

# ESTUDO SOBRE DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES DE UMA MICRO TURBINA EÓLICA DE BAIXO CUSTO

Prof. Dr. Luiz Carlos Pereira da Silva (lui@dsee.fee.unicamp.br), Leandro Molon (10621740@dac.unicamp.br).

## FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

Agência financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Palavras-Chave: Energia Eólica - Fontes Renováveis - Baixo Custo.

**Introdução:** Micro centrais de geração de energia têm como principal aplicação o atendimento de cargas isoladas da rede elétrica. Micro turbinas eólicas já estão presentes no mercado, porém com custos elevados e informações técnicas distorcidas. O trabalho em questão explora um projeto de micro turbina eólica com ênfase no baixo custo.

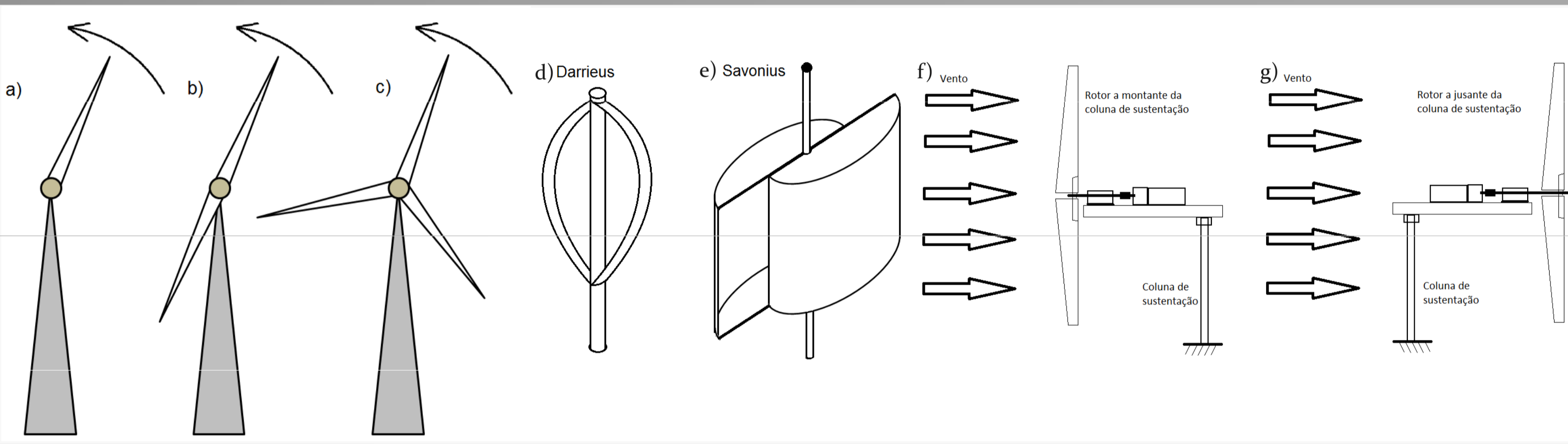


Figura 1 - a, b, c : Configurações de número de hélices; d, e: Tipos de rotor; f, g : Posicionamento do rotor.

**Metodologia:** Um modelo experimental foi construído e testado em túnel de vento e em campo. Foram utilizados materiais de fácil acesso e baixo custo para viabilizar o projeto. Uma sirene piezo-elétrica e iluminação por leds foram utilizados para verificar qualitativamente a produção de energia durante ventanias.

