

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2014)

ENGENHARIA NAVAL

PROVA ESCRITA DISCURSIVA  
INSTRUÇÕES GERAIS

- 1- A duração da prova será de 05 horas e o tempo não será prorrogado. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal sem retirar os grampos de nenhuma folha.
- 2- Responda às questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas de cada parte da prova.
- 3- Só comece a responder à prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado.
- 4- O candidato deverá preencher os campos:  
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV.
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.  
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada.
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão.
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará na atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração, o candidato que:
  - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
  - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
  - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
  - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
  - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DEnsM
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2014					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 080			

**CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)**

**1ª QUESTÃO (8 pontos)**

O porte e a capacidade de carga de uma embarcação são características fundamentais associadas aos requisitos operacionais dos projetos navais. Com relação a essas características, responda às questões abaixo.

- a) Qual é a definição de WEIGHT ou peso da embarcação? (1 ponto)
- b) Qual é a definição de DISPLACEMENT ou deslocamento da embarcação? (1 ponto)
- c) Qual é a definição de DEADWEIGHT ou tonelada de porte bruto da embarcação? (2 pontos)
- d) Qual é a definição de LIGHTWEIGHT ou peso leve da embarcação? (2 pontos)
- e) Dê um exemplo de embarcação na qual seu peso não é numericamente igual ao peso da água deslocada por ela. Explique por que isso ocorre. (2 pontos)

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2014

**2ª QUESTÃO (8 pontos)**

A Marinha possui instalações associadas à fabricação e ao reparo de embarcações. Acerca do processo de fabricação de embarcações navais construídas em aço, resolva as proposições abaixo.

- a) Esboce o *layout* simplificado de um estaleiro típico, identificando e nomeando ao menos 5 áreas importantes. (3 pontos)
  
- b) Elabore um fluxograma de movimentação do aço processado em um estaleiro. Indique e descreva os principais processos de fabricação associados ao processamento do aço em um estaleiro típico. (5 pontos)

Continuação da 2ª questão

### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma Fragata de, aproximadamente, 100 metros de comprimento apresenta máximo esforço estrutural à meia nau, quando equilibrada sobre uma onda de tosamto. Nessa situação, a secção mestra, cujo módulo de secção vale  $1,5m^3$ , apresenta tensão primária igual à metade da tensão de escoamento do aço naval.

Para um determinado perfil de missão, resolveu-se maximizar a autonomia de combustível dessa embarcação, instalando-se um tanque secundário localizado exatamente à meia nau. Por motivos de segurança, decidiu-se que a adição de combustível poderia representar uma adição de, no máximo, 10% do momento fletor máximo atuante à meia nau.

Considerando que a instalação propulsora consome aproximadamente 200 gramas de combustível por kW por hora, e que a potência instalada para atingir a velocidade de 15 nós seja de 2500 kW, responda às questões abaixo.

Dado: Tensão de escoamento do aço naval = 260 MPa.

- a) No que consiste o módulo de uma secção estrutural? Por que a unidade de medida utilizada é  $m^3$ ? (1 ponto)
- b) Qual o máximo momento fletor que atua na secção mestra da Fragata antes da instalação do novo tanque de combustível? (1 ponto)
- c) Qual a máxima quantidade de combustível (em toneladas) que pode ser armazenada no novo tanque auxiliar para atender aos critérios de segurança estrutural definidos? (2 pontos)
- d) Qual o máximo acréscimo de autonomia resultante dessa modificação, considerando que a embarcação navegue a 15 nós e que atenda aos critérios de segurança estrutural definidos. (2 pontos)
- e) Do ponto de vista estrutural, a embarcação teria maior, menor ou igual acréscimo de autonomia se, ao invés de um tanque localizado à meia nau, fossem instalados tanques localizados na proa e na popa da embarcação? Justifique sua resposta. (2 pontos)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 3ª questão

