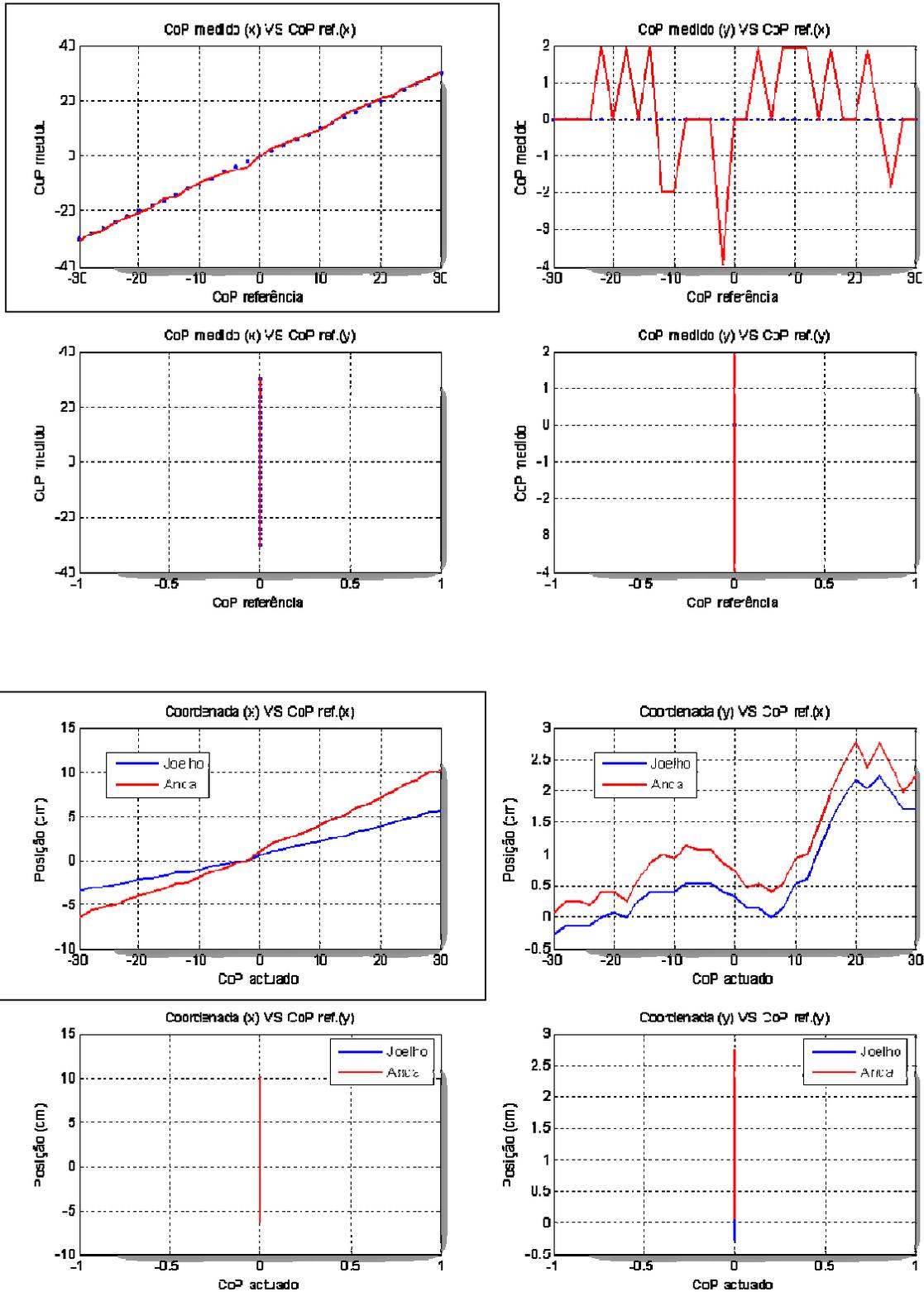


Experiência 1:

Varição do  $CoP_{ref}$  no eixo xx (eixo ortogonal ao pé):  $CoP=(30,0,0) \Rightarrow (-30,0,0)$

