

1 Objetivo

Este memorial apresenta o dimensionamento à flexão simples de viga em concreto armado conforme a **NBR 6118:2023 - Projeto de estruturas de concreto**. O cálculo determina a área de aço necessária para resistir aos esforços de flexão, considerando os estados limites últimos e de serviço.

2 Dados de Entrada

2.1 Geometria da Viga

Parâmetro Símbolo Valor Unidade	----- ----- ----- -----	Largura b 20 cm	
Altura total h 50 cm		Altura útil d 45 cm	
Cobrimento c 3.0 cm		Vão L 6.0 m	

2.2 Materiais

Concreto: - Classe: C30 - $f_{ck} = 30$ MPa (resistência característica à compressão) - $\gamma_c = 1.4$ (coeficiente de ponderação NBR 6118, item 12.3.3) **Aço:** - Categoria: CA-50 - $f_{yk} = 500$ MPa (resistência característica ao escoamento) - $\gamma_s = 1.15$ (coeficiente de ponderação NBR 6118, item 12.4.1)

2.3 Carregamentos

Ações Permanentes (g): - Peso próprio: 2.5 kN/m - Revestimento: 1.0 kN/m - Total: $g = 3.5$ kN/m **Ações Variáveis (q):** - Sobrecarga de utilização: $q = 3.0$ kN/m - $\gamma_f = 1.4$ (combinação normal, NBR 6118, item 11.7.1) **Momento Característico:** - $M_k = (g + q) \times L^2 / 8 = (3.5 + 3.0) \times 6^2 / 8 = 29.25$ kN.m **Observação:** Este valor será majorado pelo coeficiente γ_f para obtenção do momento de cálculo.

3 Momento de Cálculo (M_d)

O momento de cálculo é obtido majorando o momento característico pelo coeficiente de ponderação das ações conforme NBR 6118:2023, item 11.7.1:

Cálculo: $M_d = \gamma_f \times M_k = 1.4 \times 29.25 = 40.95 \text{ kN.m}$ **Conclusão:** O momento de cálculo é $M_d = 40.95 \text{ kN.m}$

4 Resistências de Cálculo

4.4 Resistência de Cálculo do Concreto (f_{cd})

A resistência de cálculo do concreto à compressão é obtida reduzindo-se a resistência característica pelo coeficiente γ_c : $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 30.0 / 1.4 = 21.43 \text{ MPa}$

4.5 Resistência de Cálculo do Aço (f_{yd})

A resistência de cálculo do aço ao escoamento é obtida reduzindo-se a resistência característica pelo coeficiente γ_s : $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500.0 / 1.15 = 434.78 \text{ MPa}$

5 Dimensionamento da Armadura Longitudinal

5.6 Parâmetro Adimensional K_{MD}

O parâmetro adimensional K_{MD} é calculado por: $K_{MD} = M_d / (b \times d^2 \times f_{cd})$ Onde: - $M_d = 4095.00 \text{ kN.cm}$ - $b = 20.0 \text{ cm}$ - $d = 45.0 \text{ cm}$ - $f_{cd} = 21.43 \text{ kN/cm}^2$ **$K_{MD} = 0.0472$ Verificação do domínio de deformação:** - $K_{MD} = 0.0472 < 0.295 \checkmark$ - **Conclusão:** Flexão simples, armadura simples é suficiente (Domínio 2 ou 3)

5.7 Coeficiente K_z

O coeficiente da posição da linha neutra é: $K_z = [1 - \sqrt{1 - 2 \times K_{MD}}] / 2 = [1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.0472}] / 2 = 0.0242$ Este coeficiente indica a posição relativa da linha neutra na seção.

5.8 Braço de Alavanca (z)

O braço de alavanca é: $z = d \times (1 - 0.4 \times K_z) = 45.0 \times (1 - 0.4 \times 0.0242) = 44.56 \text{ cm}$

5.9 Área de Aço Calculada ($A_{s,calc}$)

A área de aço necessária é calculada por: $A_s = M_d / (z \times f_{yd})$ $A_s = 4095.00 / (44.56 \times 434.78) = 2.11 \text{ cm}^2$

6 Verificações Normativas

6.10 Armadura Mínima (NBR 6118:2023, item 17.3.5.2.1)

A taxa mínima de armadura é: $\rho_{\min} = 0.15\%$ (para CA-50) $A_{s,\min} = \rho_{\min} \times b \times d = 0.15\% \times 20.0 \times 45.0 = 1.35 \text{ cm}^2$ **Verificação:** $A_{s,\text{calc}} = 2.11 \text{ cm}^2 > A_{s,\min} = 1.35 \text{ cm}^2 \checkmark$

6.11 Armadura Máxima (NBR 6118:2023, item 17.3.5.2.4)

A área máxima de armadura é: $A_{s,\max} = 4\% \times b \times h = 4\% \times 20.0 \times 50.0 = 40.00 \text{ cm}^2$ **Verificação:** $A_{s,\text{calc}} = 2.11 \text{ cm}^2 < A_{s,\max} = 40.00 \text{ cm}^2 \checkmark$

7 Detalhamento da Armadura

Bitolas comerciais disponíveis para CA-50: | Diâmetro (mm) | Área (cm²) | Área 2φ (cm²) | Área 3φ (cm²) | Área 4φ (cm²) | |-----|-----|-----|-----|-----| | 6.3 | 0.31 | 0.62 | 0.93 | 1.24 | | 8.0 | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | | 10.0 | 0.79 | 1.58 | 2.36 | 3.14 | | 12.5 | 1.23 | 2.46 | 3.69 | 4.91 | | 16.0 | 2.01 | 4.02 | 6.03 | 8.04 | | 20.0 | 3.14 | 6.28 | 9.42 | 12.57 |

Armadura adotada: 4φ12.5 mm ($A_s = 4.91 \text{ cm}^2$) **Verificação:** $4.91 \text{ cm}^2 > 2.11 \text{ cm}^2 \checkmark$ **Taxa de armadura:** $\rho = A_s / (b \times d) = 4.91 / (20.0 \times 45.0) = 0.55\%$ **Espaçamento:** - Entre barras: $s = (b - 2 \times c - 4 \times \phi) / 3 = (20 - 2 \times 3 - 4 \times 1.25) / 3 = 3.0 \text{ cm}$ - NBR 6118:2023, item 18.3.2.2: $s_{\min} = \max(2\text{cm}, \phi, 1.2 \times d_{\text{max_agregado}}) = 2.0 \text{ cm} \checkmark$

8 Conclusão

O dimensionamento da viga V1 resultou nas seguintes especificações: **Armadura Longitudinal:** - Calculada: $A_s = 2.11 \text{ cm}^2$ - Adotada: 4φ12.5 mm ($A_s = 4.91 \text{ cm}^2$) - Taxa de armadura: $\rho = 0.55\%$ **Verificações:** - \checkmark Domínio de deformação adequado ($K_{MD} = 0.0472 < 0.295$) - \checkmark Armadura mínima atendida ($4.91 > 1.35 \text{ cm}^2$) - \checkmark Armadura máxima atendida ($4.91 < 40.00 \text{ cm}^2$) - \checkmark Espaçamento entre barras adequado ($3.0 \text{ cm} > 2.0 \text{ cm}$) Todas as exigências da NBR 6118:2023 foram atendidas. **Observação:** Este memorial não inclui o detalhamento da armadura transversal (estribos), que deve ser verificada separadamente conforme NBR 6118:2023, item 17.4.