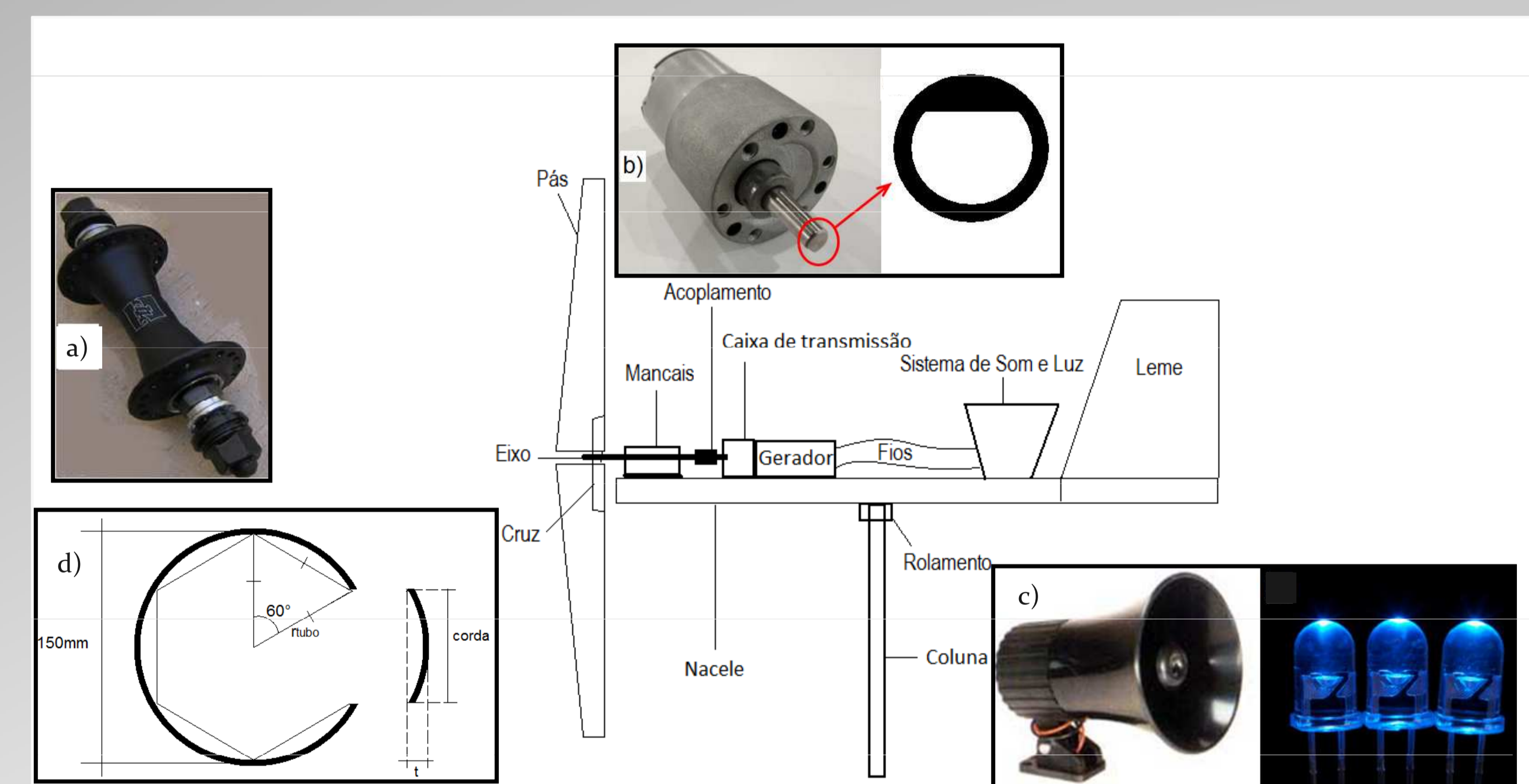


Figura 2 – Disposição dos componente na turbina experimental. a : Mancal do rotor; b – gerador com redução e detalhe do acoplamento mecânico; c – Sirene piezo-elétrica e iluminação por leds; d – detalhe da construção da pá de PVC.

