

A instalação propulsora de um barco pesqueiro foi projetada para a condição de corrida livre na qual a embarcação, em condições médias de casco e mar, deve ter uma velocidade de 8 nós. Não foi considerado o requisito da condição de arrasto, na qual a uma velocidade de 3 nós o barco tem que puxar uma rede.

A instalação é composta por um motor de potência normal 600 kW a 1200 rpm acoplado através de um redutor de razão 5:1 a um hélice de passo fixo.

Descrever os procedimentos para se determinar:

- a) a máxima velocidade que o navio, com deslocamento de projeto, atinge em prova de mar;
- b) a máxima força de arrasto que a instalação propulsora pode oferecer na velocidade de 3 nós.
- c) Admitindo que a força de arrasto obtida no item anterior seja 20% inferior ao valor desejado, dizer se com uma redução de velocidade seria possível atingir a força requerida.
- d) Seria interessante que o redutor tivesse um outro conjunto de engrenagens com maior razão de redução?
- e) Qual a vantagem de se dispor de um hélice de passo controlável para o pesqueiro?

## PREPARAÇÃO PARA A SEGUNDA PROVA 2020

Para encaminhamento da solução, aplicam-se os seguintes passos:

- 1) Desenhar o diagrama de integração casco-hélice- motor, colocando no gráfico de potência o ponto de projeto P, e no gráfico de força o ponto P'. (VEJA FIGURA 2)

Desenhar as curvas de resistência ao avanço para condições médias de casco e mar, passando pelo ponto P', e de potência requerida casco-hélice para as mesmas condições, passando pelo ponto P.

- 2) Desenhar o gráfico de potência do motor e delimitar a região de operação, adotando hipóteses sobre margens de potência e rotação, bem como valores mínimos para pressão média efetiva no freio e rotação.

Plotar também o eixo de rotação do hélice que será usado como referência para transportar o gráfico para o diagrama de operação (VEJA FIGURA1)

- 3) Transferir a região de operação do motor para o diagrama de integração.

**Item a velocidade máxima em prova de mar**

- 4) É conhecida a margem de resistência adotada no projeto da instalação propulsora:

$$(R_T(8))_{CMCM} = (R_T(8))_{PM} (1+MR)$$

Pode-se, portanto, encontrar resistência em prova de mar para a velocidade 8 nós:

$$(R_T(8))_{PM} = (R_T(8))_{CMCM} / (1+MR)$$

e marcar o ponto A' no gráfico de força.

- 5) Pelo ponto A' passa a curva de resistência para prova de mar
- 6) Fica também a curva de empuxo líquido para a rotação  $N_A - T^*(N_A)$
- 7) No gráfico de potência desenha-se a curva de potência requerida para a rotação  $N_A - PR(N_A)$ ; sobre esta curva marca-se para a velocidade 8 nós o ponto A
- 8) Pelo ponto A passa a curva de potência requerida casco – hélice para condições de prova de mar
- 9) Onde essa curva encontra o limite da região de operação do motor obtém-se o ponto C, que determina a maior velocidade em prova de mar.

### **Item b Determinação da força máxima de tração na rede para velocidade de arrasto de 3 nós**

10) Para se conseguir a máxima força de arrasto é necessário que o hélice forneça o maior empuxo possível. Mas para isso é necessário que o motor forneça a maior potência possível.

Assim, examinando o gráfico de potência conclui-se que o motor deve operar no ponto  $B_1$ , sobre a curva de  $(pme)_{fmax}$

11) Pelo ponto  $B_1$  passa a curva de potência requerida do hélice  $PR(N_{B1})$

12) Desenha-se no gráfico de força a curva de empuxo líquido para a rotação  $N_{B1} - T^*(N_{B1})$

13) Para a velocidade de 3 nós marca-se sobre essa curva o ponto  $B'_1$  que define o valor de  $T^*(N_{B1})$ , empuxo máximo para a velocidade de 3 nós.

14) A diferença entre o empuxo produzido e a resistência ao avanço para a velocidade de 3 nós determina a máxima força de tração disponível

Observação: Poderia ser escolhida como potência máxima fornecida pelo motor aquela definida pelo ponto  $B_2$ , situado sobre a curva de pressão edia efetiva no freio de projeto

### **Item c Verificação de conseguir a força de arrasto requerida para a velocidade de 2 nós**

15) A princípio parece interessante reduzir a velocidade porque existe uma redução da resistência ao avanço. Porém, deve-se considerar que a potência disponível também seria menor porque há uma queda de rotação.

