varepsilon_c = 3,5\%$, com $x = x_2 = 0,259d$;
- A linha neutra corta a seção transversal (tração e compressão);

- o estado limite último é caracterizado pela deformação plástica excessiva da armadura tracionada ($\varepsilon_s = 10\text{‰}$);
- A reta de deformação gira em torno do ponto A ($\varepsilon_s = 10\text{‰}$);
- O concreto não atinge a ruptura na região comprimida ($\varepsilon_c < 3,5\text{‰}$);
- A seção resistente é composta pela armadura tracionada e pelo concreto comprimido;
- Corresponde aos casos de flexão simples e flexão composta.
- Se a viga é submetida a um carregamento superior ao de projeto, pode aparecer uma fissuração intensa devido ao excessivo alongamento da armadura e do concreto adjacente.



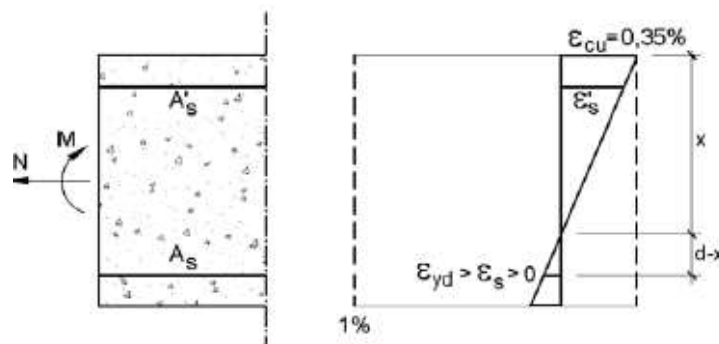
d) Domínio 3 (flexão simples (seção “subarmada”) ou composta):

- O início se dá com $\varepsilon_s = 10\text{‰}$ e $\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$, com $x = x_2 = 0,259d$;
- O término acontece com $\varepsilon_s = \varepsilon_{yd}$ e $\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$, com $x = x_3 = 0,628d$;
- A linha neutra corta a seção transversal (tração e compressão);
- O estado limite último é caracterizado pela ruptura do concreto comprimido ($\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$) após o escoamento da armadura;
- A reta de deformação gira em torno do ponto B ($\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$);
- A seção resistente é composta pela armadura tracionada e pelo concreto comprimido, situação essa que é desejável, porque ambos os materiais atingem o máximo de suas resistências;
- Corresponde aos casos de flexão simples (seção “subarmada”) e flexão composta;
- A ruína se dá com aviso prévio (grandes deformações);
- A ruptura do concreto ocorre simultaneamente com o escoamento da armadura, situação essa ideal, pois os dois materiais atingem sua capacidade resistente máxima, ou seja, são aproveitados integralmente.
- A viga, se submetida a um carregamento superior ao de projeto, deve apresentar um quadro de fissuração relativamente expressivo devido ao fato da armadura e o concreto adjacente apresentarem alongamento considerável. Essas fissuras devem estar limitadas a valores que serão estudados posteriormente.



e) Domínio 4 (flexão simples ou composta):

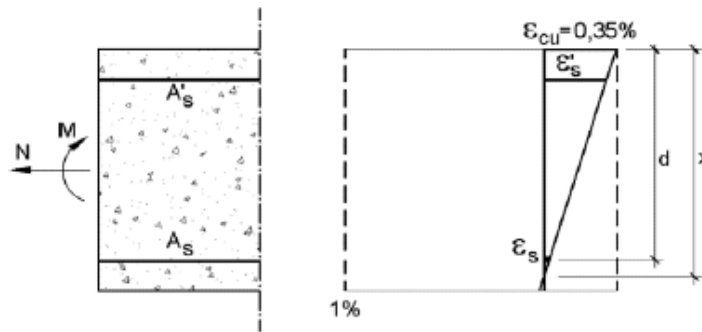
- O início se dá com $\varepsilon_s = \varepsilon_{yd}$ e $\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$, com $x = x_3 = 0,628d$;
- O término acontece com $\varepsilon_s = 0$ e $\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$;
- A linha neutra corta a seção transversal (tração e compressão) com x variável entre x_3 e $x_4 = d$;
- O estado limite último é caracterizado pela ruptura do concreto comprimido, sem que haja escoamento da armadura ($\varepsilon_s < \varepsilon_{yd}$), caracterizando uma ruptura frágil, sem aviso;
- A reta de deformação gira em torno do ponto B ($\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$);
- A seção resistente é composta pela armadura tracionada, pela armadura comprimida e pelo concreto comprimido;
- As peças que chegam ao ELU são chamadas de “superarmadas” e são antieconômicas, pois o aço não é utilizado com a sua capacidade resistente;
- Corresponde aos casos de flexão simples (seção “superarmada”) e flexão composta;
- A viga, se submetida a um carregamento superior ao de projeto, não deve apresentar um quadro de fissuração tão perceptível quanto aos dos domínios 2 e 3 devido ao pequeno alongamento da armadura e do concreto adjacente, porém, em caso da atuação de uma eventual sobrecarga não prevista no projeto, pode acontecer uma ruptura frágil, sem aviso prévio, pois o concreto rompe bruscamente antes da armadura esgotar sua capacidade resistente.



