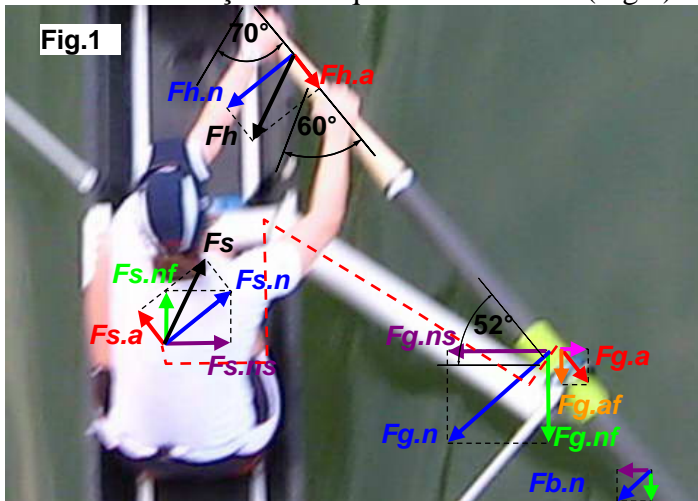


Análise dinâmica no plano transversal (horizontal)

Quando num barco, um remador puxa o punho do remo, a força não é exatamente aplicada na perpendicular da cana do remo. Esta é uma das diferenças entre a água e o ergómetro onde a força é sempre perpendicular ao eixo do punho. Na ponta, no ataque, o ângulo do remo e o antebraço de fora é de 70°, do braço de dentro: 60° (Fig.1), donde a linha da força resultante faz 66-68° de ângulo com o remo (braço de fora puxa com mais força). Nos parelhos, é menor o ângulo entre o remo e antebraço: no ataque é cerca de 60° (Fig.2).



A resultante da força no punho F_h é decomposta em duas componentes: força normal (perpendicular) $F_{h.n}$ e axial $F_{h.a}$. Ao puxar num ângulo $A=60^\circ$, a componente normal $F_{h.n}$ é igual a $\sin(A)=86.7\%$ da força total F_h , e a componente axial $F_{h.a}=\cos(A)=50\%$ da F_h .

Quando a componente axial $F_{h.a}$ é transferida pela cana do remo à forqueta, ela cria igual força axial na forqueta $F_{g.a}$ (ignorando uma pequena força axial da resistência hidrodinâmica da pá). Por outro lado, para criar a força axial no punho, o remador tem de aplicar no finca pés uma força de igual magnitude mas de sentido oposto. Como o finca pés está ligado ao fuso-forqueta pela aranha, estas forças anulam-se entre si, i.e. são forças internas e **a força axial no punho não contribui para a propulsão do sistema barco-remador**. Não cria potência ou percas de energia pois, nesta direção, não há nenhum movimento do remo relativo ao barco mas **funciona como uma afinação mais pesada**: a força total é maior (cerca 13.3% a $A=60^\circ$) mas mais lenta em igual proporção.

No punho, a força normal $F_{h.n}$ é também transferida à forqueta onde se soma à força normal na pá $F_{b.n}$, criada pela reação da água. Portanto, a força normal na forqueta $F_{g.n}$ é maior que a força no punho:

$$F_{g.n} = F_{h.n} + F_{b.n} = F_{h.n} \text{Lout.a} / (\text{Lout.a} + \text{Lin.a}) \quad (2)$$

onde Lin.a é a alavanca interna eficaz; Lout.a , alavanca externa eficaz. A força normal na forqueta pode ser decomposta nas componentes longitudinal $F_{g.nf}$ e lateral $F_{g.ns}$. Por outro lado, a força no punho cria uma força de reação oposta F_s aplicada ao sistema através do corpo do remador. A sua componente axial $F_{s.a}$ é equilibrada na forqueta mas a componente normal $F_{s.n}$ pode ser decomposta nas forças longitudinais $F_{s.nf}$ e laterais $F_{s.ns}$. Como a força na for-

queta $F_{g.n}$ é maior que a força no punho $F_{h.n}$ e a sua reação $F_{s.n}$, portanto também para as suas componentes de movimento. A diferença entre elas é uma força propulsiva, transferida desta forma a partir da pá e que acelera o sistema barco-remador. Apenas a força normal $F_{h.n}$ roda o remo em torno do fuso e cria velocidade nesta direção. Um produto desta força e velocidade é a potência no punho que é transferida a partir da afinação do remo, aplicada pela pá à água, usada na propulsão do sistema barco-remador e na potência perdida do “arrasto” da pá na água (RBN 2007/12, 2012/06). Concluindo: **Apenas a força normal no punho gera uma propulsão do sistema**.

Quando a força é medida no fuso apenas na direção longitudinal, o resultado é a combinação da componente normal-propulsiva $F_{g.nf}$ e axial-parasita $F_{g.af}$, pelo que não é possível separá-las. Portanto, a força no fuso deve ser medida em duas dimensões e a componente normal do remo deve ser calculada a partir do ângulo remo-forqueta. A medição na forqueta é fácil já que deteta diretamente a componente normal (RBN 2010/03).

Nos parelhos, as componentes laterais das duas forças no punho cancelam-se entre elas no corpo do remador (Fig.2). Portanto, a força resultante não tem componentes e é aplicada numa direção paralela ao barco. Esta pode ser uma causa pelo que as forças nos parelhos são maiores que na ponta (RBN 2010/08) e porque, barcos semelhantes, são mais rápidos nos parelhos.

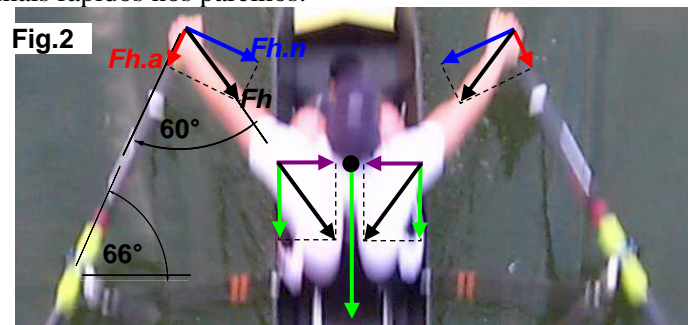
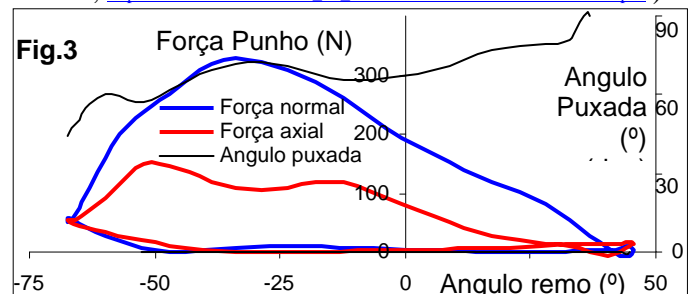


Fig. 3 mostra, medidas em forquetas instrumentadas 2D, as forças normal e axial no LM1x a 33 rem/min (Bio-RowTel, http://www.biorow.com/PS_tel_files/BioRowTel%20Gate%202012.pdf)



O ângulo de puxada (entre a resultante força e punho do remo), calculado a partir do rácio das forças, apenas atinge os 90° no fim do tempo motor.

Concluindo: **Um remador deve maximizar a força normal no punho minimizando a força axial de forma a manter o remo na forqueta**.