Steps=30

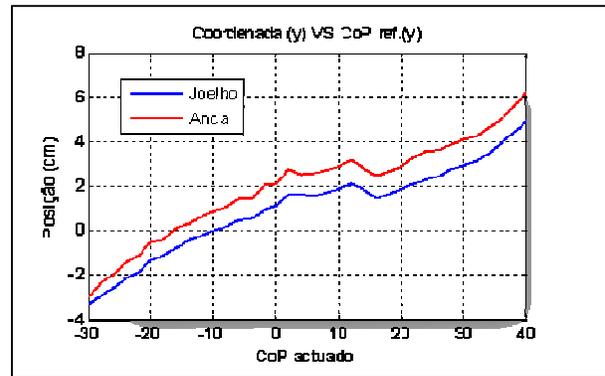
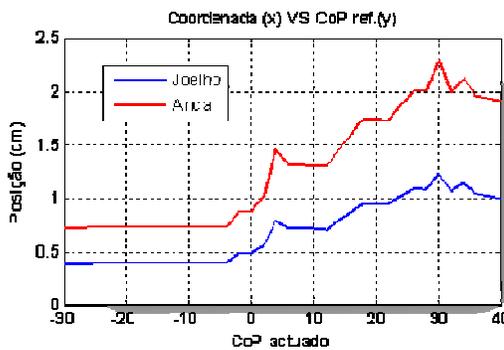
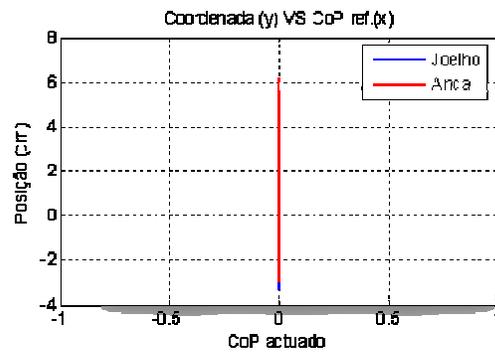
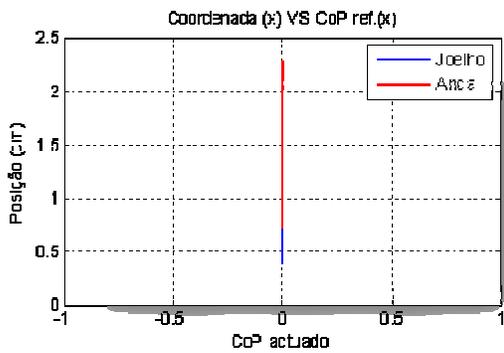
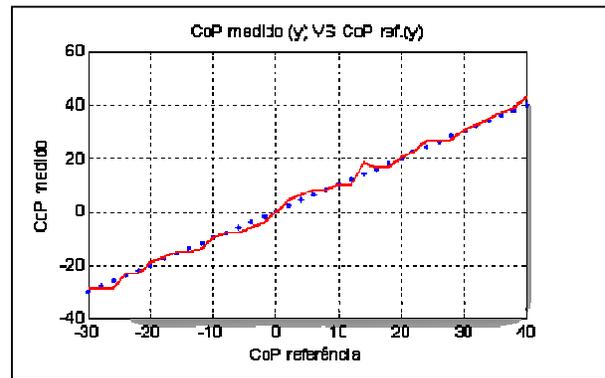
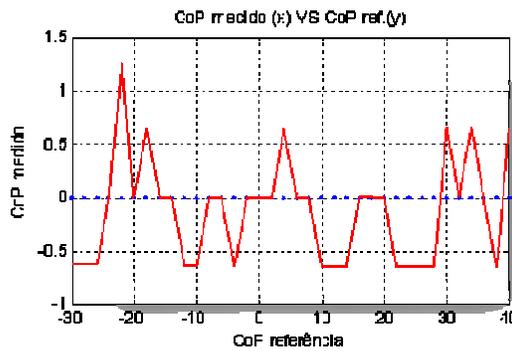
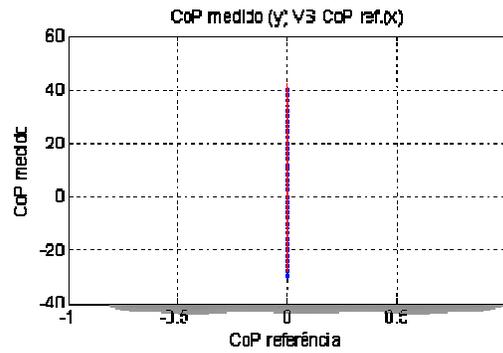
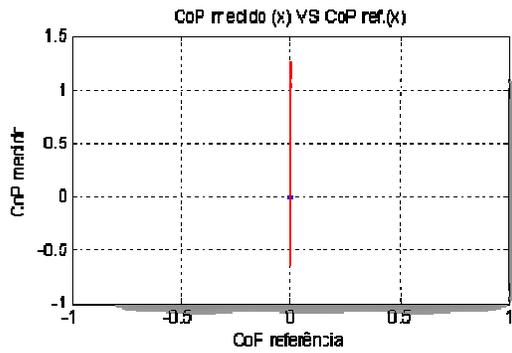


Varição da cinemática directa do joelho e da anca praticamente linear relativamente ao  $CoP_{ref}$ .

Condições da Experiência 2a:

Variação do  $CoP_{ref}$  no eixo yy (eixo paralelo ao pé):  $CoP=(0,-30,0) \Rightarrow (0,40,0)$

