

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO – UFMT
Faculdade de Engenharia – Campus Universitário de Várzea Grande
Departamento de Engenharia de Transportes, Química e de Minas
Curso: Engenharia Civil
Disciplina: Resistência dos Materiais
Professor: Prof. Dr. Alexandre Simas de Medeiros
Conteúdo: Torção em Barras Circulares
Atividade: Questão Avaliativa Preparatória para a AV1

Data: ____ / ____ / 2026

Nome do(a) aluno(a): _____

Matrícula: _____

Orientações aos alunos

Esta atividade corresponde à **última questão avaliativa antes da AV1** e tem como objetivo consolidar os principais conceitos de torção em eixos circulares, incluindo torque transmitido, momento polar de inércia, tensão cisalhante, ângulo de torção e critérios de verificação por resistência e rigidez.

Leia o enunciado com atenção, apresente as conversões de unidades, indique as equações utilizadas e desenvolva a memória de cálculo de forma organizada. A resposta final deve ser acompanhada de justificativa técnica, especialmente na verificação dos critérios de projeto.

“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto não tem condições melhores para fazer melhor ainda.” Mario Sergio Cortella

Desejo a todos uma excelente atividade e **muita boa sorte na preparação para a AV1**. Mais importante do que acertar mecanicamente os cálculos é demonstrar compreensão física do problema, organização no raciocínio e domínio progressivo dos conceitos de Resistência dos Materiais.

Questão avaliativa - Torção em eixo circular maciço

Conteúdos avaliados: torque transmitido por potência e rotação; momento polar de inércia; tensão cisalhante máxima; distribuição radial de tensões; ângulo de torção; verificação por resistência e rigidez; análise de alternativas quando o diâmetro do eixo é fixo.

1. Enunciado para o aluno

Um eixo circular maciço de aço transmite uma potência de 18 kW a uma rotação constante de 900 rpm. O eixo possui diâmetro de 34 mm e comprimento de 1,20 m. Adote módulo de elasticidade transversal do aço igual a:

$$G = 80 \text{ GPa}$$

Para fins de projeto, considere:

$$\tau_{\text{adm}} = 55 \text{ MPa}$$

$$\phi_{\text{adm}} = 1,0^\circ$$

Despreze concentrações de tensão e admita comportamento elástico linear.

Dados do problema

| Grandeza | Símbolo | Valor |
|------------------------------------|---------------------|-----------------|
| Potência transmitida | P | 18 kW |
| Rotação do eixo | n | 900 rpm |
| Diâmetro do eixo | d | 34 mm |
| Comprimento do eixo | L | 1,20 m |
| Módulo de elasticidade transversal | G | 80 GPa |
| Tensão cisalhante admissível | τ_{adm} | 55 MPa |
| Ângulo de torção admissível | ϕ_{adm} | 1,0° |
| Ponto interno analisado | ρ | 10 mm do centro |

Solicitações

1. Calcule o torque transmitido pelo eixo.
2. Calcule o momento polar de inércia da seção transversal.
3. Calcule a tensão cisalhante máxima na superfície externa do eixo.
4. Calcule a tensão cisalhante em um ponto localizado a **10 mm** do centro da seção.
5. Calcule o ângulo de torção do eixo, em radianos e em graus.
6. Verifique se o eixo atende simultaneamente aos critérios de resistência e rigidez. Justifique tecnicamente.
7. Caso o eixo não atenda a algum critério de projeto e o diâmetro não possa ser alterado, explique como o problema poderia ser resolvido conceitualmente e algebricamente.

2. Formulário fornecido na questão

As equações a seguir devem ser usadas de forma consistente no Sistema Internacional de Unidades. Antes de substituir valores numéricos, converta kW para W, mm para m, GPa para Pa e graus para radianos quando necessário.

2.1 Relação entre potência, torque e rotação

$$P = T\omega$$

Logo:

$$T = \frac{P}{\omega}$$

A velocidade angular é:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Em que P é a potência mecânica transmitida, em watts (W); T é o torque transmitido, em newton-metro (N·m); ω é a velocidade angular, em radianos por segundo (rad/s); e n é a rotação, em rotações por minuto (rpm).

Essa equação é necessária porque, em muitos problemas de transmissão de potência, o torque não é fornecido diretamente. Ele deve ser obtido a partir da potência e da rotação. Como $P = T\omega$, para uma mesma potência, o aumento da rotação reduz o torque, enquanto a redução da rotação aumenta o torque transmitido.

Observação didática: $1 \text{ W} = 1 \text{ N} \cdot \text{m/s}$. Portanto, ao dividir a potência em W pela velocidade angular em rad/s, obtém-se torque em N·m.

2.2 Momento polar de inércia para eixo circular maciço

$$J = \frac{\pi d^4}{32}$$

Em que J é o momento polar de inércia da seção transversal, em m^4 , e d é o diâmetro do eixo, em m. O momento polar de inércia é uma propriedade geométrica da seção. Ele não depende do material, mas da distribuição de área em torno do centro da seção.

2.3 Tensão cisalhante em uma fibra qualquer da seção

$$\tau(\rho) = \frac{T\rho}{J}$$

Em que ρ é a distância radial entre o ponto analisado e o centro da seção transversal. A tensão cisalhante varia linearmente com o raio: é nula no centro do eixo e máxima na superfície externa.

2.4 Tensão cisalhante máxima

$$\tau_{\max} = \frac{Tc}{J}$$

Como:

$$c = \frac{d}{2}$$

c é o raio externo do eixo. Como a maior distância radial ocorre na superfície externa, a tensão cisalhante máxima também ocorre nessa região.

2.5 Ângulo de torção

$$\phi = \frac{TL}{GJ}$$

Em que ϕ é o ângulo de torção, em radianos; T é o torque interno; L é o comprimento do eixo; G é o módulo de elasticidade transversal do material; e J é o momento polar de inércia da seção.

O resultado da equação do ângulo de torção sai em radianos. Para converter para graus:

$$\phi(^{\circ}) = \phi(\text{rad}) \cdot \frac{180}{\pi}$$

2.6 Critérios de projeto

Critério de resistência:

$$\tau_{\max} \leq \tau_{\text{adm}}$$

Critério de rigidez:

$$\phi \leq \phi_{\text{adm}}$$

O eixo somente é considerado adequado se atender simultaneamente ao critério de resistência e ao critério de rigidez. Se apenas um dos critérios for violado, o projeto deve ser reavaliado.