

**Q&A**

**Q:** Csaba Győrösi, remador do Külker Rowing Club Budapeste, Hungria, perguntou: “Tenho umas ‘calhas’ artesanais para o ergómetro Concept 2 com quase 20 kg. Acha que este peso extra afecta a minha técnica de remo?”

**A:** Esta questão relaciona-se com as forças inerciais no remo, quando duas massas significativas - remador, barco ou ergómetro - se movem uma em relação à outra. O caso do ergómetro é o mais simples; remo na água é similar (a discutir mais tarde) só que é afectado pela aceleração de todo o sistema barco-remador. Duma posição estacionária, no ataque ou final, alguma energia tem de ser gasta, entre o CM do remador e o ergómetro, para alcançar a velocidade  $V$  soma da velocidade do remador  $V_{row}$  e do ergómetro  $V_{erg}$ :

$$V = V_{row} + V_{erg} \quad (1)$$

As componentes da aceleração e das velocidades,  $V_{row}$  e  $V_{erg}$ , são inversamente proporcionais às suas massas:

$$V_{row} / V_{erg} = M_{erg} / M_{row} \quad (2)$$

onde  $M_{row}$  é a massa do remador e  $M_{erg}$  é a massa do ergo+calhas. Esta energia é transferida para energia cinética  $E_k$ , expressa como:

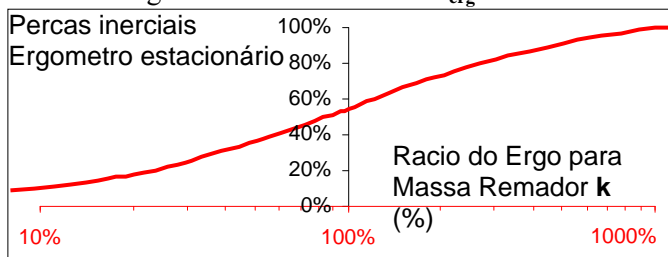
$$E_k = (M_{row} V_{row}^2 + M_{erg} V_{erg}^2) / 2 \quad (3)$$

Um remador tem um custo energético na desaceleração das massas no final do tempo motor e no deslize. No entanto, estas percas podem ser minimizadas pelas propriedades elásticas dos músculos e ligamentos transformando a energia cinética em propulsão (RBN 2006/10). Assim, não consideramos as desacelerações e multiplicamos  $E_k$  por dois pois a aceleração é dupla na remada ( no tempo motor e no deslize).

Combinando as 3 equações, o total das percas inerciais,  $P_{in}$ , pode ser apresentada como:

$$P_{in} = (M_{row}(V/(1+k))^2 + M_{erg}(V/(1+k))^2) \quad (4)$$

onde  $k$  é o rácio das massas  $M_{erg}/M_{row}$ . Maior a massa do ergo ou do barco, maior as percas inerciais cujo valor máximo no ergómetro estacionário é  $M_{erg} = \text{infinito}$ :



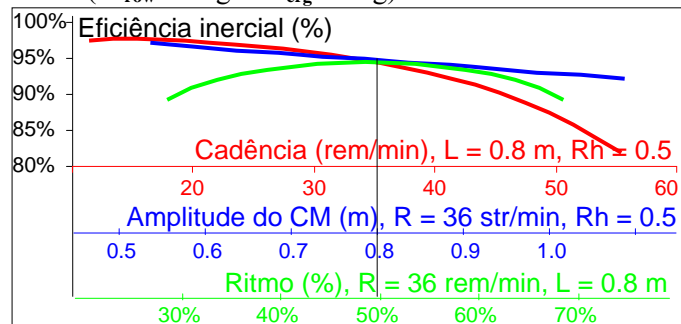
Para responder à questão, os 16 kg extra das suas calhas (comparadas com os 4 kg das Concept2, para  $M_{row}=90$  kg e voga 36) aumentam as percas inerciais em 35% (32W a 43W) e mais de 100% comparando com o barco ou o Row-Perfect (21W), o que exige uma aplicação precoce da força no finca pés quando comparada com a força do punho (RBN 2005/03). Nesta situação, alterar o “drag” não ajuda. No entanto, quando comparadas com o ergómetro estacionário (116 W), as percas inerciais são apenas de 37%.