f) Domínio 4a (flexão composta com armaduras comprimidas):

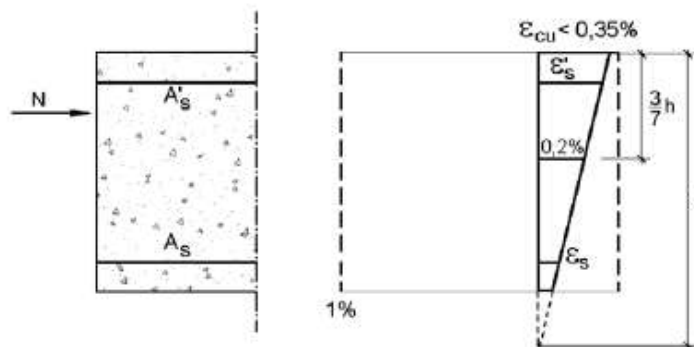
- O início se dá com $\varepsilon_s = 0$ e $\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$, e com $x = x_4 = d$;
- O término acontece com $\varepsilon_s < 0$ (compressão) e $\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$;
- A linha neutra corta a seção transversal na região de cobrimento da armadura, com x variável entre d e h ;

- O estado limite último é caracterizado pela ruptura do concreto comprimido ($\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$);
- A reta de deformação gira em torno do ponto B ($\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$);
- A seção resistente é composta pela armadura e pelo concreto, ambos comprimidos;
- Corresponde a casos de flexão composta com pequena excentricidade;
- A ruptura é frágil, sem aviso, pois o concreto se rompe com encurtamento da armadura.

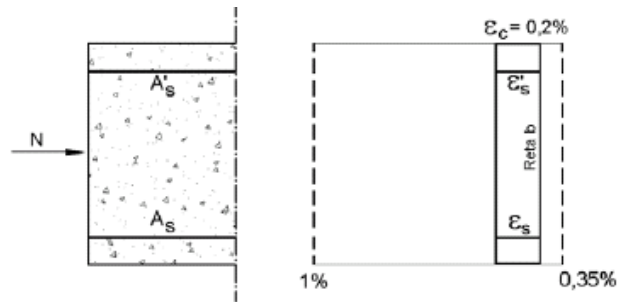


g) Domínio 5 (compressão não uniforme, sem tração):

- O início se dá com $\varepsilon_s < 0$ (compressão) e $\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$, com $x = x_{4a} = h$;
- O término acontece com $\varepsilon_s = 2\text{‰}$ (compressão) e $\varepsilon_c = 2,0\text{‰}$;
- A linha neutra não corta a seção transversal, com $x_5 \leq x \leq +\alpha \rightarrow$ reta “b”;
- O estado limite último é caracterizado por $\varepsilon_c = 3,5\text{‰}$ (flexo compressão) e $\varepsilon_c = 2,0\text{‰}$ (na compressão uniforme);
- A ruptura é frágil, sem aviso, pois o concreto se rompe com encurtamento da armadura;
- A reta de deformação gira em torno do ponto C, distante $(3/7) \cdot h$ da borda comprimida;
- A seção resistente é composta pela armadura e pelo concreto, ambos comprimidos;
- Corresponde aos casos de flexão composta com pequena excentricidade e de compressão uniforme (centrada).



h) reta “b” - esta reta define uma deformação uniforme de compressão, onde o encurtamento atinge 0,2%, e a profundidade da linha neutra tende ao infinito.



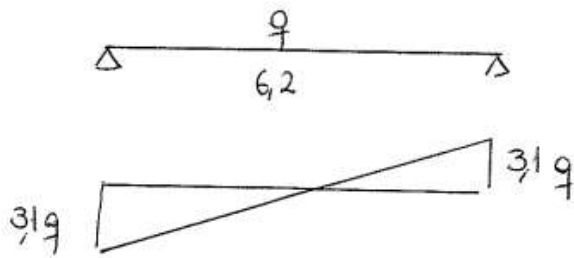
Obs.: não é necessário explicar com todas essas peculiaridades

Melhor domínio para dimensionamento de vigas: domínio 3, porque tanto o material aço como o material concreto, atingem o máximo de suas resistências (f_{yd} e $0,85f_{cd}$)