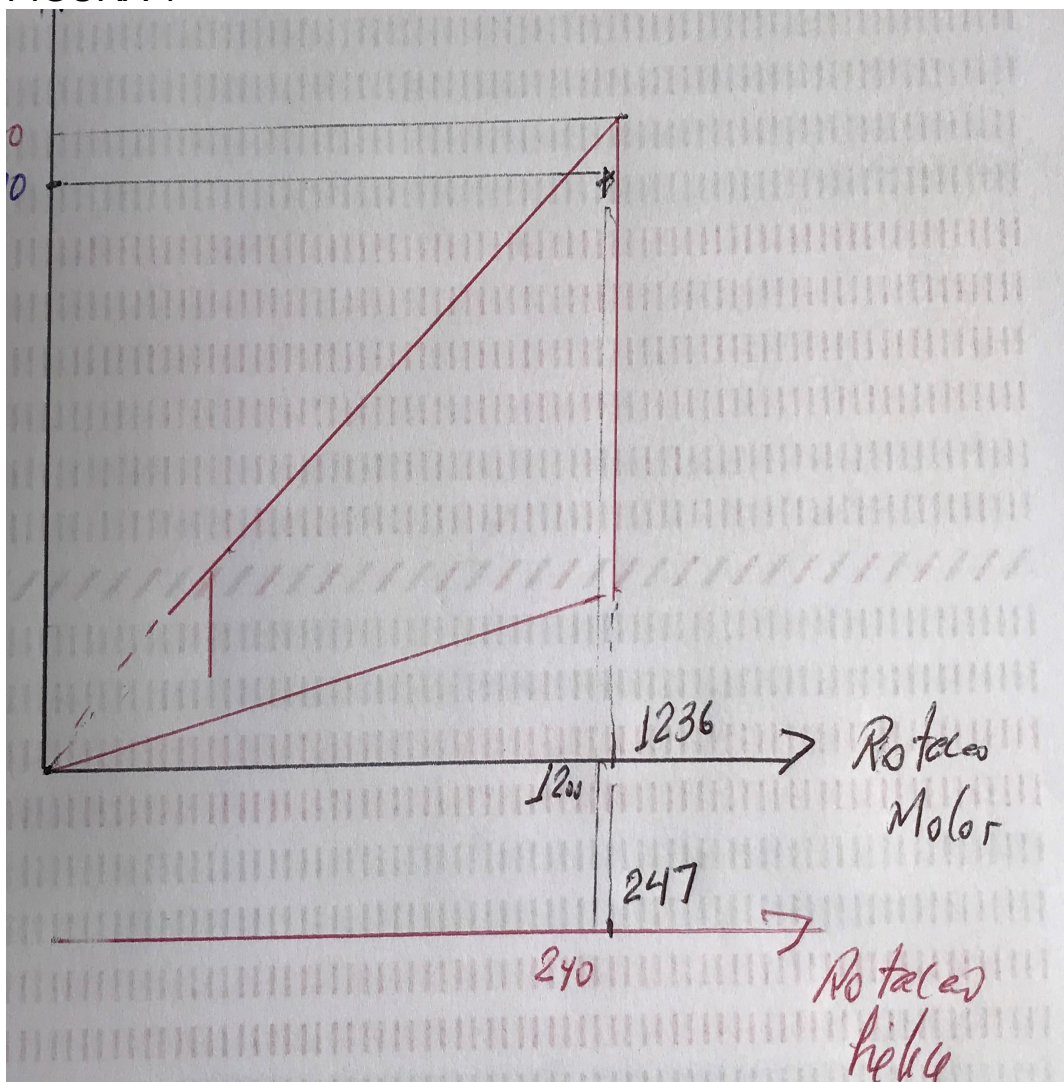
Além disso, é preciso considerar que o empuxo varia com o quadrado da rotação e, assim, a queda do empuxo seria pelo menos da mesma ordem da queda de resistência.

Portanto, a redução na velocidade de arrasto não resolveria o problema de obter a força de arrasto requerida.