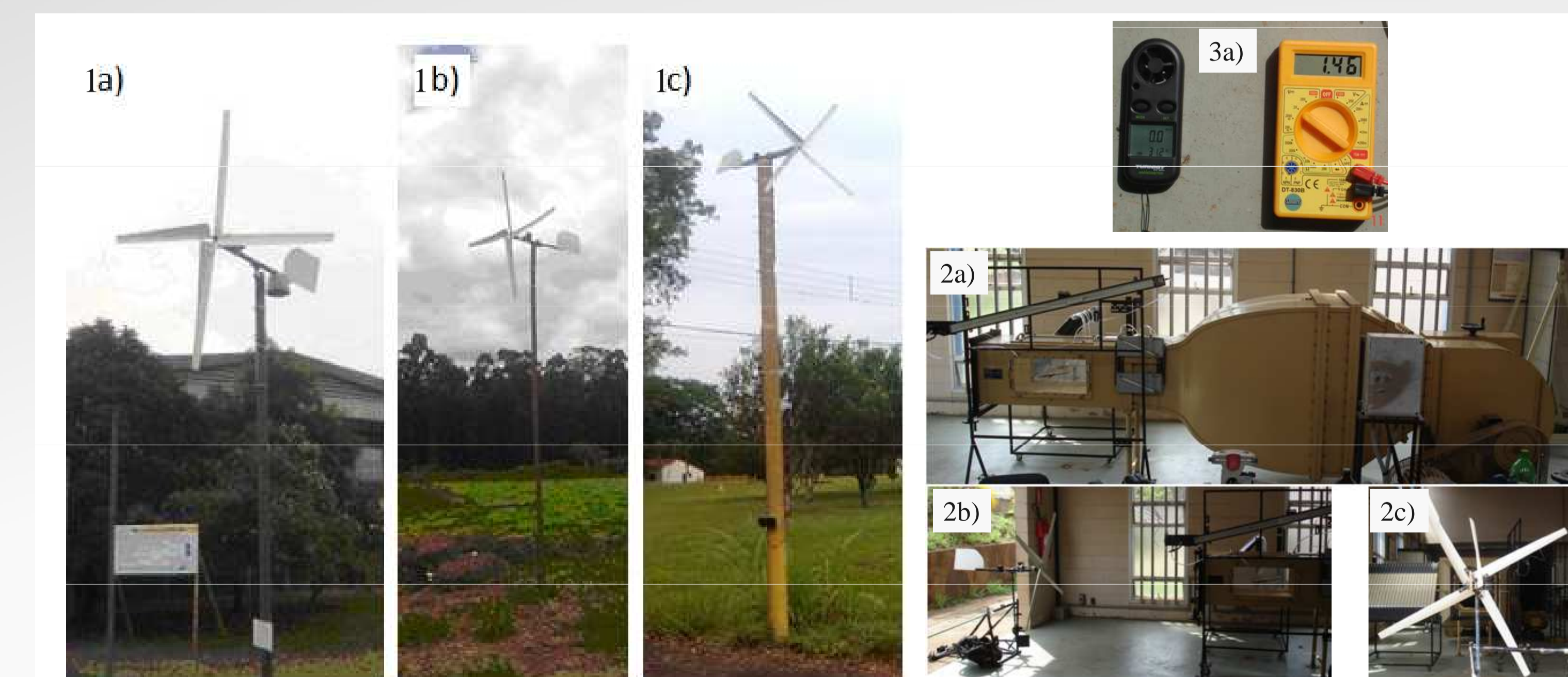


Figura 3 – 1a, 1b, 1c :Instalações em campo; 2a, 2b, 2c : Teste realizado em túnel de vento, 3a : Instrumentação utilizada.

Tabela 1 – Dados experimentais da rotação das Pás para diferente velocidades do vento (experimento com gerador sem carga):

Velocidade do vento (m/s)	3,1	4,6	5,5	6,3	7,5	8,6	9,8	10,5	11,0
Rotação (RPM)	84	136	173	197	250	288	306	333	351

Verificado o potencial do projeto experimental, um estudo mais detalhado foi feito para o cálculo da curva de potência e eficiência da micro turbina.

**Resultados e Discussões:** Cálculo estrutural dos componentes (eixo nacele, coluna) sobre condições estáticas e dinâmicas.