Steps=35

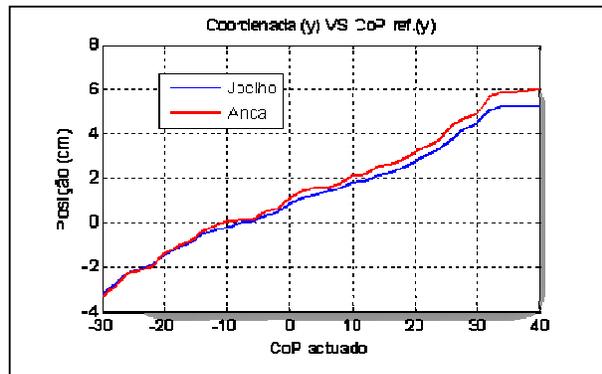
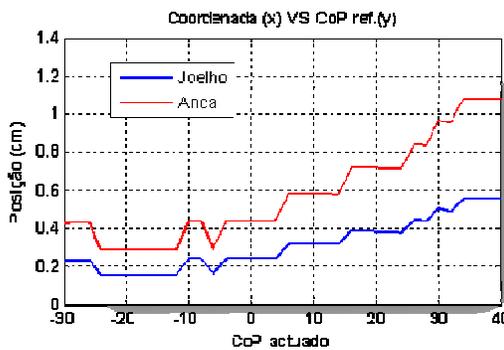
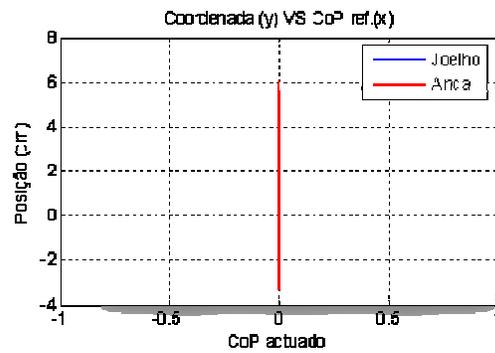
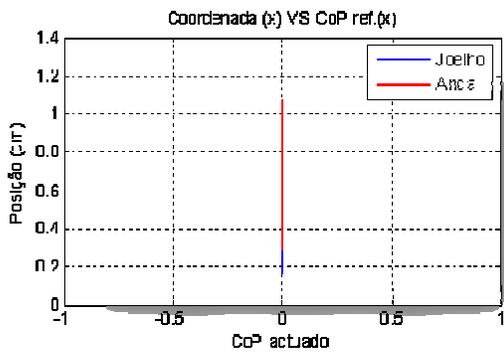
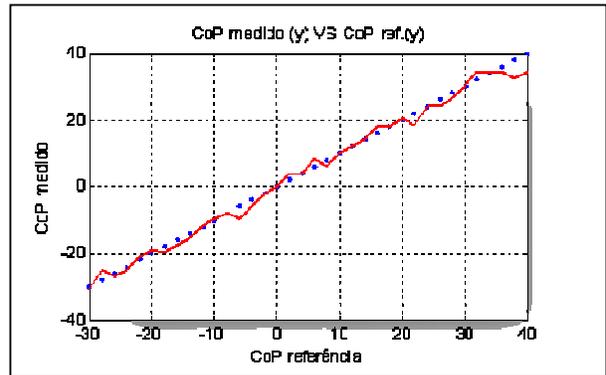
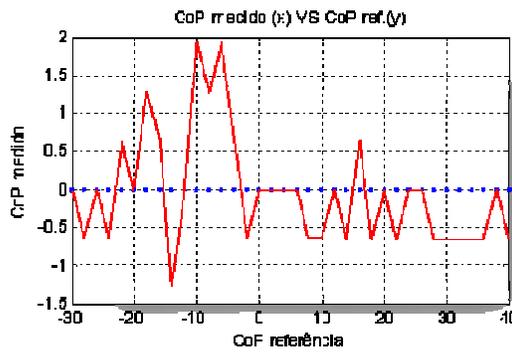
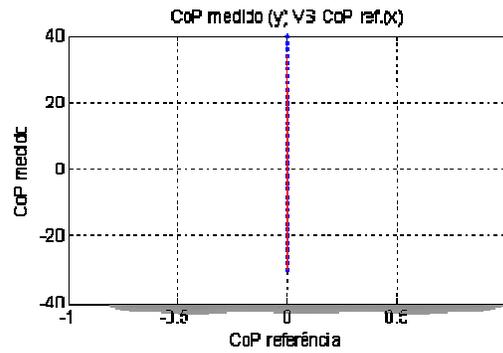
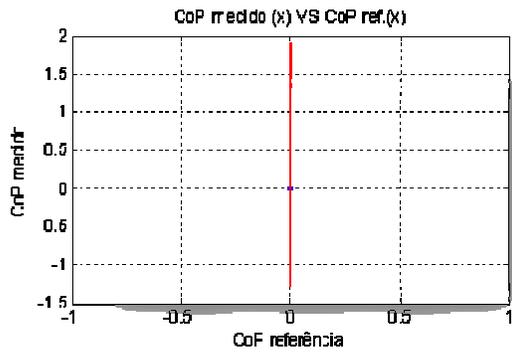


Varição da cinemática directa praticamente linear, excepto na zona com  $CoP_{ref}=[5, 15]$ . As figuras seguintes apresentam a mesma experiência repetida.

Condições da Experiência 2b:

Variação do  $CoP_{ref}$  no eixo yy (eixo paralelo ao pé):  $CoP=(0,-30,0) \Rightarrow (0,40,0)$