Questão 6: Considere uma viga (V3) de seção transversal 20×65 simplesmente apoiada em suas extremidades em vigas de igual dimensão e com vão livre de 600 cm, sujeita a uma carga uniformemente distribuída “q” em kN/m. O concreto desta viga possui f_{ck} de 25 Mpa e o cobrimento nominal da armadura é de 3 cm. Considerando a altura útil como sendo $h - 4$ cm, pede-se:

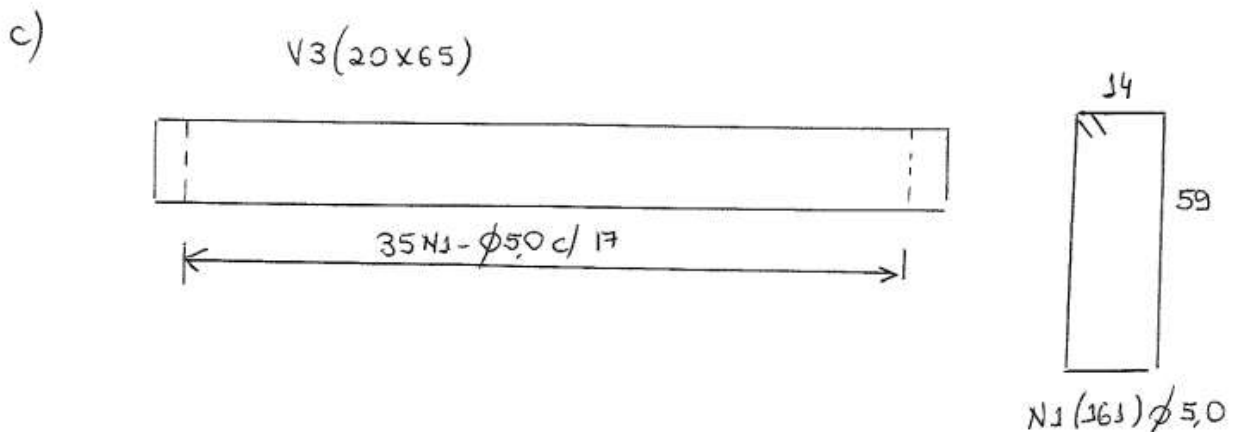
- A carga máxima “q” a ser aplicada na viga, de forma que seja atingida a metade da força cortante resistente de cálculo, relativa à ruína das diagonais comprimidas de concreto segundo o modelo I de cálculo;(0,5 pto)
- A carga máxima “q” a ser aplicada na viga, de forma que a armadura transversal seja a mínima prescrita pela NBR 6118. Para simplificar a questão, considere que a parcela correspondente aos mecanismos internos resistentes, ou seja, a parcela da força cortante absorvida por mecanismos complementares ao de treliça é nula;(0,5 pto)
- Detalhe a armadura transversal desta viga considerando armadura mínima em toda sua extensão. (0,5 pto)

$$\sqrt{3} (20 \times 65)$$



a) $V_{max} = 3.1q$ $V_{dmax} = 4.34q$ $\alpha_v = 0.9$ $V_{rd2} = 529.39 \text{ kN}$
 $V_{rd2}/2 = 264.7 \text{ kN}$ $4.34q \leq 264.7$ $q \leq 61 \text{ kN/m}$

b) $f_{ctm} = 2.56 \text{ MPa}$
 $A_{se,mm} = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}$ 5.0 c/17
 $V_c = 0 \therefore V_{sw} = V_d = 54.9 \text{ kN}$ $\therefore q \leq 12.64 \text{ kN/m}$



Questão 7: Considerando pilares de concreto armado, pede-se:

a) Quando os efeitos locais de 2ª ordem de um pilar podem ser dispensados? (0,5 pto)

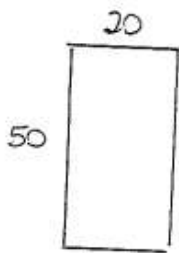
b) Considerando um pilar de dimensão 20 x 50 com índice de esbeltez tal que seja necessária a consideração dos efeitos locais de 2ª ordem, determine o valor do momento de cálculo de 2ª ordem utilizando o método do pilar padrão com curvatura aproximada para a direção mais suscetível a esse tipo de esforço. Trata-se de um pilar do 6º pavimento de um edifício com 10 pavimentos, onde o pé direito estrutural é de 360 cm e as vigas possuem altura de 60 cm. (0,5 pto)

Dados: carga normal característica = 1100 kN;

Item a:

Quando o índice de esbeltez for menor ou igual a 35, ou quando for menor ou igual a um fator λ_1 formulado em função da dimensão h na direção a ser analisada, da excentricidade de primeira ordem existente (sempre verificando $M_{d1} \geq M_{d1 \min}$) e em função de um fator α_B que leva em conta os momentos nas extremidades do pilar.