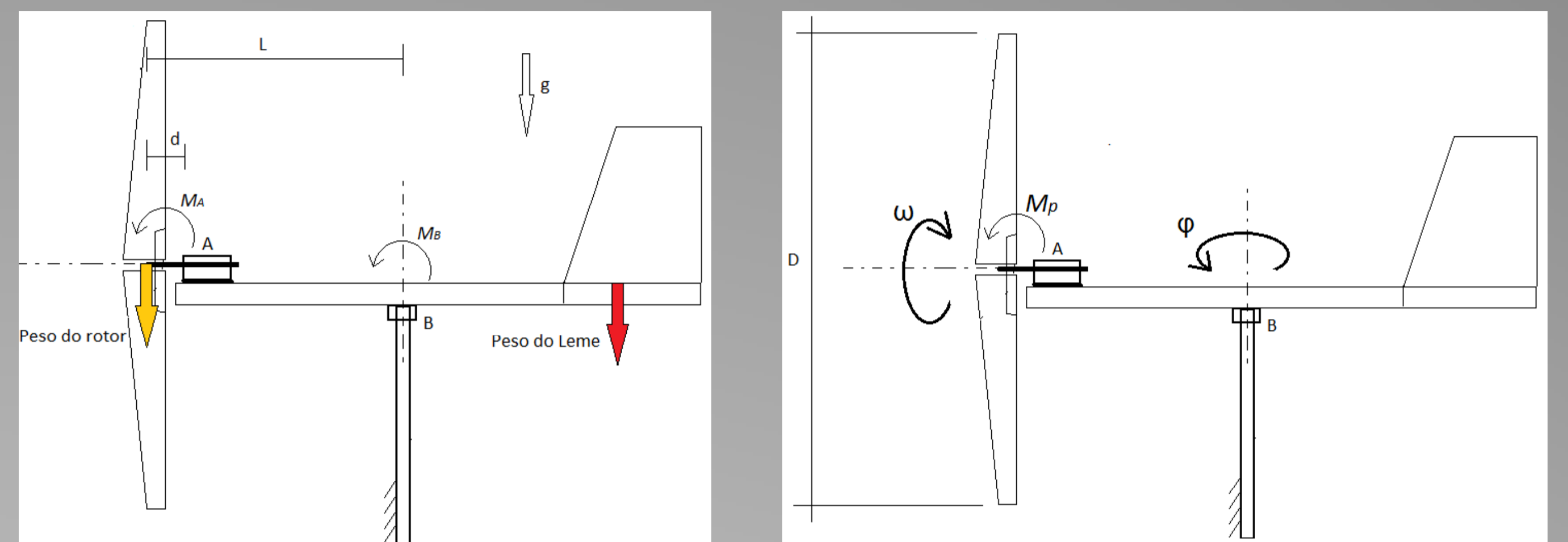


Figura 4 – Forças e acelerações atuando sobre o conjunto.

Cálculo do torque e rotação da turbina, à partir do cálculo aerodinâmico do perfil e do diagrama de velocidades ao longo de cada pá.

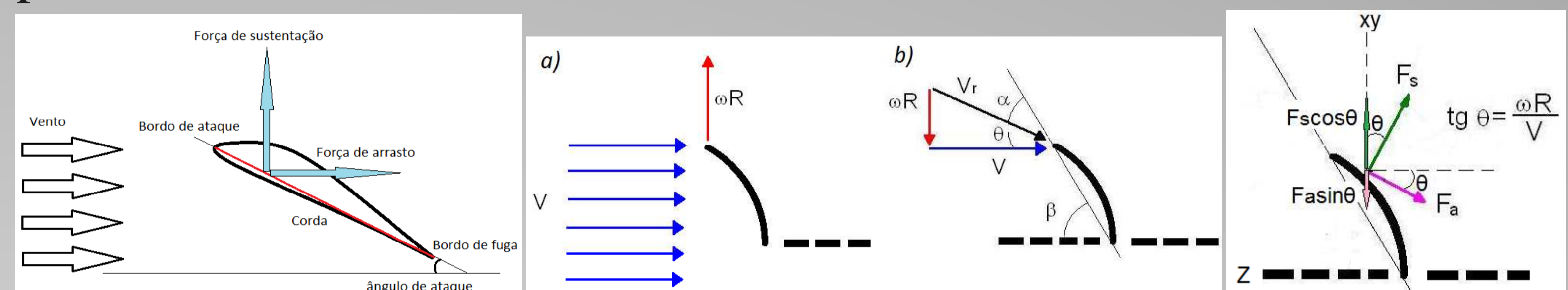


Figura 5 – Diagrama de velocidades e força atuando sobre o perfil.