Steps=35

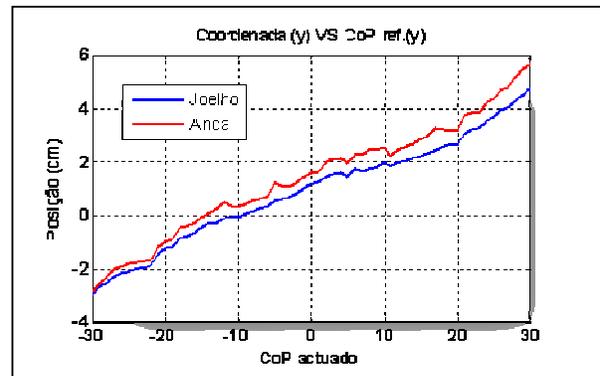
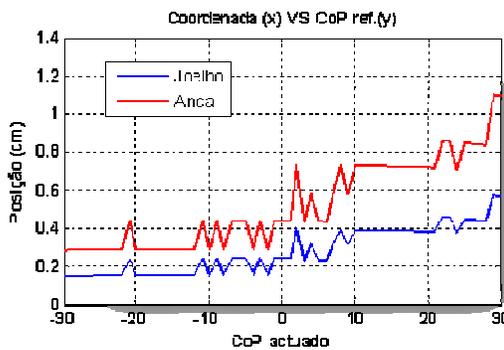
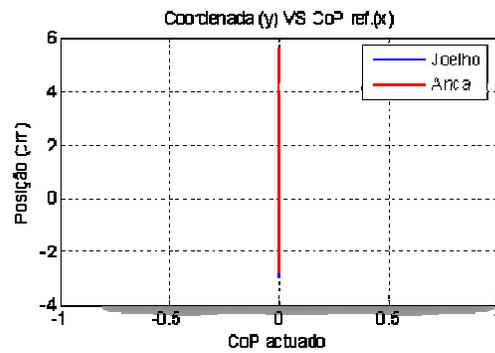
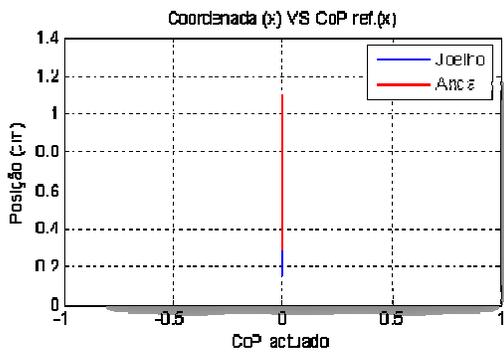
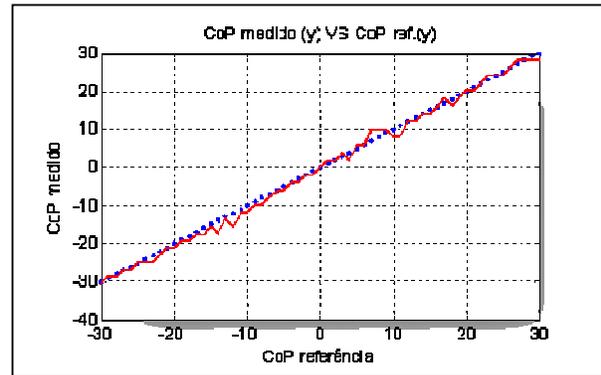
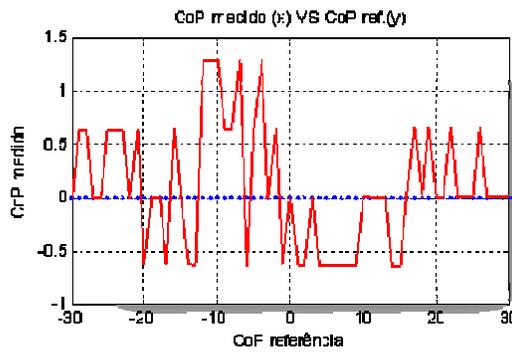
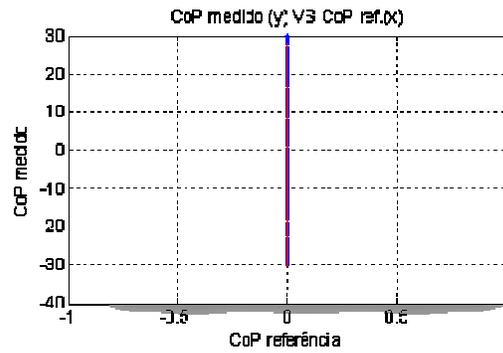
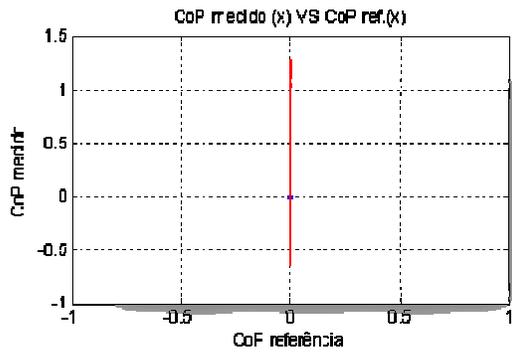


Agora a cinemática directa apresenta-se mais linear, mas com uma ligeira diminuição da sua variação próximo do  $CoP_{ref}$  nulo.

Experiência 2c:

Varição do  $CoP_{ref}$  no eixo yy (eixo paralelo ao pé):  $CoP=(0,-30,0) \Rightarrow (0,30,0)$