**Como diminuir as percas inerciais?** A velocidade  $V$  é máxima entre os CM-s e definida pela velocidade média  $V_{av}$  e o padrão da curva da velocidade instantânea. A mais eficiente é o padrão rectangular com  $V=V_{av}$  constante mas, na prática, inatingível. O padrão triangular, com aceleração e desaceleração constante, dá  $V=2V_{av}$ ; aumenta por 4 as per-

cas inerciais. O padrão sinusoidal, mais típico no remo (RBN 2004/07), utilizando no nosso modelo, dá  $V=1.65V_{av}$  e 2,7 vezes menos eficiente que a curva rectangular.

Velocidade média,  $V_{av}$ , é definida pelos tempos motor e de deslize ( $T_{dr}$  e  $T_{rec}$ ) e amplitude do deslocamento,  $L$ , do CM do remador relativamente à máquina:  $V=L/T$ .  $T_{dr}$  e  $T_{rec}$  dependem da cadência,  $R$ , e ritmo  $Rh$  ( $= T_{dr} / T_{ciclo}$ ).

As percas inerciais absoluta  $P_{in}$  aumenta significativamente a maiores cadências e maiores deslocamentos do CM do remador. No entanto, a potência produzida,  $P_{row}$ , também aumenta (RBN 2004/09), pelo que a eficiência inercial  $E_{in}$  ( $=P_{row}/(P_{row}+P_{in})$ ) não diminui de forma drástica. O gráfico seguinte apresenta  $E_{in}$  em diferentes combinações de  $R$ ,  $L$  e  $Rh$  ( $M_{row}=90$ kg e  $M_{erg}=18$ kg):



Entre cadências de  $R=20$  e  $40$  rem/min, a eficiência  $E_{in}$  decresce apenas de 96.9% para 93.8%, mas depois a curva acentua-se cada vez pelo que **42-44 rem/min pode ser um limite inercial para a cadência.**

A amplitude afecta a eficiência linearmente: dobrando o comprimento,  $L$  (0.5-1m),  $E_{in}$  diminui de 96.5% para 93.2%. É difícil medir a amplitude do deslocamento do CM pelo que assumimos como metade do deslocamento do punho. Volker Nolte (1) defendeu que o remador devia minimizar o deslocamento do CM para reduzir as percas inerciais e maximizar o deslocamento do punho para aumentar a potência produzida – mecanicamente correcta. No entanto, tal levaria a uma menor utilização dos grandes músculos das pernas e tronco em favor dos músculos pequenos dos braços e ombros diminuindo a eficiência total do remador.

Eficiência,  $E_{in}$ , é a maior no ritmo  $Rh = 50\%$  (motor/deslize=1/1). Variando em 10% o ritmo,  $E_{in}$  muda em 0.7%; mais 10%, produz uma perca de 3.7%.

Concluindo, **as percas inerciais reduzem-se através duma rápida aceleração entre CM do remador e do ergo/barco no início tempo motor e do deslize e mantendo, entre estas massas, uma velocidade constante o maior tempo possível.** Um argumento a favor duma pressão forte no ataque com rápida extensão das pernas. **A optimização da cadência, comprimento e ritmo tem de ser encontrada para maximizar potência e minimizar percas inerciais.**

**Referências**

- Nolte, V. 1991. Introduction to the biomechanics of rowing. FISA Coach 2 (1): 1-5.

**Contacto:**

©2010: Dr. Valery Kleshnev,

✉ [klevel@btinternet.com](mailto:klevel@btinternet.com), [www.biorow.com](http://www.biorow.com)