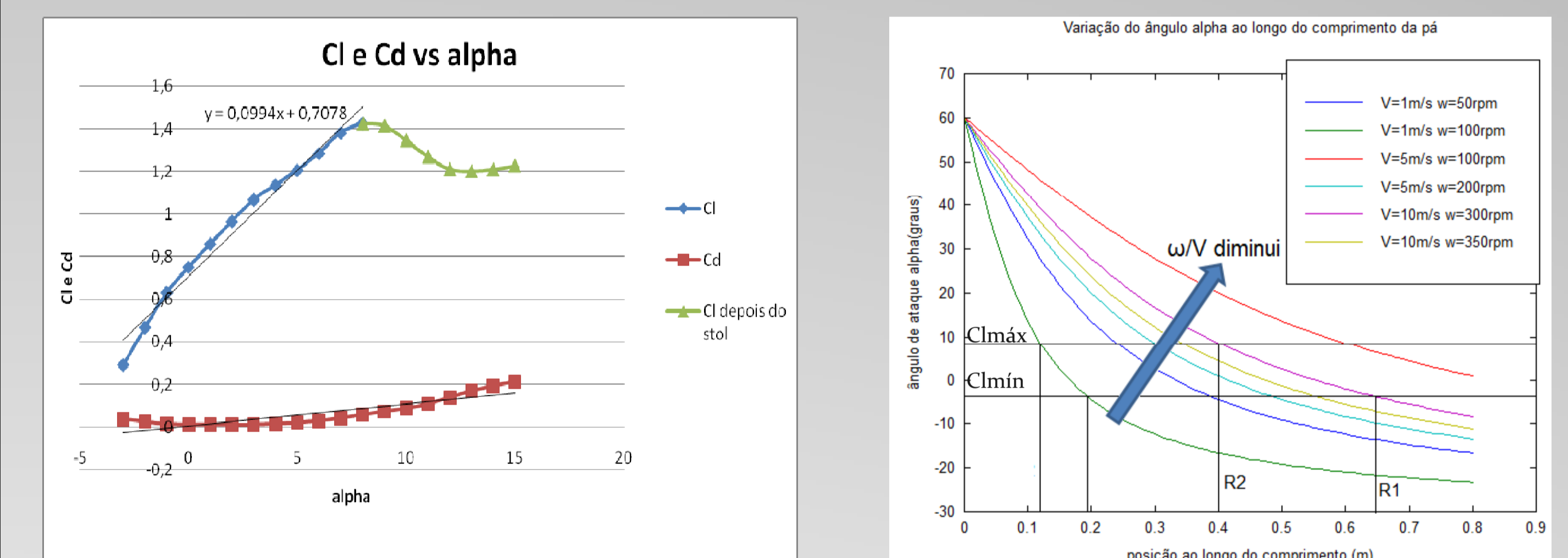


Figura 6 – Curva de Arrasto e Sustentação vs Ângulo de ataque para perfil de arco circular e Curva da distribuição do ângulo de ataque ao longo da pá para diferentes condições de rotação e velocidade do vento.