Steps=60

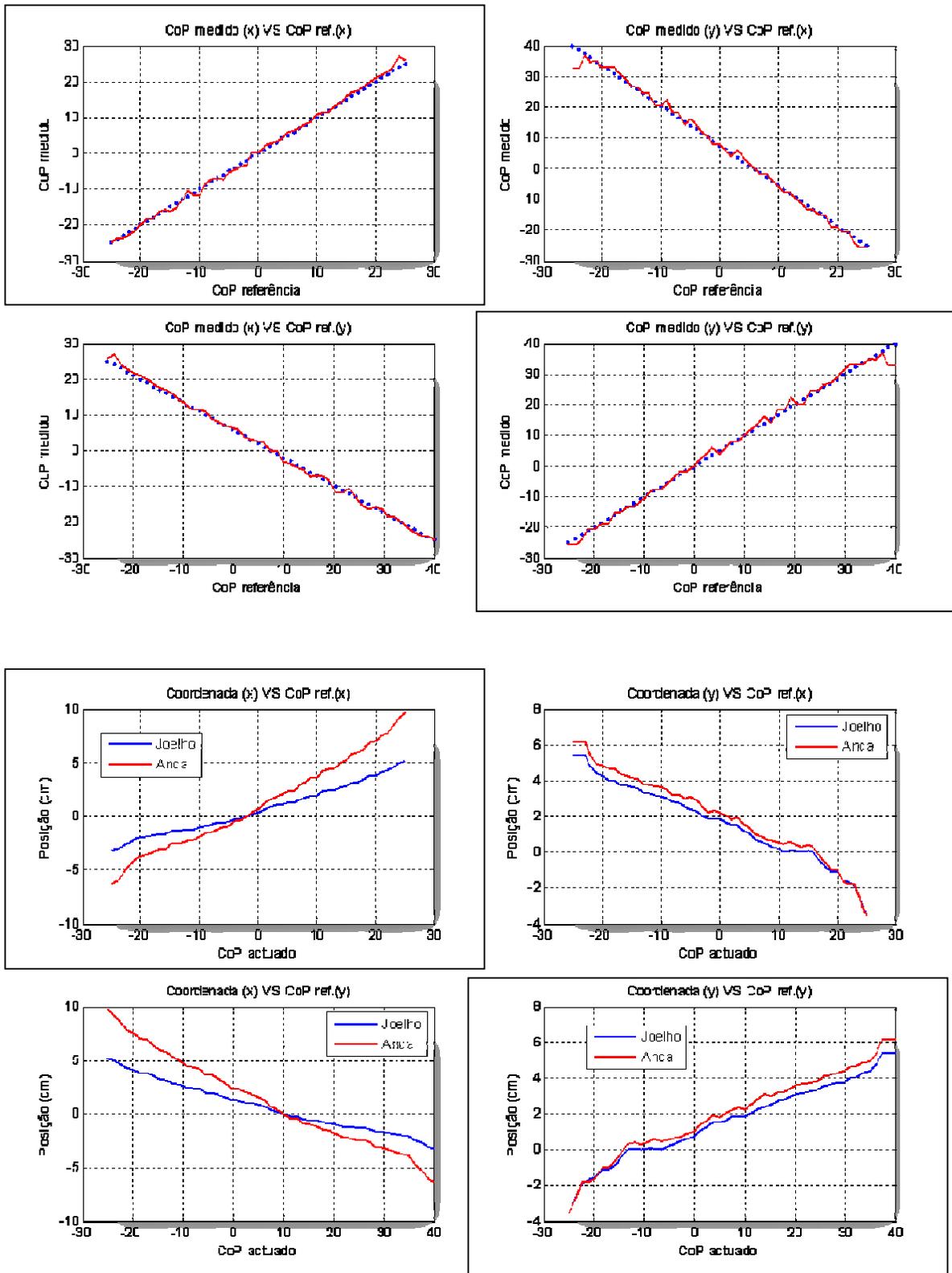


Repetindo a mesma experiência, mas agora com um maior número de passos na variação do  $CoP_{ref}$ , confirma-se que a cinemática directa não varia de forma linear, embora tal aproximação não seja problemática.

Experiência 3a:

Varição do  $CoP_{ref}$  nos eixos xy:  $CoP=(25,-25,0) \Rightarrow (-25,40,0)$

Steps=50

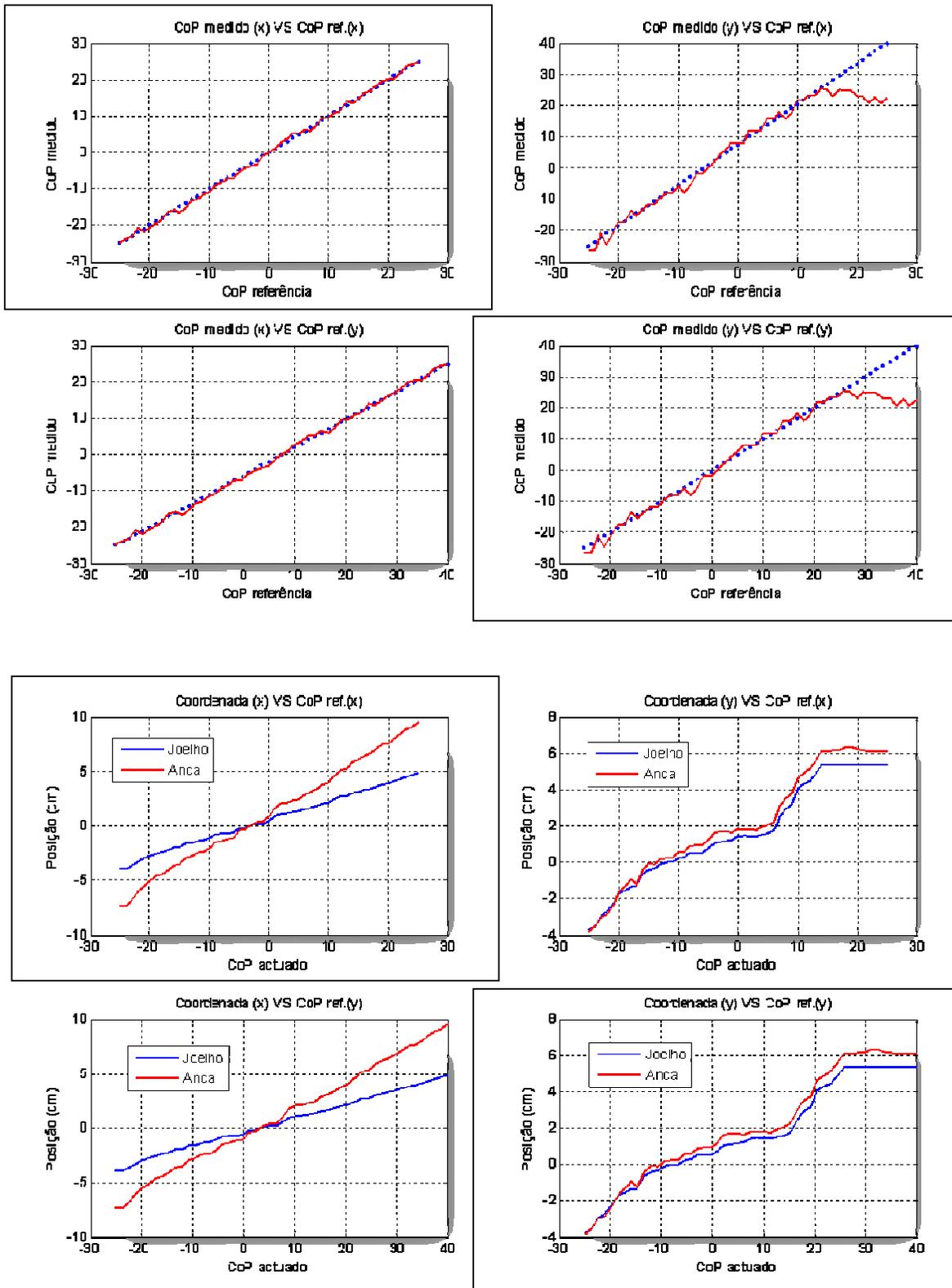


Variando o  $CoP_{ref}$  nos dois eixos torna-se evidente a variação da cinemática directa de acordo com uma curva do tipo arco-seno.

Experiência 3b:

Varição do  $CoP_{ref}$  nos eixos xy:  $CoP=(-25,-25,0) \Rightarrow (25,40,0)$

Steps=50

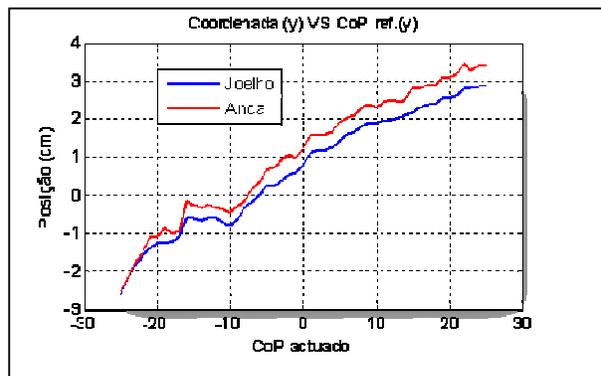
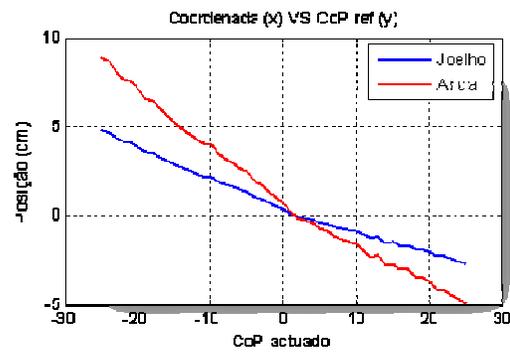
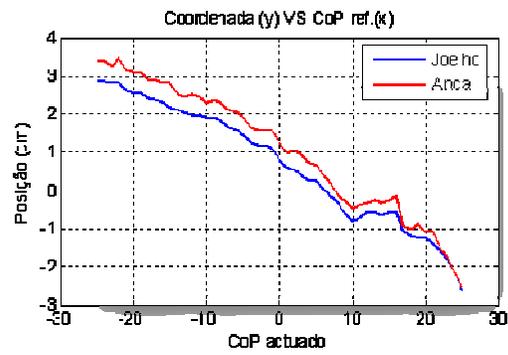
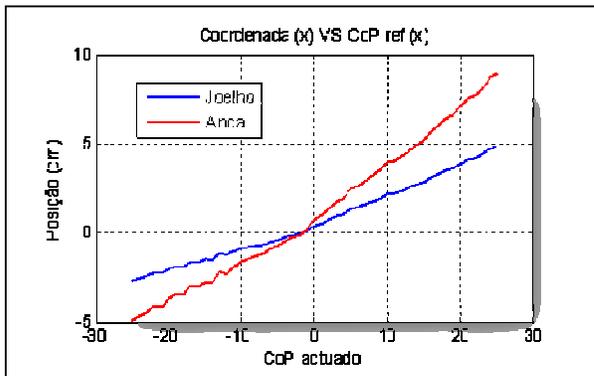
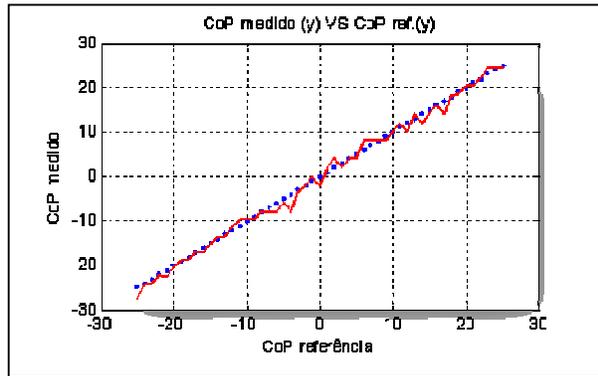
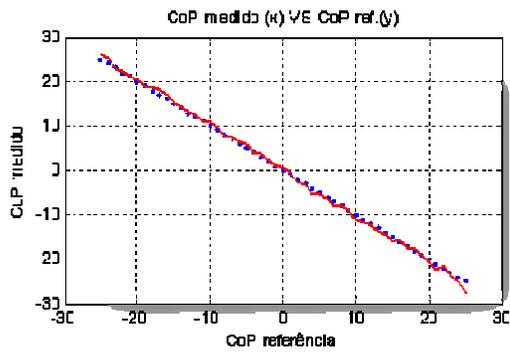
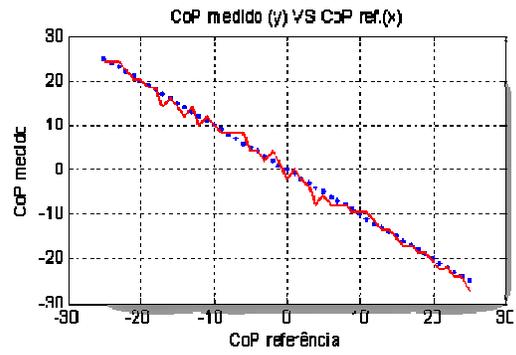
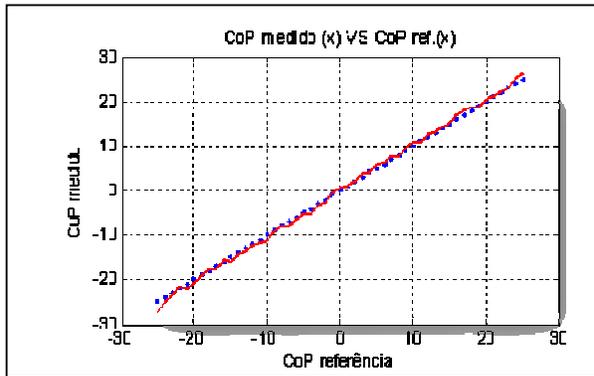