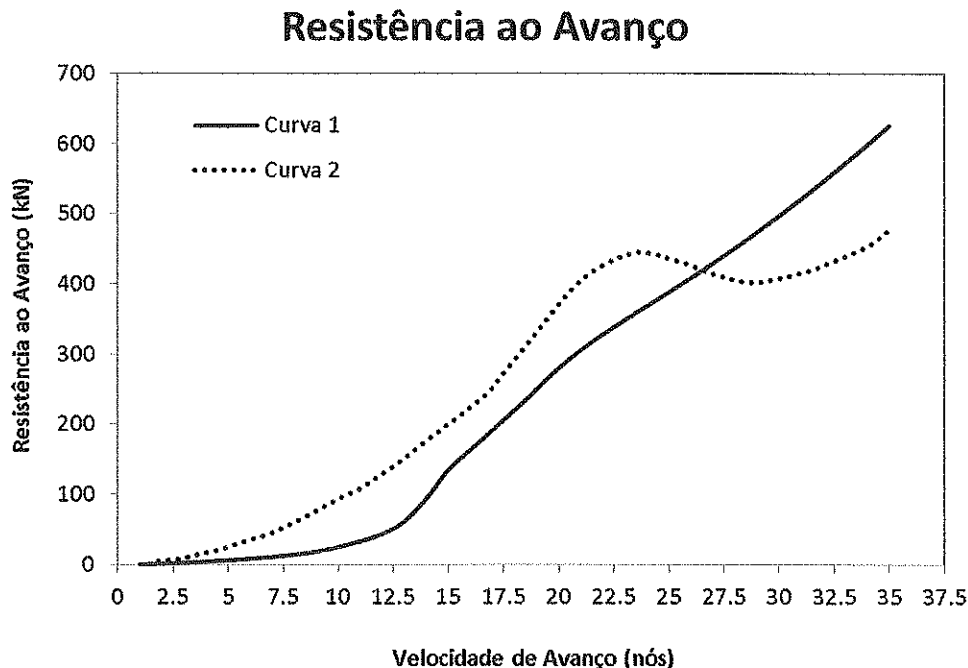
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2014



#### 4ª QUESTÃO (8 pontos)

O regime de planeio é uma alternativa de projeto utilizada em muitas embarcações, em especial naquelas cujos requisitos de operação exigem altas velocidades, como as lanchas de patrulha. Observe o gráfico mostrado abaixo.



- Qual curva representa a resistência ao avanço típica de uma embarcação de deslocamento? Justifique. (1,5 ponto)
- Qual curva representa a resistência ao avanço típica de uma embarcação de planeio? Justifique. (1,5 ponto)
- Qual a potência efetiva mínima requerida para a embarcação representada na curva 1 atingir a velocidade de 27,5 nós? (2 pontos)
- Qual a potência efetiva mínima requerida para a embarcação representada na curva 2 atingir a velocidade de 27,5 nós? (3 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 4ª questão

**5ª QUESTÃO (8 pontos)**

A respeito da análise estrutural da quilha de uma embarcação de grande porte com duplo fundo, e considerando o escoamento como modo de falha governante, responda às questões abaixo.

- a) Qual é o vão livre que deve ser considerado? (1 ponto)
- b) Qual é a condição de contorno (vínculos) que deve ser considerada? Justifique. (1 ponto)
- c) Qual é a largura de carga que deve ser considerada? Justifique. (1 ponto)
- d) Qual é a carga (pressão) que deve ser considerada na análise? Justifique. (1 ponto)
- e) Qual é o máximo momento fletor que ocorre na quilha? (1 ponto)
- f) Onde ocorre o máximo momento fletor na quilha? (1 ponto)
- g) Além das hipóteses clássicas associadas à Teoria Clássica de Vigas, qual é a hipótese simplificadora mais importante quando se analisa a quilha separadamente? (1 ponto)
- h) Ao utilizar a Teoria Clássica de Vigas para analisar a quilha separadamente, os resultados de tensão devem ser maiores, menores ou iguais àqueles encontrados por meio da utilização de uma análise baseada no Método dos Elementos Finitos na qual se modelou todo o duplo fundo da embarcação? Justifique sua resposta. (1 ponto)

Continuação da 5ª questão

Continuação da 5ª questão

**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

Uma embarcação possui comprimento de 150m, boca de 15m e calado de 8m. O coeficiente de seção mestra é 0,92 e o coeficiente de bloco é 0,63. Sendo assim, determine:

- a) o deslocamento volumétrico em metros cúbicos. (2 pontos)
- b) a área submersa da seção mestra. (3 pontos)
- c) o coeficiente prismático. (3 pontos)

Continuação da 6ª questão



7ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a embarcação prismática representada abaixo.