Portanto é possível obter uma expressão do torque em função apenas de  $V$  e  $\omega$ .

$$T_R = (F_s \cos \theta - F_a \sin \theta) \cdot R$$

$$T = \frac{\rho C_l}{2} \int_0^L \left( 0,0994 \cdot 60^\circ - \tan^{-1} \left( \frac{\omega R}{V} \right) + 0,7078 \right) \left( V^2 + (\omega R)^2 \right) \cos \tan^{-1} \left( \frac{\omega R}{V} \right) R dR - \frac{\rho C_d}{2} \int_0^L \left( V^2 + (\omega R)^2 \right) \sin \tan^{-1} \left( \frac{\omega R}{V} \right) R dR$$

Figura 7 – Expressão para o torque como função da velocidade do vento e rotação da hélice.

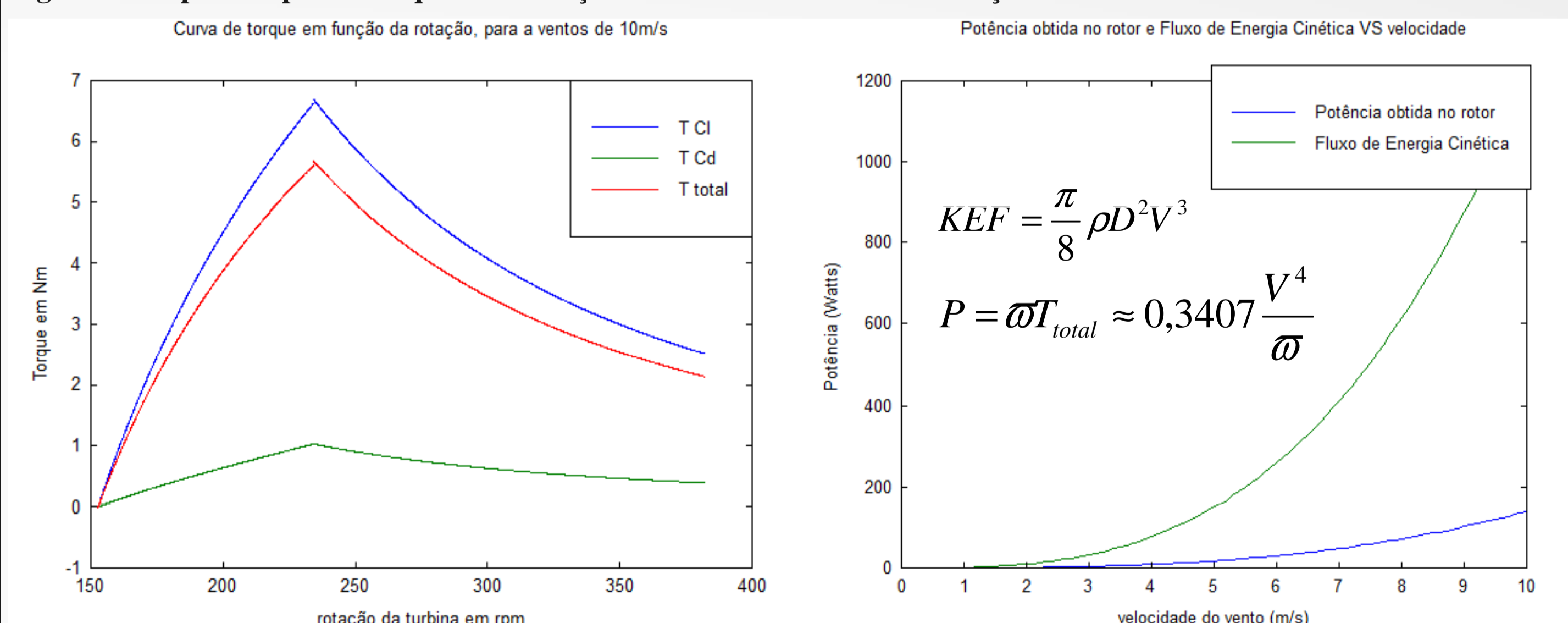


Figura 8 – Curva para solução gráfica da equação de torque e curva de potência vs rotação para o modelo matemático.

**Conclusões:** O modelo matemático mostrou que a turbina apresenta eficiência de 10%. Pelos experimentos em campo estimasse que esta seja a eficiência real. Experimentos com método e instrumentação adequada estão em andamento.