Nesta experiência observa-se um efeito de saturação, resultante de um dos servos ter alcançado uma posição extrema. Além disso, a cinemática directa na componente  $y$  revela uma inflexão pronunciada, revelando o caráter não linear da variação deste parâmetro.

Experiência 3c:

Varição do  $CoP_{ref}$  nos eixos xy:  $CoP=(25,-25,0) \Rightarrow (-25,25,0)$

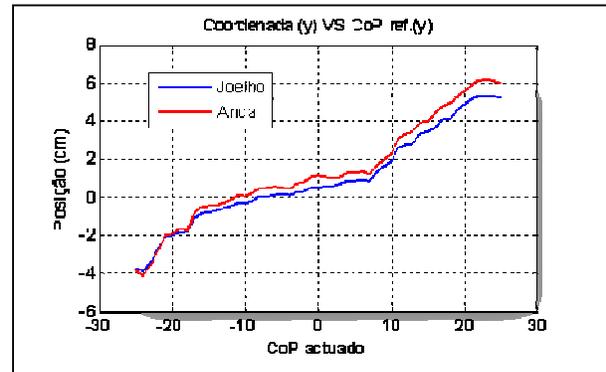
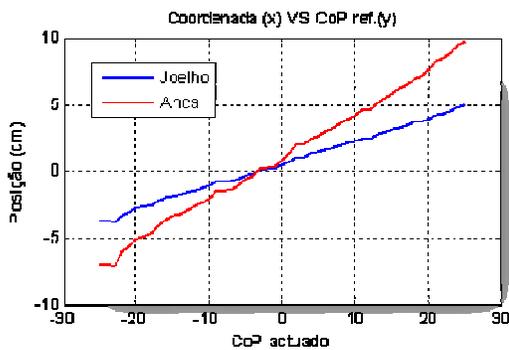
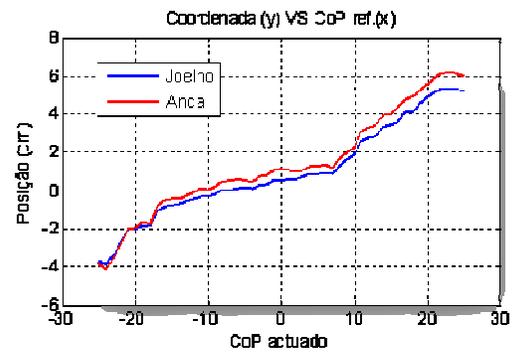
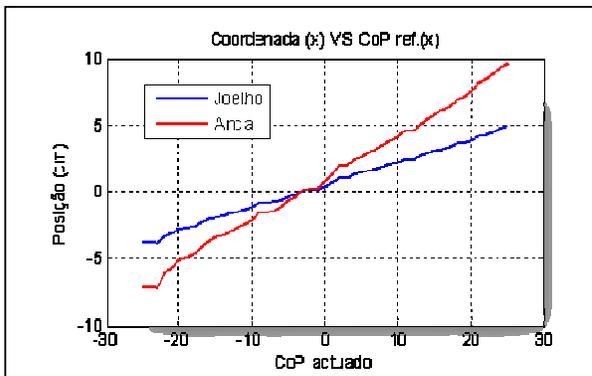
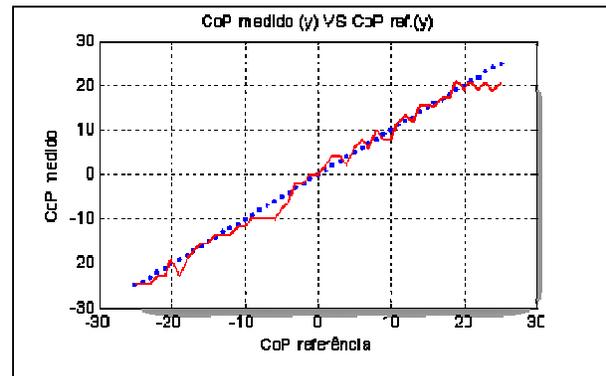
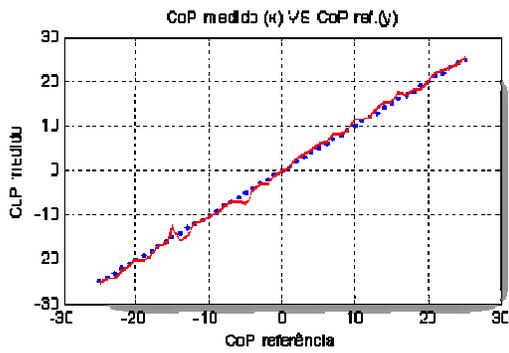
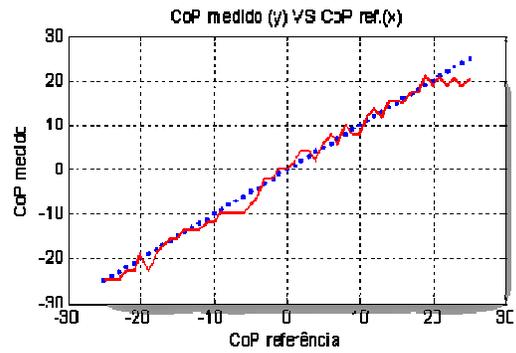
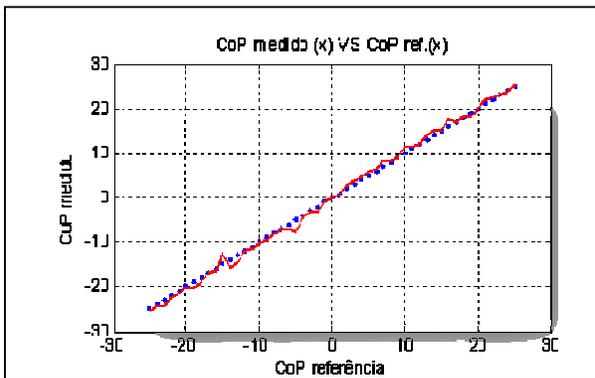
Steps=50