**Item d** Análise da conveniência de usar um redutor com dupla redução

- 16) Uma análise mais cuidadosa do problema mostra que, embora o motor tenha uma potência normal de 600 kW, ele não pode fornecer esta potência porque na velocidade de 3 nós ele só pode atingir a rotação  $N_{B1}$  que é bem inferior a 1200 rpm (240 rpm do hélice). Porém, se a rotação de 1200 rpm do motor correspondesse a uma rotação mais baixa do hélice ( $N_{B1}$  no caso), o ponto P seria deslocado para a esquerda (na verdade toda a região do motor sofreria esse deslocamento) e o motor poderia fornecer 600 kW na condição de arrasto.
- 17) Logo seria conveniente o uso de um redutor com dupla redução: na condição de corrida livre atuaria a redução de 5:1 e na condição de arrasto uma razão de redução mais alta,

FIGURA 1



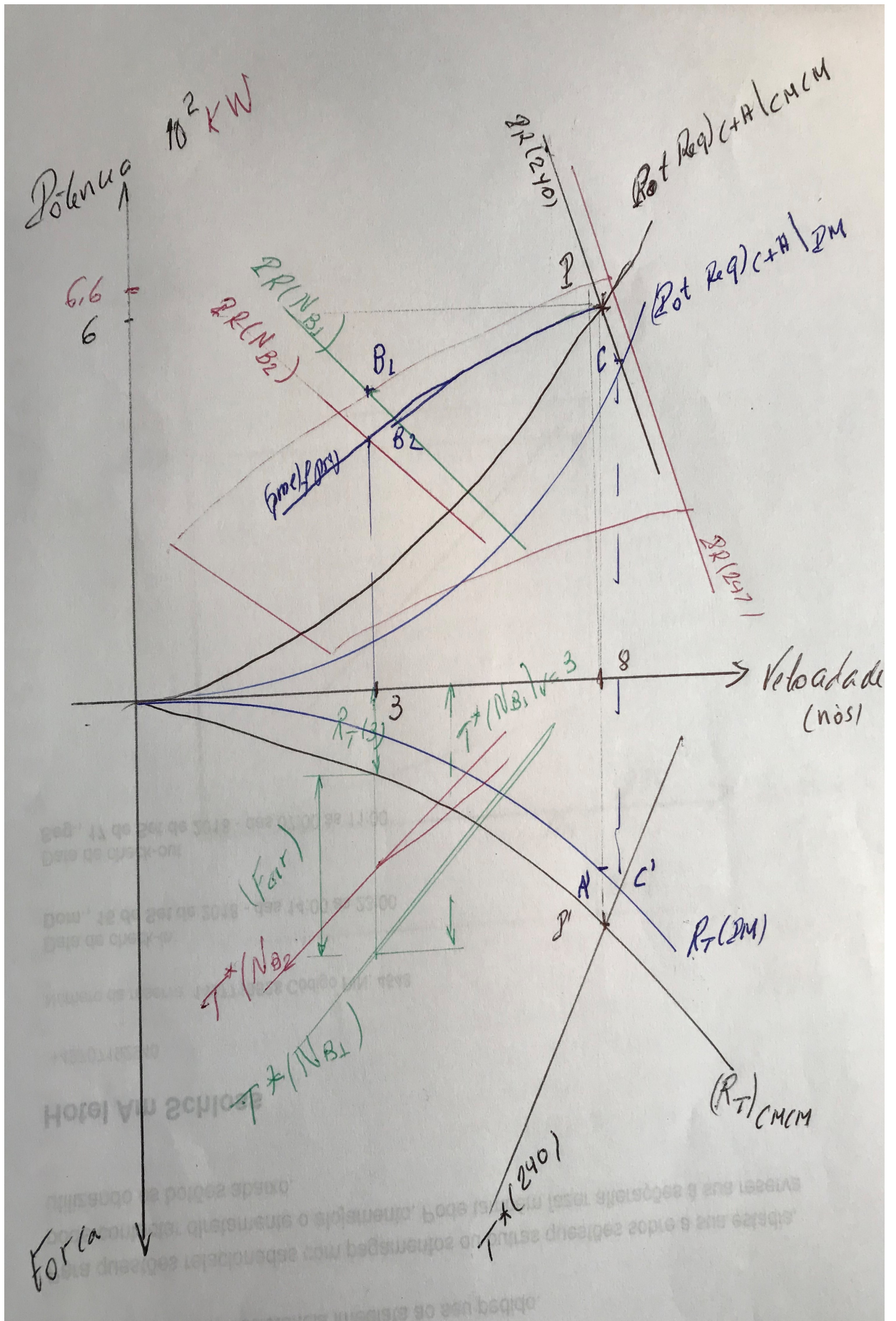


FIGURA 2