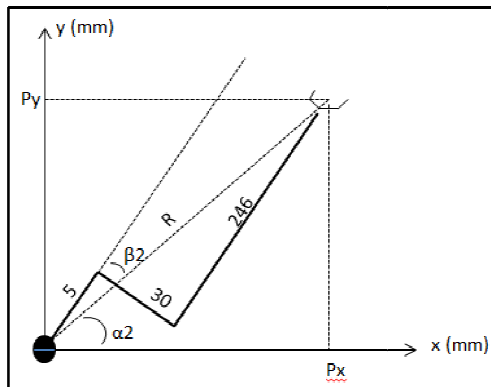


$$\alpha = \theta_3 + \theta_2, \text{ logo:}$$

$$\theta_2 = \alpha - \theta_3$$

Para o cálculo de  $\theta_1$ , referente à base, utiliza-se a vista superior (Figura 8).



**Figura 8 – Vista superior do braço**

$$R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$$

O ângulo  $\alpha_2$  é encontrado com a função “arco tangente 2°” que retorna um valor entre  $-\pi$  e  $\pi$ .

$$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{P_y}{P_x}\right)$$

$$\beta_2 = \cos^{-1}\left(\frac{251}{R}\right)$$

$$\theta_1 = \alpha_2 + \beta_2$$

Cada ponto encontrado na reta possui seu correspondente em ângulos  $(\theta_1, \theta_2, \theta_3)$  radianos, que devem ser convertidos em graus para serem usados como referência para os motores.

No *firmware* esses pontos são adicionados em um vetor de *Structs*, os quais contêm parâmetros de ângulos. O movimento de ponto a ponto é feito com a função *Move*, movendo os motores de grau em grau na ordem junta 1, junta 2 e junta 3, repetindo-se o processo até atingira a referência de posição.

## 6. RESULTADOS

O primeiro modelo foi feito em cartão duplex, projetado através do recurso de modelamento de chapas (Figura 9).

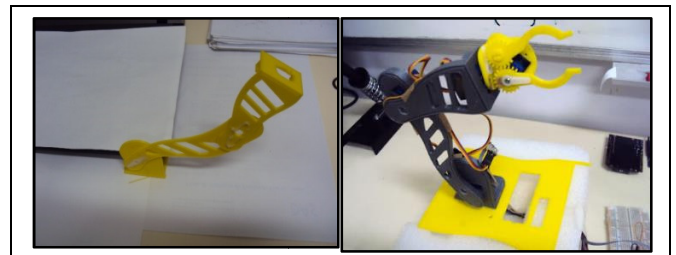


**Figura 9 – Modelo 1**

Este modelo, incluindo sua base, não era rígido o suficiente para manter o braço estável.

O segundo modelo foi criado em impressora 3D com material em PLA.

A primeira versão deste modelo (Figura 10, esquerda) ficou com uma estrutura um pouco mais rígida que a anterior, porém insuficiente para garantir que a estrutura ficasse estável durante a movimentação, sendo necessário criar uma nova versão materializada com impressão 3D, com o mesmo material, mas com ressaltos nas bordas dos elos para tornar a estrutura mais rígida e estável (Figura 10, direita).



**Figura 10 – Modelo 2 versão 1 e 2**

O custo das impressões 3D, incluindo o material utilizado e o custo de máquina/hora, foi de aproximadamente R\$ 80,17, de acordo com o software de simulação da própria impressora.

O sistema de hardware (Figura 11, esquerda) possui a placa *Arduino*, leitor de cartão SD e conexões com os servomotores.