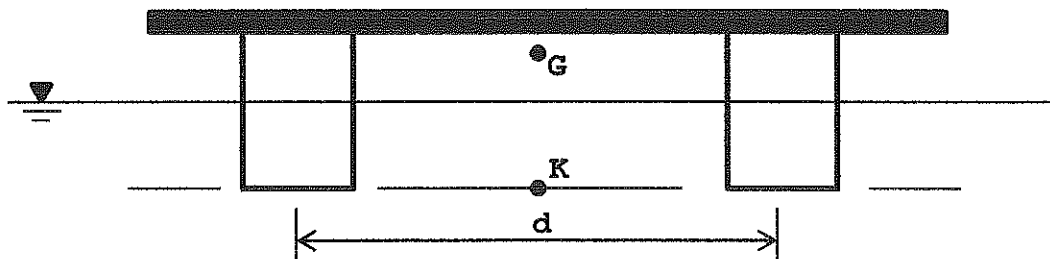


Figura - Vista da seção transversal

Dados: Características da embarcação:

- Comprimento de  $L_{pp} = 12\text{m}$
- Calado de  $1\text{m}$
- Cada um dos cascos paralelos tem boca de  $2\text{m}$
- Altura do centro de gravidade:  $KG = 3,5\text{m}$

Qual deve ser a menor distância ( $d$ ) entre os centros dos cascos para que a altura metacêntrica transversal ( $GM$ ) não seja menor que  $2,5\text{m}$ ?

Continuação da 7ª questão

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2014

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Em um determinado ponto do Oceano Atlântico, a densidade da água do mar varia não linearmente com a profundidade, tal que  $\rho = \rho_0 + kz^2$ , onde  $\rho_0$  é a densidade da água na superfície,  $k$  é uma constante e  $z$  é a profundidade medida a partir da superfície livre.

Encontre uma expressão algébrica para a pressão hidrostática ( $P$ ) em função da profundidade ( $z$ ).

Continuação da 8ª questão

**9ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um torpedo de 1,8m de comprimento está sendo projetado para operar a uma velocidade máxima de 4m/s em águas profundas. Um modelo em escala reduzida de 1:3 foi construído para testes em um túnel de cavitação.

Dados:

- Massa específica da água doce:  $1000 \text{ kg/m}^3$
- Massa específica da água do mar:  $1027 \text{ kg/m}^3$
- Considere a viscosidade da água doce igual à viscosidade da água do mar.

- a) A fim de se determinar a força propulsiva necessária para que o protótipo atinja sua velocidade máxima, o modelo será afixado em uma célula de carga dentro do túnel de cavitação. Qual deve ser a velocidade do escoamento do túnel para que o ensaio tenha semelhança dinâmica? (4 pontos)
- b) Se o arrasto hidrodinâmico medido pela célula de carga no modelo é de 50N, qual será a força propulsiva necessária para que o protótipo atinja sua velocidade máxima? (4 pontos)

Continuação da 9ª questão

**10ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um navio de patrulha navega a 22 nós ( $V=37,14$  ft/s) e é propelido por um único hélice de  $D=12$  ft de diâmetro com rotação de 240 RPM. A razão entre o passo e o diâmetro do propulsor é  $P/D=1,10$  e a velocidade do escoamento que chega ao propulsor é  $V_a=33,43$  ft/s.

Dados: raio do propulsor:  $R = D/2$

Se necessário, considere a expansão em série de Taylor:

$$\arctan \phi = \phi - \frac{\phi^3}{3} + \frac{\phi^5}{5}$$

Determine:

- a) o ângulo de passo da pá do propulsor em um raio  $r/R=0,7$ . (3 pontos)
- b) a velocidade de escorregamento aparente. (1 ponto)
- c) a razão de escorregamento aparente. (1 ponto)
- d) a velocidade de escorregamento efetiva. (1 ponto)
- e) a razão de escorregamento efetiva. (1 ponto)
- f) a velocidade da esteira. (1 ponto)



Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2014