Experiência 3d:

Varição do  $CoP_{ref}$  nos eixos xy:  $CoP=(-25,-25,0) \Rightarrow (25,25,0)$

Steps=50



## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a variação da cinemática directa das juntas (coordenadas cartesianas) não varia linearmente com o Centro de Pressão referência  $CoP_{ref}$ , observando-se sim uma relação semelhante ao tipo arco-seno. Contudo, como o rigor numérico não é fundamental é razoável fazer a aproximação de linearidade.

Um efeito a evitar é a saturação dos servomotores, ou seja, o alcance de um obstáculo físico (da própria perna ou pé) que impeça a compensação do  $CoP$  indicado. A programação interna dos microprocessadores apenas limita aos extremos especificados pelo fabricante, ou seja, os  $\pm 90^\circ$ ; contudo a presença de um obstáculo na própria perna obriga os motores a realizarem esforços elevados provocando consequentemente descalibrações ao nível das posições atribuídas à postura vertical.

Por análise da variação das coordenadas cartesianas das juntas do joelho e da anca ( $\Delta x$  e  $\Delta y$ ), relativamente à variação do  $CoP_{ref}$  ( $\Delta CoP_{ref}(x)$  e  $\Delta CoP_{ref}(y)$ ) apresenta-se a seguinte tabela (os dados foram extraídos dos gráficos indicados com um quadrado):

Experiência	$\Delta CoP_{ref}$		Variação Cartesiana (x,y)			
			Joelho		Anca	
	$\Delta CoP_{ref}(x)$	$\Delta CoP_{ref}(y)$	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta x$	$\Delta y$
1	60	0	9.0	2.0	16.5	2.2
2a	0	70	0.6	8.2	1.2	9.2
2b	0	70	0.3	8.4	0.7	9.4
2c	0	60	0.4	7.8	0.8	8.5
3a	50	65	8.4	9.0	16.1	9.7
3b	50	50	8.8	9.0	16.9	9.9
3c	50	50	7.5	5.5	13.9	6.0
3d	50	50	8.7	8.9	16.8	9.7

Nos casos das experiências 1 e 2, em que apenas se varia um eixo, mesmo assim observou-se pequenas variações da cinemática directa das juntas para os restantes eixos. Tais dados estão indicados a laranja, e não deverão ser considerados. A tabela seguinte calcula a razão entre a variação da pressão referência e a variação das coordenadas cartesianas, para cada componente x, y e z.

Experiência	Variação Cartesiana (x,y)			
	Joelho		Anca	
	$\Delta CoP_{ref}(x)/\Delta x$	$\Delta CoP_{ref}(y)/\Delta y$	$\Delta CoP_{ref}(x)/\Delta x$	$\Delta CoP_{ref}(y)/\Delta y$
1	6.7	—	3.6	—
2a	—	8.5	—	7.6
2b	—	8.3	—	7.4
2c	—	7.7	—	7.1
3a	6.0	7.2	3.1	6.7
3b	5.7	5.6	3.0	5.1
3c	6.7	9.1	3.6	8.3
3d	5.7	5.6	3.0	5.2
K (Média)	6.2	8.2	3.3	7.4

A média destas razões (os valores a vermelho não foram considerados pela sua disparidade em relação aos restantes) pode ser considerado para converter um deslocamento cartesiano das juntas  $\Delta L$  para o deslocamento a aplicar no  $CoP_{ref}$ :

$$\Delta CoP_{ref} = K \cdot \Delta L$$