Item b: obs.: como não foi especificado f_{ck} , adotar um valor. Ou então, escrever sobre a falta deste valor.



$$l_e \leq \begin{matrix} 360 \\ 300 + 20 = 320 \checkmark \end{matrix}$$

$$\nu = 0,86$$

$$\frac{1}{n} = 185 \cdot 10^{-4} \quad l_1 = 188 \text{ cm}$$

$$M_{d2} = 2895,2 \text{ kN} \cdot \text{cm} = 28,95 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Questão 8: Para a laje isolada figurada abaixo, pede-se:

a) Reação de apoio da laje nas vigas V1 e V2, considerando a formulação de charneiras plásticas; (0,5 pts)

b) Detalhamento da armadura longitudinal desta laje considerando que a armadura principal é de $5,4 \text{ cm}^2/\text{m}$ e a secundária é de $2,5 \text{ cm}^2/\text{m}$. Utilize bitolas comerciais comumente utilizadas no mercado. (0,5 pts)

Dados:

Espessura da lajes: 12 cm

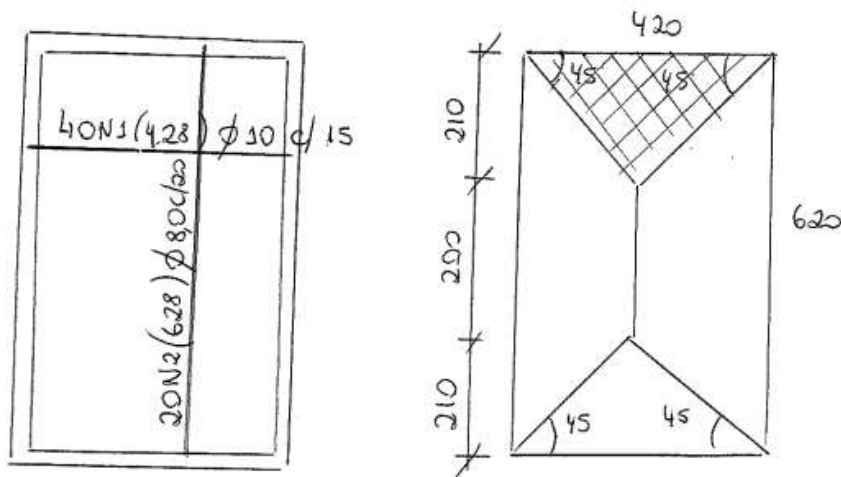
Revestimento: granito de espessura 18 mm;

Sobrecarga de utilização: $2,5 \text{ kN/m}^2$

Massa específica do concreto: 2500 kg/m^3

Massa específica do granito: 2800 kg/m^3

Obs.: não considerar peso próprio da argamassa de assentamento e nem de regularização.



$$q = 0,12 \cdot 25 + 0,18 \cdot 28 + 25 = 10,54 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{v1} = R_{v2} = 33,07 \text{ kN/m}$$

As $f_{unc} \Rightarrow$ menor direções = 5,4 \Rightarrow ex: 10 c/15

As $s_{lc} \Rightarrow$ maior direções = 25 \Rightarrow ex: 8,0 c/20

Profª SANDRA DENISE KRUGER ALVES – presidente da banca

Prof. KLEYSER RIBEIRO – membro da banca

Prof. ITAMAR RIBEIRO GOMES – membro da banca

Prof. PAULO MATOS – membro da banca (suplente)



Assinaturas do documento



Código para verificação: **EL8E190E**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

✓ **SANDRA DENISE KRUGER ALVES** (CPF: 560.XXX.329-XX) em 05/02/2024 às 12:17:17
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:40:07 e válido até 30/03/2118 - 12:40:07.
(Assinatura do sistema)

✓ **ITAMAR RIBEIRO GOMES** (CPF: 402.XXX.020-XX) em 05/02/2024 às 12:24:51
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:41:26 e válido até 30/03/2118 - 12:41:26.
(Assinatura do sistema)

✓ **KLEYSER RIBEIRO** (CPF: 043.XXX.549-XX) em 05/02/2024 às 12:37:16
Emitido por: "SGP-e", emitido em 13/07/2018 - 14:16:13 e válido até 13/07/2118 - 14:16:13.
(Assinatura do sistema)

✓ **PAULO RICARDO DE MATOS** (CPF: 085.XXX.539-XX) em 05/02/2024 às 12:40:02
Emitido por: "SGP-e", emitido em 24/04/2023 - 18:27:42 e válido até 24/04/2123 - 18:27:42.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTlwMjJfMDAwMDI5MjJfMjkyM18yMDI0X0VMOEUxOTBF> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00002922/2024** e o código **EL8E190E** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.